

Spécif n° 26

Avril 1994

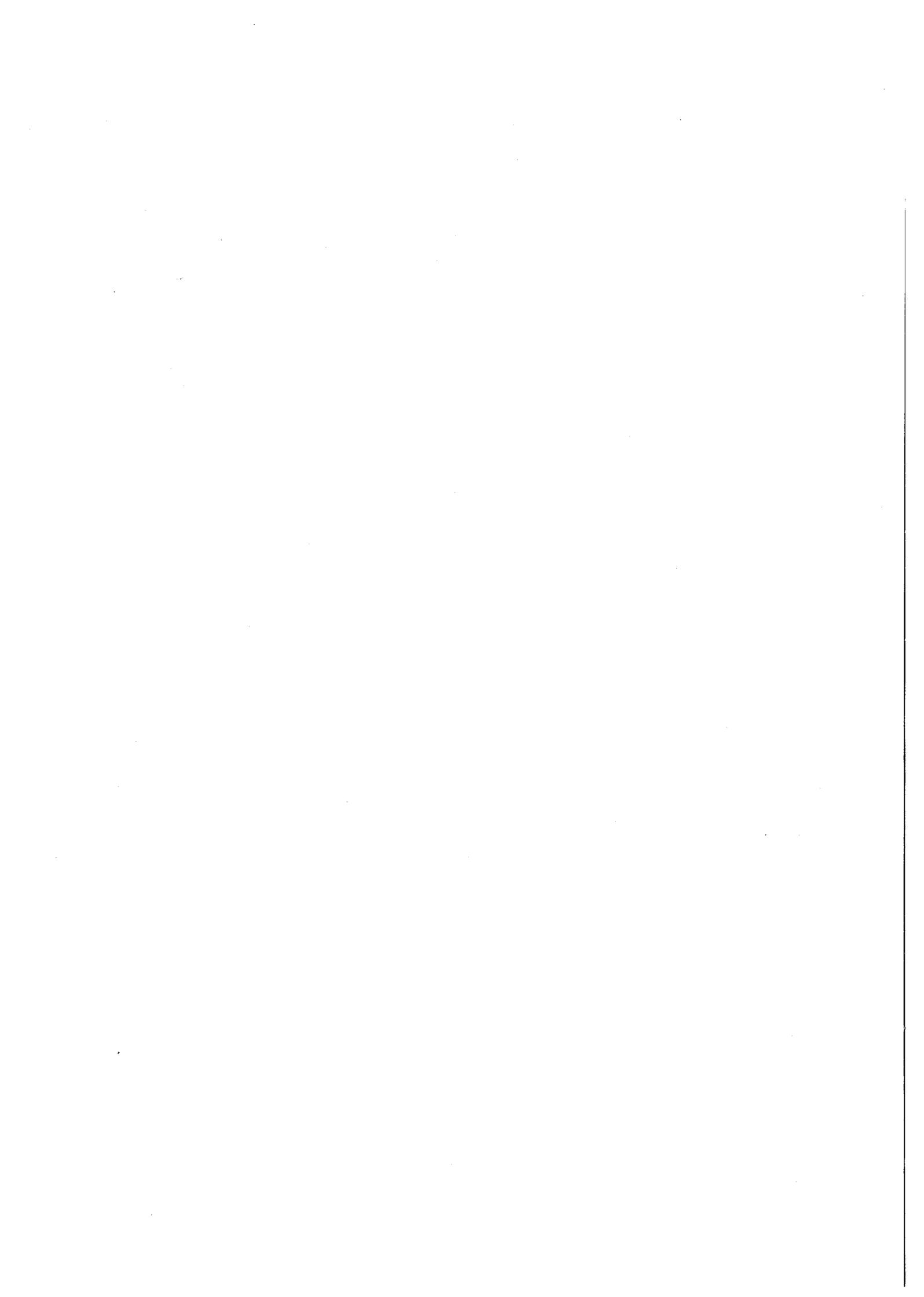
BULLETIN SPÉCIAL

LA RECHERCHE EN INFORMATIQUE

ASPECTS STRUCTURELS

et

BILANS



À PROPOS DE CE BULLETIN SPÉCIAL

N. COT

En publiant ce bulletin spécial consacré à la Recherche en Informatique, SPECIF remplit l'une de ses missions essentielles qui est de défendre, d'affermir et de développer la discipline INFORMATIQUE dans ses diverses composantes, en particulier thématiques et structurelles. Ce faisant, SPECIF poursuit l'action entreprise dès sa création au travers des efforts quotidiens et soutenus de sa commission RECHERCHE, aujourd'hui présidée par B. ROZOY. Rappelons pour mémoire les Journées sur les prospectives de la Recherche Informatique en FRANCE organisées par J.P. JOUANNAUD à PARIS en 1987, ou les Journées Recherche du CNAM préparées et animées par P. LESCANNE en décembre 1990. Dans les pages qui suivent, B. ROZOY souligne fort opportunément les préoccupations immédiates de la commission RECHERCHE et montre la vigilance de SPECIF à l'occasion de l'actuelle CONSULTATION NATIONALE.

Ce bulletin fait le point sur le foisonnement d'actions incitatives, de programmes de soutien, de structures d'accueil, etc.... qui ont accompagné le développement de l'Informatique ces dix dernières années. C'est d'abord le CNRS où l'Informatique trouve peu à peu sa place, avec la vitalité et parfois les turbulences de la jeunesse. Ce sont les PRC dont la création, étalée de 1984 à 1988, a beaucoup contribué à la structuration de l'Informatique en FRANCE, et auxquels SPECIF tient particulièrement. Ce sont les nouvelles procédures de financement et les contrats quadriennaux progressivement mis en place par l'ancienne DRED entre 1988 et 1993, qui établissent une complémentarité entre la recherche universitaire et les diverses EPST (CNRS, INRIA, etc.). Ce sont enfin les très importants efforts consentis par les divers ministères de tutelle (MRT, MRE, MESR) au niveau des Allocations de recherche pour préparer l'avenir.

Nous tenons à remercier chacun des auteurs de ces textes pour la quantité d'informations qu'ils contiennent, la profondeur de leurs analyses et la pertinence des réflexions qui les accompagnent. Nos remerciements vont également à M. J. BAIXERAS, ancien chef du département MTI de la DGRT de l'ancien MRT qui a permis la diffusion par SPECIF du rapport de M.C. GAUDEL sur les PRC, ainsi qu'à J.J. GAGNEPAIN, directeur du département SPI du CNRS qui, en nous honorant d'un éditorial, montre tout l'intérêt que lui-même et le CNRS portent à l'Informatique.

Norbert COT
Éditeur du Bulletin de SPECIF

LA COMMISSION RECHERCHE DE SPECIF

B. ROZOY
16 février 1994

Les missions de la commission concernent en général tout ce qui touche à la recherche en informatique. En particulier, il s'agit d'abord de cerner les grands thèmes de recherche et d'avoir une vue globale de sa structuration et de ses moyens en France ; il s'agit aussi d'être prêt à intervenir quand se profilent des changements de politique et des décisions variées concernant la communauté scientifique ; il s'agit enfin de nous faire reconnaître comme interlocuteurs.

La commission se réunit en général par téléphone et a été à l'origine des rencontres de délégations de Spécif avec des responsables de nos organismes de tutelle (Jean-Jacques Gagnepain aux C.N.R.S. et Serge Rigo au M.E.S.R.¹⁾ ...).

Cette année nous avons abordé de façons récurrentes divers points²⁾ :

- La discipline informatique.
- La carte de la recherche informatique française.
- Le recrutement.
- Le financement des structures lourdes de recherche.
- Les liaisons recherche-industrie (+ défense ?) et le transfert technologique.
- Les grands objectifs de la recherche informatique en France.

Les projets pour l'année à venir : outre la poursuite des réflexions entamées sur ces sujets, la commission participera aux discussions sur les "grands objectifs de la recherche française". Elle vise également à poursuivre l'élaboration de panoramas comparatifs de la discipline, du milieu et des modes de financement : quels sont les critères d'évaluation des universités et la place de l'informatique ? Quels sont les moyens affectés aux laboratoires, aux DEA ? Quel est le coût d'un chercheur ? Quelles sont les formations existantes ou à inventer pour les jeunes chercheurs ?...

Je voudrais profiter de l'opportunité qui m'est donnée aujourd'hui pour aborder ici un sujet d'actualité dans notre milieu, je veux dire **le rapport sur les grands objectifs de la recherche française³⁾, document qui constate, suggère et avale une modification en profondeur de l'image et de la place de l'université.**

À la base d'une actuelle consultation nationale et pouvant servir de schéma directeur pour l'avenir de la recherche française, il met en évidence certaines tendances qui pourraient aboutir à la fusion des corps des chercheurs et des enseignants-chercheurs ainsi qu'à la création de deux types d'universitaires, d'un côté ceux qui enseigneraient dans des cycles courts et ne feraient pas de recherche, de l'autre ceux qui appartiendraient aux pôles d'excellence. Si la commission recherche de Spécif est globalement en harmonie avec les objectifs thématiques de l'observatoire de

1) Voir aussi les comptes rendus de ces entrevues dans les bulletins de Spécif de l'automne 1993 et du printemps 1994.

2) Voir aussi le rapport d'activité de la commission, à paraître dans le bulletin de Spécif du printemps 1994.

3) Voir aussi une synthèse critique à paraître dans ce bulletin ou un prochain.

l'informatique, elle est par contre inquiète quant à certains de ces aspects possibles de la mutation en cours.

La commission recherche de Spécif ne peut accepter certains aspects du pré-rapport sur les orientations de la recherche, en particulier l'éventualité de la disparition du corps des chercheurs et la création d'un corps d'enseignants non chercheurs.

Cette création d'un corps d'enseignants non chercheurs, ou plus exactement sa généralisation, sous prétexte qu'il y a beaucoup de monde dans les premiers cycles et cycles courts, serait excessivement dangereuse et il faut réaffirmer la position :

Spécif est contre la généralisation d'un corps d'enseignant non chercheurs.

Hélas, le processus est une réalité dont il nous faudra prendre acte et, d'une façon pragmatique, nous devons être conscients de ce que les pouvoirs publics défendent une distinction entre enseignants de qualité et chercheurs. À nous alors d'introduire des notions neuves, telles celle d'un recyclage permanent des enseignants via des rotations dans les corps, ou celle de la nécessité pour tous d'enseigner alternativement en cycles courts et en cycles longs ? Quoiqu'il en soit, il nous paraît essentiel de pallier la séparation entre les corps.

Côté recherche, la situation n'est guère plus joyeuse. L'idée de la fusion des corps de chercheurs et d'enseignants-chercheurs n'est pas récente et le maintien des grands établissements publics de recherche n'est pas une priorité du gouvernement actuel. Pour ce qui est du C.N.R.S., la tendance serait de maintenir les attachés et de donner des enseignements aux directeurs (quels types d'enseignements d'ailleurs... vraisemblablement plutôt du D.E.A. que du Deug) ; on pourrait aller ensuite vers la disparition progressive du corps des directeurs et le passage dans celui des attachés pour un temps limité.

Spécif affirme la nécessité de chercheurs à temps plein.

Si le pragmatisme encore était de rigueur, il nous faudrait bien admettre que ces idées puissent convenir à beaucoup et permettre à une mesure de ce type de passer... D'une part au C.N.R.S. elles permettraient de résoudre le problème du vieillissement de la pyramide des âges, d'autre part elles risqueraient d'être populaires ou du moins de ne pas trouver trop d'oppositions du côté des enseignants-chercheurs surchargés-et-jaloux-en-silence-leurs-collègues-chercheurs-à-temps-plein, enfin elles résoudraient certains problèmes d'avancement de carrière devenus si aigus... Quoiqu'il en soit cette situation nous semble extrêmement préoccupante : même s'il sera peut-être nécessaire de penser des solutions structurellement distinctes, des mesures de détachement, de rotations... nous sommes et resterons profondément attachés aux grands organismes de recherche tels le C.N.R.S. et l'I.N.R.I.A. Il nous faudra éviter une coupure dommageable entre les corps et faire en sorte que ne s'exacerbent pas des rivalités néfastes.

En tant qu'organisation professionnelle, Spécif doit émettre une protestation, prendre acte de l'état de fait, ne pas laisser s'installer plus avant encore des situations irrécupérables, faire des propositions, sinon les choses arriveront sans crier gare... au milieu des grandes vacances prochaines par exemple !

À propos de ces discussions mêlant très fortement la structure de l'enseignement et de la recherche, telle que nous pourrions la penser ou la vivre, telle qu'elle existe, telle que nos organismes de tutelle l'ont posée et la proposent, je voudrais avancer une idée (qui n'engage que moi) à savoir qu'il y a peut-être eu jusqu'à maintenant confusion dans les rôles :

- d'un côté les organismes de tutelle qui, pour distribuer de l'argent, suggèrent des structures

- de l'autre la communauté qui produit du savoir et de la pratique, qui secrète ses propres découpages, rassemblements, mobilités, organise sa diffusion de l'information et l'élaboration de sa culture.

À nous de prendre conscience de cette nécessaire dissociation et d'en tirer les conséquences. Le rôle, la parole, la place d'une association comme Spécif ne se situeraient-ils justement pas à cette charnière ou doivent se décoller les positions du technocrate et celles du savant ?

Brigitte ROZOY

SOMMAIRE

• Éditorial (J.J. GAGNEPAIN)	8
• L'Informatique et le CNRS (D. KROB).....	11
• Note relative aux PRC et aux GDR.....	23
• Les PRC en Informatique (M.C. GAUDEL).....	25
• Recherche Universitaire et Formation Doctorale en Informatique (J.P. FINANCE).....	57
• Les allocations de Formation par la Recherche dans le secteur AEEIO (C. GIRAULT).....	63

ÉDITORIAL

Jean-Jacques GAGNEPAIN

Directeur du Département Sciences pour l'Ingénieur, CNRS, Mars 94

C'est avec grand plaisir que je préface ce Bulletin "spécial recherche" de la Société des Personnels Enseignants et Chercheurs en Informatique de France, parce que l'informatique occupe une place importante dans la recherche et en particulier au CNRS.

En moins d'un demi siècle, l'informatique a bouleversé le visage de la société. Elle représente 10% des investissements hors bâtiments des sociétés françaises; mais on estime que le coût annuel des seules défaillances informatiques en France égale le budget total du CNRS, ce qui illustre le chemin restant à parcourir! On dénombrait 50000 cadres ou techniciens informaticiens au recensement de 82, on en compte maintenant 300 000. Et l'expansion n'est pas finie. On augure que la croissance va se poursuivre, contrairement aux idées reçues. Une analyse en profondeur de Gérard Veillon dans un de vos prochains Bulletins montre en effet que l'informatique restera le secteur parmi les plus porteurs .

Cette dynamique des milieux professionnels est importante, et particulièrement le rôle que jouent les enseignants-chercheurs, qui animent de nombreuses filières de formations en prise avec le monde socio-économique. Le bulletin spécial d'octobre 1993, consacré aux aspects professionnels de l'enseignement de l'informatique, en témoigne, ainsi que les quelques 400 docteurs annuellement formés. Vous constituez une communauté où recherche et formation sont globalement indispensables l'une à l'autre, surtout dans ces domaines qui évoluent si vite. Ceci montre l'importance d'une étroite collaboration entre les tutelles de l'Enseignement Supérieur et celles de la Recherche, qui doivent être attentives à soutenir cette flamme collective.

La concertation est permanente avec nos partenaires, et des actions communes sont menées (il faut rappeler que les Unités de Recherche Associées font l'objet de contrats entre le CNRS et les Universités ou l'INRIA). Les GdR-PRC sont un exemple propre à l'informatique de coordination entre les structures, auxquelles nous tenons. Marie-Claude Gaudel, qui préside le comité de pilotage des PRC, développe le sujet dans ce bulletin. Jean-Pierre Finance vous présente la Recherche Universitaire et les Formations Doctorales en Informatique, et votre Président Claude Girault fait le bilan des allocations de recherches pour ces dernières années.

Au CNRS, l'informatique dépend principalement du Département des Sciences Pour l'Ingénieur (SPI), qui est, vous le savez, un des sept Départements de l'Organisme. Je ne soulignerai ici que quelques traits du positionnement de SPI dans la recherche, et de l'informatique dans SPI. En effet, vous trouverez dans ce numéro une présentation détaillée de l'informatique au CNRS sous la plume de Daniel Krob, secrétaire de la section du Comité Nationale de la Recherche Scientifique dont dépend l'informatique. Le tableau sera complété dans le prochain Bulletin de SPECIF par le compte rendu de l'intervention à votre dernière assemblée générale de Bernard Dubuisson, qui est Directeur Adjoint de SPI et qui a en charge votre discipline.

La première caractéristique de SPI est d'être jeune, ce qui veut dire à la fois que le Département est récent - il va fêter ses vingt ans - et que les chercheurs y sont jeunes. Dans ce Département jeune, les informaticiens y sont plus jeunes encore. Sans jouer les Corneille, je dirais qu'avec le temps, nous deviendrons vieux. C'est dire que nos positions présentes détermineront largement notre avenir. En attendant, votre communauté mûrit. Solidaire et collective, elle se frotte aux diversités du monde de la recherche et agit à tous les niveaux (comme l'illustre l'élection récente de deux d'entre vous à la Présidence de grandes Universités).

La Consultation Nationale sur les grands objectifs de la Recherche Française s'achève alors que paraît ce bulletin. SPI fait volontiers sienne la conception de la recherche qu'affiche le Rapport d'Orientation de cette consultation: une logique de la connaissance au service de la société. Ce rapport souligne que les sciences de l'ingénieur doivent être développées, notamment celles qui contribuent à la compréhension et la maîtrise des systèmes complexes, ce qui est le cas de l'informatique.

Un autre trait de SPI est sa faible pénétration actuelle en chercheurs dans ses unités: 15% seulement, contre le double pour l'ensemble du CNRS (ce pourcentage signifie que sur 100 chercheurs permanents ou accueillis, enseignants-chercheurs, doctorants, dans une Unité associée, mixte ou propre, 15 relèvent du CNRS). La menée d'une politique scientifique implique un renforcement de SPI dans ses Unités, donc une augmentation du nombre de chercheurs. L'objectif à 10 ou 15 ans de SPI est de passer de 1150 chercheurs à 1900 chercheurs. Déjà, cette année, le nombre de postes mis au concours correspond à un accroissement des effectifs de 3% (contre 0.8% pour l'ensemble du CNRS), sans compter les postes d'accueil, dont le nombre passe de 11 à 26. L'informatique bénéficie largement de cette croissance. Le problème des Ingénieurs, Techniciens, Administratifs, est tout aussi important, mais l'étude est moins avancée; nous ferons tout pour que les moyens en ce domaine suivent. Ce développement de l'emploi scientifique, le souci de garder un corps de chercheurs jeunes, vont de pair avec une incitation à la mobilité entre CNRS, Enseignement Supérieur et industrie. Nous étudions comment faire que les laboratoires et les personnes jouant la mobilité y trouvent leur compte. Il est très satisfaisant, à ce propos, de constater que les informaticiens soient parmi les plus mobiles: ils sollicitent massivement leur entrée ou leur détachement au CNRS, que certains quittent ensuite, surtout pour devenir Professeur.

Les informaticiens universitaires sont largement associés au CNRS: plus d'un informaticien universitaire sur deux effectue ses recherches dans une des quelques 30 unités CNRS relevant majoritairement de l'informatique (ce qui, contribue à faire tomber le taux de pénétration CNRS évoqué plus haut à 10% pour l'informatique), alors que la proportion oscille entre un sur trois et un sur quatre dans l'ensemble du CNRS. En outre, le territoire national est bien couvert, puisque les trois quarts des moyens sont en province.

L'informatique est partie prenante de l'axe fédérateur "Systèmes de production et de communication" du nouveau plan d'action du Département, ainsi que de 4 des 7 axes prioritaires (Sûreté de fonctionnement, Parallélisme, Structures et Machines Intelligentes, ingénierie pour la santé). Votre communauté a largement été mise à contribution dans la définition de ces priorités, que l'on retrouve d'ailleurs dans les réflexions analogues menées à l'étranger. Le parallélisme et ses applications est une des priorités de l'ensemble du CNRS, et SPI participe au plus haut niveau à la mise en place d'une structure de coordination sur le parallélisme associant aussi le CEA et l'INRIA. De manière générale, le logiciel continuera de prendre une place croissante. Il en va de même de l'approche intégrée, multidisciplinaire, des différents aspects de systèmes de plus en plus complexes que l'on apprend à modéliser, contrôler, faire évoluer. Vous oeuvrez sans cesse pour que l'ordinateur soit au service de l'homme (et pas le contraire).

L'homme doit rester au centre de ce traitement de l'information où les collectivités et les réseaux de machines coopèrent. Bernard Guibert parlait à ce sujet, dans son rapport sur les sciences de la cognition, en 1992, de "révolution copernicienne à l'envers".

Votre communauté est jeune, vos problématiques bouillonnantes, votre implantation universitaire en forte croissance. Je sais que de nombreux laboratoires d'informatique souhaitent l'association au CNRS, mais une politique de recherche implique des choix, et il est nécessaire que SPI concentre ses forces dans un nombre maîtrisé d'Unités. Nous devons appuyer notre politique sur des entités de recherche de taille européenne, susceptibles d'intégrer différents aspects de projets d'envergure ou d'entretenir un partenariat avec l'industrie, où la recherche est insuffisante (1.3 du PIB contre 1.9 chez nos grands concurrents). C'est pourquoi nous venons de créer deux fédérations d'unités en informatique, actuellement les seules du Département. La fédération IMAG, à Grenoble, qui regroupe 8 laboratoires et est associée à l'INRIA, et l'IBP, qui regroupe 4 laboratoires parisiens.

Etant donné l'importance toujours croissante de l'informatique, on ne saurait considérer la situation comme figée et l'effort sera poursuivi par le CNRS et SPI, qui sauront accompagner les engagements stratégiques de votre communauté.

L'INFORMATIQUE ET LE CNRS
ou
toutes les réponses (?) aux questions que vous ne
vous êtes pas posées sur l'informatique au CNRS

Daniel KROB¹

14 janvier 1994

1 Introduction

Ce document a pour but de présenter la situation de l'informatique au sein du CNRS. Bon nombre de renseignements et d'explications que nous allons donner ne le seront sans doute pas pour le connaisseur. Nous avons cependant pris le parti pris de la pédagogie par crainte d'omissions ou de pseudo-évidences qui rendrait le décodage de notre texte difficile pour le lecteur non averti.

Il va de soi que présenter la place d'une discipline au sein d'un organisme aussi complexe que le CNRS nécessite de décrire, au moins brièvement, la structuration et les structures du CNRS pour bien comprendre les mécanismes qui y sont en oeuvre. C'est ce que nous faisons au chapitre 2. Nous passons ensuite, au chapitre 3, à la présentation plus détaillée de la section 07 du comité national, qui regroupe l'informatique au CNRS. Le chapitre 4 qui suit est consacré à la description de plusieurs mécanismes importants (la création d'unités, les concours, ...). Nous terminons enfin ce document par un glossaire où sont repris l'essentiel des termes techniques actuellement en vogue au CNRS.

Il est bon de rappeler -ce qui ne pourra que sauter aux yeux du lecteur- que bien des domaines présentés dans ce document sont intimement mêlés. Certaines subdivisions du texte ont donc un caractère artificiel, dû simplement à la nécessité d'un développement linéaire. Il sera donc sans doute nécessaire au lecteur de faire souvent un jeu de va et vient entre différents paragraphes. Nous espérons que ce mode de lecture ne sera pas trop pénible.

Soulignons enfin que l'auteur assume, bien entendu, l'entière responsabilité des analyses, critiques, remarques, erreurs et omissions (sans aucun doute nombreuses) que l'on trouvera dans ce texte qui n'engagent que lui.

2 Les structures

2.1. Structuration du CNRS

Il est bon de commencer par rappeler que le CNRS est actuellement structuré en 40 *sections* couvrant l'ensemble des domaines scientifiques de la recherche française. Le principe de ce découpage est donc exactement le même qu'au niveau universitaire : il s'agit de regrouper au sein d'une même section un ensemble de thèmes scientifiquement cohérents. La ressemblance s'arrête cependant là. En effet, même si dans les grandes lignes, les sections du CNRS correspondent plus ou moins à celles du CNU, le recouvrement n'est plus du tout total. C'est d'ailleurs typiquement le cas de la section 07 qui regroupe au CNRS la totalité de l'informatique (ainsi que l'automatique et le traitement du signal) et qui correspond à deux sections du CNU.

¹ Institut Blaise Pascal (LITP) - Université Paris 7 - 2, place Jussieu - 75251 PARIS Cedex 05
email : dk © litp.ibp.fr

Par ailleurs, ces 40 sections sont regroupées au sein de *sept départements scientifiques* dont nous rappelons ci-dessous les intitulés² :

- Sciences physiques et mathématiques (SPM) = sections 01, 02, 04, 05, 06
- Physique nucléaire et corpusculaire (PNC - IN2P3) = section 03
- Sciences pour l'ingénieur (SPI) = sections 07 à 10
- Sciences de l'univers (SDU) = sections 11 à 14
- Sciences chimiques (SC) = sections 15 à 19
- Sciences de la vie (SDV) = sections 20 à 30
- Sciences de l'homme et de la société (SHS) = sections 31 à 40.

Le département concernant l'informatique est le département SPI qui est le plus jeune du CNRS. Nous y reviendrons plus en détails par la suite. Pour le moment, nous allons commenter très rapidement ce découpage. Un premier coup d'oeil permet de se rendre compte immédiatement que les tailles des départements (mesurées en nombre de sections) sont très disparates. Cela va d'un département qui pour des raisons historiques est réduit à une unique section jusqu'à de très gros départements comme SDV ou SHS, en passant par 4 départements de taille comparable dont fait partie SPI. De même, les disparités entre départements, mesurées en termes d'effectifs, de nombre d'unités de recherche, de budgets,... sont également très importantes.

A côté des départements scientifiques, existent des structures transversales : les *programmes interdisciplinaires de recherche* (PIR pour les intimes). On en dénombre 6 à l'heure actuelle dont l'on trouvera les noms ci-dessous :

- Cognisciences (= sciences cognitives)
- Environnement
- Imabio (= ingénierie des macromolécules)
- Pirmat (= matériaux)
- Pirsem (= sciences pour l'énergie et les matières premières)
- Pir-villes (= les villes).

Ces PIR sont donc ces structures de recherche fédérées autour d'une thématique transversale au découpage en départements du CNRS. Ils correspondent à la volonté de la direction de l'organisme de favoriser l'interdisciplinarité. De fait, un PIR dispose de crédits qui lui permettent de mener sa propre politique scientifique. En particulier, les PIR ont la possibilité de mettre des postes au concours d'entrée dans les sections de leur choix après négociation avec les départements concernés. Nous y reviendrons dans la suite.

2.2. Les structures de recherche

Nous avons jusqu'à présent décrit dans ses grandes lignes, la structuration du CNRS au niveau le plus haut. Il nous faut maintenant changer d'échelle pour nous rapprocher de la base. Le CNRS distribue en effet ses moyens à travers deux types de structures : ses unités de recherche et ses structures fédératrices.

Le terme "*unité de recherche*" est essentiellement un synonyme pour laboratoire, mais il existe en réalité toute une typologie que nous allons préciser. On distingue :

- *l'unité de recherche associée* (URA). C'est le modèle le plus répandu. Il s'agit en général d'un laboratoire dont les locaux appartiennent à une université ou une école d'ingénieur et qui est reconnu par le CNRS par le biais d'un contrat d'association. Ce contrat a une durée statutaire de quatre ans. L'association permet au laboratoire de bénéficier d'une reconnaissance de qualité scientifique, mais aussi de crédits CNRS et de la possibilité d'y voir affecter des chercheurs

² Les correspondances entre départements et sections données ci-dessous sont volontairement simplificatrices. Il arrive en effet qu'un département gère des unités dépendant d'autres sections que celles indiquées dans nos listes.

et des ITA CNRS (voir glossaire). Chaque laboratoire associé fait l'objet d'un examen du comité national (cf. paragraphe 2.3.) à mi-parcours, i.e. au bout de deux ans. Enfin, à l'expiration du contrat, le laboratoire doit demander le renouvellement de son contrat et le comité national se prononce à nouveau sur son éventuelle réassociation³.

- *l'unité de recherche propre* (UPR). La principale différence avec l'URA réside en ce que les locaux de ce type de laboratoire appartiennent au CNRS. La création d'une UPR résulte donc souvent d'une volonté politique de l'organisme pour soutenir plus fortement tel ou tel domaine jugé stratégique. En section 07 dont dépend l'informatique, il y a peu d'UPR par rapport à bien d'autres sections : à l'heure actuelle, on ne compte que l'Équipe de Combinatoire (Paris 7), le Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (LIMSI, Orsay) et le Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systèmes (LAAS, Toulouse).
- *l'unité mixte de recherche* (UMR). Il s'agit toujours d'une variante de la notion d'URA, mais ses contours sont mal définis. Une UMR se rapproche d'une UPR dans la mesure où le CNRS finance une part de son infrastructure. Ce concept est utilisé par exemple pour les laboratoires organisés autour d'un projet à durée de vie limitée en lien avec un partenaire industriel. Il arrive cependant aussi que l'on attribue le statut d'UMR à un laboratoire pour d'autres raisons...
- *l'unité de service et de recherche* (USR). C'est un statut rare au département SPI. Il concerne des laboratoires qui associent une grosse activité de service (gestion d'un centre de ressources informatiques par exemple) à leur activité normale de recherche.

Du point de vue des structures fédératives de recherche, la taxonomie est là plus facile. On ne dénombre en effet que les deux types suivants :

- *les groupements de recherche* (GDR). Ce sont des regroupements nationaux d'équipes autour d'un thème scientifique donné qui couvre souvent un domaine disciplinaire très étendu. En section 07, les GDR sont relativement nombreux. On compte d'abord deux GDR fédérant respectivement l'Automatique et le Traitement du Signal. En ce qui concerne l'Informatique, la couverture du domaine est assurée par les GDR couplés à des PRC (voir ci-après). A part ces derniers, on ne dénombre guère en plus que le GDR "Informatique et Génome", créé par le PIR Imabio, qui gère l'interface entre informatique et biologie.
- *les fédérations d'unités* (FU). Il s'agit d'un concept de création très récente puisqu'il n'a qu'un an d'existence. Ce statut est réservé à des groupements de laboratoires ayant une unité thématique et géographique. La section 07 possède les deux seules fédérations d'unité du département SPI : l'IMAG à Grenoble et l'IBP à Paris.

Il est peut-être bon de dire finalement quelques mots sur les *programmes de recherche coordonnées* (PRC), que nous avons évoqués plus haut, bien qu'il ne s'agisse pas de structures dépendant principalement du CNRS, mais directement du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Les PRC couvrent pratiquement l'intégralité du champ disciplinaire en Informatique et sont au nombre de sept :

- Architectures nouvelles de machines (ANM)
- Bases de données (BD3)
- Communication parlée
- Parallélisme, Réseaux et Systèmes répartis

3

On se reportera au paragraphe 4.2. pour plus de détails sur les créations et réassociations.

- Intelligence Artificielle (IA)
- Mathématiques et Informatique (Maths-Info)
- Programmation (PAOIA).

Les PRC sont des structures spécifiques à l'informatique, qui n'existent donc pas pour les autres disciplines (ce qui peut expliquer les attaques auxquelles ils ont été soumis). Ils reçoivent l'essentiel de leur budget directement du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. A l'heure actuelle, ce sont aussi des GDR du CNRS, ce qui permet leur évaluation par le comité national (cf. paragraphe 2.3.) au même titre que les autres GDR.

2.3. Le comité national

Le *Comité National de la Recherche Scientifique* est (très grossièrement) au CNRS ce que le CNU est au monde universitaire⁴. Il s'agit en effet de la structure d'évaluation des personnels, des laboratoires et des groupements de recherche du CNRS. Le comité national est divisé en autant de sections que le CNRS et on emploie le plus souvent ce terme pour désigner ce qu'il faudrait stricto sensu appeler "section du comité national", abus de langage que nous ferons désormais systématiquement pour nous conformer à l'usage.

Le comité national est une commission constituée de 21 membres : 13 sont des membres élus (3 directeurs de recherche, 3 chargés de recherche, 2 professeurs d'université, 2 maîtres de conférences, 3 ITA CNRS), les autres membres étant nommés par le directeur général du CNRS. Le comité national se veut refléter la réalité du monde de la recherche, ce qui fait que les chercheurs du CNRS sont en particulier loin d'avoir la majorité au sein de cette commission.

Le comité national se réunit deux fois l'an. En *session de printemps* (vers mars/avril), il examine individuellement les chercheurs CNRS et gère les promotions (CR2 → CR1, DR2 → DR1, ... voir section 5). C'est aussi à cette occasion qu'il traite les demandes de détachement. En *session d'automne* (octobre/novembre), le comité national examine les laboratoires et les groupements de recherche à mi-parcours et en fin de contrat. Il traite également en même temps les demandes de création de laboratoires et de GDR.

Indépendamment de ces deux sessions, le comité national, privé de ses membres ITA, assure également le rôle du *jury d'admissibilité* lors du concours d'entrée au CNRS. C'est en effet lui qui effectue les classements d'admissibilité pour les concours de recrutement CR et DR (voir paragraphe 4.3. pour plus de détails sur ce mécanisme). C'est aussi devant lui que planchent à cette occasion les candidats CR lors de leur audition obligatoire.

Enfin il est aussi bon de souligner que le comité national s'occupe aussi de multiples autres choses : suivi des laboratoires et des groupements de recherche, subventions aux colloques et aux revues, prospective scientifique, ...

3 L'informatique au CNRS

3.1. La section 07

L'informatique se trouve donc -comme nous l'avons déjà souligné- regroupée toute entière au CNRS au sein de la section 07 dont l'intitulé est : "Sciences et technologies de l'information : Informatique, Automatique, Traitement du signal". Les mots voulant bien dire ce qu'ils veulent dire, il faut prendre immédiatement conscience -ce que les informaticiens ont parfois tendance à oublier- que, vue du CNRS, l'informatique n'est pas isolée et partage donc une même section avec deux autres disciplines (l'automatique et le traitement du signal) avec lesquelles ses liens

⁴ La différence essentielle étant que le CNU n'examine que les personnels alors que ce n'est pas le cas du Comité National.

scientifiques sont, on en conviendra, pour le moins ténus. Ce mariage forcé n'est pas toujours facile car les us et les coutumes de ces différentes communautés sont loin d'être les mêmes. Il induit en tout cas le respect d'équilibres spécifiques, en particulier dans les décisions qu'est amené à prendre le comité national (cf. paragraphe 2.3. et chapitre 4).

La section 07 est une section jeune au sein d'un département jeune. Il n'est donc pas étonnant qu'elle présente un certain nombre de caractères atypiques par rapport aux autres sections du CNRS. Rappelons d'abord quelques chiffres. La section 07 regroupe une quarantaine de laboratoires associés, deux fédérations d'unités et une dizaine de groupements de recherche. La répartition géographique de la section 07, comme d'ailleurs celle du département SPI, est exactement l'inverse de celle du CNRS pris dans sa globalité car seulement 25 à 30 % de ses moyens sont en région parisienne : la section 07 est donc une section essentiellement répartie en province. Cela étant dit, si l'on regarde plus finement, la distribution provinciale de la section est loin d'être uniforme et se répartit autour des deux grands pôles que sont Grenoble (9 laboratoires) et Toulouse (2 [très] gros laboratoires) et de plusieurs grands centres régionaux (Bordeaux, Clermont-Ferrand, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nice, Rennes, Strasbourg...).

Du point de vue des personnels CNRS, la section 07 compte environ 320 chercheurs CNRS et 330 ITA. La répartition de ces personnels n'est absolument pas uniforme. Alors que certains laboratoires possèdent un grand nombre de chercheurs CNRS et d'ITA (c'est le cas en particulier de certaines UPR (voir glossaire) qui concentrent jusqu'à plus de 10 % des moyens de la section), d'autres n'en ont pas ou peu. Parler de pénétration moyenne du CNRS⁵ dans les laboratoires de la section ne rend donc que peu compte de la très grande variété des situations. Le seul intérêt de ce chiffre est de le comparer à l'ensemble du CNRS pour constater qu'elle est moitié moindre (15 % pour 30 %).

Il est aussi intéressant de noter qu'en terme de budget, les ressources moyennes hors personnel⁶ des laboratoires de la section 07 font apparaître une grande part d'origine contractuelle (plus de 50 % en moyenne). Cela reflète bien la volonté politique de la direction scientifique du SPI d'encourager la diversification des ressources de ses laboratoires.

La section 07 -reflétant bien en cela ce qui se passe au niveau du département- est aussi particulièrement dynamique en terme de nombres de thèses⁷. Ce grand nombre de thésards est manifeste au niveau du concours d'entrée CR où la section 07 se distingue nettement des autres sections du CNRS. Sur les trois dernières années, il y a eu en effet systématiquement de l'ordre de 200 candidats CR distincts⁸. De fait, dès que l'on regarde le tableau statistique du nombre de candidats par section au niveau de l'ensemble du CNRS, la section 07 apparaît comme un pic de Dirac relativement isolé. Il y a bien entendu bien des moyens contradictoires d'interpréter ce chiffre : manque d'auto-censure de la part des candidats, crise du marché du travail en informatique, très grande qualité scientifique de la section,... pour ne citer que quelques interprétations extrêmes. En tout cas, tout membre du jury d'admissibilité ne peut que constater l'excellent niveau général des candidats. On peut donc légitimement penser que cette constatation pose plutôt le problème de la place de l'informatique au sein du CNRS.

5 On désigne par ce terme le rapport du nombre de personnels CNRS sur le nombre de personnels non CNRS dépendant des unités associées d'une section donnée.

6 Là encore, il faut se garder d'attacher trop d'importance aux chiffres car il existe de grandes différences entre laboratoires. Cela étant dit, l'écart-type par rapport à la moyenne est quand même beaucoup moins important que dans le cas de la répartition des postes CNRS.

7 Le département SPI qui ne représente pourtant que 10 % en termes budgétaires, accueille près de 40 % des thésards du CNRS !

8 Ce chiffre est d'ailleurs encore à augmenter si l'on raisonne en terme de candidatures et non pas de candidats, puisque l'on peut en effet candidater à plusieurs concours (voir paragraphe 4.3. pour plus de détails sur le concours d'entrée).

Terminons enfin ce paragraphe en évoquant une des autres caractéristiques de la section 07, à savoir l'importance de ses relations scientifiques avec d'autres sections. Les interactions sont particulièrement importantes avec les mathématiques (PRC/DGR "Mathématiques et Informatique"), la biologie (GDR "Génome et Informatique") et les sciences de l'homme et de la société⁹. L'importance de cette interdisciplinarité fait que notre section entretient des relations fortes avec de nombreux PIR, relations qui se concrétisent en particulier au niveau du concours d'entrée (voir glossaire).

3.2. Les orientations scientifiques et technologiques

Comme toutes les sections du département SPI, la section 07 est divisée en *orientations scientifiques et technologiques* (OST). Il s'agit de grands axes scientifiques permettant un découpage thématique plus fin de la section. En section 07, on dénombre cinq OST dont les intitulés sont les suivants :

- OST 071 : Architecture des systèmes informatiques
- OST 072 : Sciences du logiciel
- OST 073 : Automatique, Aide à la décision
- OST 074 : Signaux et Images
- OST 075 : Communication Homme-Machine, Intelligence artificielle et Robotique.

Ce découpage en OST est relativement récent. Son principe de base est relativement simple. Il permet d'identifier à côté des communautés "Automatique" et "Traitement du signal", trois sous-communautés en Informatique organisées autour de trois aspects bien différenciés de la discipline : les aspects matériels, les aspects logiciels et les aspects "communication homme-machine".

En fait, les contraintes d'équilibres entre les différentes OST ont conduit à une répartition des différentes composantes de l'informatique, parfois un peu difficile à comprendre de prime abord. Il ne faut donc pas nécessairement accorder une trop grande importance scientifique à ce découpage en OST. Si l'on regarde un peu plus finement, on constate en effet que l'OST 071 regroupe l'architecture à proprement parler, les réseaux, les systèmes répartis et le parallélisme. De même, l'OST 072 regroupe outre le génie logiciel, les fondements de l'informatique, les bases de données et la programmation. A côté de l'automatique, l'OST 073 comprend l'aide à la décision et la recherche opérationnelle. L'OST 074 regroupe le traitement du signal et l'imagerie (analyse et synthèse). Enfin, l'OST 075 fédère les nombreux thèmes organisés autour de l'intelligence des machines : intelligence artificielle, traitement du langage naturel, communication homme-machine, robotique, interfaces multi-modales,...

3.3. Les axes prioritaires

Les actions du département SPI sont organisées officiellement autour de huit *axes prioritaires* et pluridisciplinaires qui s'inscrivent dans le cadre du nouveau schéma stratégique du CNRS. Il s'agit de thématiques considérées comme particulièrement importantes pour le département et qui feront donc l'objet de soutiens spécifiques à court et à moyen termes. Voici leurs intitulés précis :

1. Parallélisme dans les architectures des machines et logiciels informatiques
2. Structures et machines intelligentes
3. Microtechnologies
4. Conception et production intégrée
5. Phénomènes couplés et conditions extrêmes
6. Sécurité de fonctionnement
7. Systèmes énergétiques et procédés propres
8. Ingénierie pour la santé.

⁹ Ce dernier axe est d'ailleurs considéré comme une des priorités du département SPI dans le but "de développer des sciences et des techniques mieux adaptées aux besoins de l'homme".

L'informatique est concernée au premier chef par le premier, le deuxième et le sixième axes et de façon plus marginale par le dernier (imagerie médicale en particulier). Il faut bien noter qu'il est explicitement prévu que les crédits des laboratoires associés seront fonction de leur implication dans les axes prioritaires du département...

4 Les mécanismes

4.1. Les rapporteurs

Comme la plupart des mécanismes que nous allons présenter dans la suite de ce chapitre sont intimement liés au mécanisme de fonctionnement du comité national, il est bon de commencer par en dire quelques mots.

Il faut en effet rappeler que tout dossier qui est examiné par le comité national, qu'il concerne un laboratoire, un groupement de recherche, un chercheur ou un candidat au concours d'entrée, l'est par le biais d'un *rapporteur*. Il s'agit d'un membre du comité national désigné par le bureau¹⁰ qui est chargé d'étudier un dossier particulier pour le présenter ensuite en séance devant l'ensemble de la commission. Qu'on le veuille ou non, il faut bien avoir conscience que la personnalité du rapporteur a une importance extrême car, même s'il lit les dossiers dont il est chargé en toute bonne foi -ce qui est la règle quasi-générale-, il les lira selon des critères qui lui sont propres et qui ne seront pas nécessairement ceux d'un autre rapporteur. Le rôle du rapporteur est donc tout à fait crucial dans des situations où il doit classer plusieurs dossiers pour un même problème (typiquement lors du concours d'entrée) : en effet, dans ce cas, même si son appréciation pourra être relativisée par le débat en commission, c'est bien lui qui fera un premier tri et qui décidera quels sont les dossiers suffisamment importants pour être discutés au niveau de la commission tout entière. La solution pour tempérer cette situation serait sans doute de désigner systématiquement deux rapporteurs par dossier. Dans la pratique, cette idée est cependant quasiment impossible à mettre en oeuvre, compte tenu des contraintes de temps et de disponibilité des membres du comité national. Il s'écoule en effet parfois à peine 15 jours entre le moment où un rapporteur reçoit un dossier et celui où la commission se réunit pour le traiter !

4.2. Les créations d'unité

Pour devenir unité associée au CNRS, le chemin est ardu. Il faut d'abord passer par les fourches caudines du comité national (cf paragraphe 2.3.). Celui-ci examine en effet tous les ans, lors de sa session d'automne, les différentes demandes d'association qui lui parviennent. Il établit à cette occasion un classement regroupant dans une même liste les laboratoires en fin de contrat et les nouvelles demandes d'association. Il faut bien noter qu'être classé n'est pas automatique : en effet, après avoir examiné un laboratoire, le comité national fait systématiquement un vote de prise en considération qui, lorsqu'il est négatif, signifie que le laboratoire concerné ne sera pas classé *in fine*.

Le classement de la section est ensuite transmis au *Conseil de Département*¹¹ du SPI. Celui-ci interclasse les différentes propositions issues des sections qui composent le SPI. Les possibilités budgétaires de créations de laboratoires ne dépendent en effet pas de la section, mais de son département de rattachement. C'est donc au niveau du département que les arbitrages finaux sont pris. Le fait d'être classé en tête des demandes de création dans une section donnée n'implique en particulier pas qu'une décision de création en résultera puisque d'autres demandes peuvent être prises en compte prioritairement par le conseil de département. Il est donc prudent dans une telle situation de ne pas crier victoire trop tôt...

¹⁰ Le bureau du comité national est constitué de 5 membres : le président, le secrétaire, un membre élu par la commission et deux membres du comité désignés par le département scientifique.

¹¹ Le conseil de département est la commission chargée de prendre au niveau du département les décisions de créations d'unités, de promotions, de détachements,... Il est composé du directeur de département, de représentants élus par les différentes sections du comité national composant le SPI et de membres nommés par la direction du département.

4.3. Le concours d'entrée

Il vaudrait mieux dire les concours d'entrée car il y en a plusieurs. On peut d'abord distinguer les deux concours CR et DR (voir glossaire). Les enjeux et les mécaniques de ces deux catégories de concours n'étant pas exactement les mêmes, nous allons les présenter de manière séparée.

Le concours CR se subdivise lui-même en plusieurs concours. Certains postes sont en effet affichés (voir glossaire) et constituent donc autant de concours distincts. Il y a a priori toujours un certain ensemble de postes non affichés que l'on désigne sous le nom de *concours général* pour lequel la pression, mesurée en terme de nombre de candidats, est généralement très forte. Dans la pratique, il faut aussi noter qu'il y a affichage et affichage. Certains fléchages se font en effet sur des thématiques très larges et la qualité de tels concours est donc tout à fait comparable à celui du concours général. De tels affichages agissent plus comme des garde-fous pour éviter d'oublier certains domaines et ne sont donc absolument pas critiquables. On peut en revanche se poser légitimement des questions sur certains concours affichés aux intitulés tellement pointus (c'est essentiellement le cas de certains postes affichés en lien avec les PIR [voir glossaire]) qu'il n'y a quasiment pas de candidats correspondants aux profils en question.

Ces quelques réflexions générales étant faites, passons à la description du déroulement du concours CR. On peut grosso modo dire qu'il comporte trois temps. Tout candidat CR est d'abord auditionné par le *jury d'admissibilité*¹² qui se sépare donc à cette occasion en un certain nombre de sous-jurys. Même si on peut le déplorer, on ne peut que constater l'importance extrême qu'a prise l'audition dans le concours d'entrée. Dans les faits, une mauvaise audition est difficilement rattrapable, même pour un candidat ayant un excellent dossier scientifique. Il convient donc d'accorder une grande importance à la préparation de cet exercice de style¹³.

Une fois tous les candidats auditionnés, le jury d'admissibilité va ensuite se réunir dans son ensemble et procéder au classement des candidats sur les différents concours qui le concernent. Suit enfin une dernière étape, souvent mystérieuse dans l'esprit des candidats, celle du *jury d'admission*. Il s'agit d'un jury¹⁴ qui se passe au niveau de l'ensemble du département SPI et qui réexamine les classements des différents jurys d'admissibilité. Le jury d'admission est donc habilité à faire des modifications de classement ce qui est heureusement assez rare. Il convient en tout cas, lorsque l'on a franchi l'étape du jury d'admissibilité, de ne pas croire que tout est terminé.

En ce qui concerne le concours DR, la mécanique est sensiblement la même. Il y a cependant quelques différences qu'il convient de noter. Tout d'abord, les candidats DR ne sont pas auditionnés¹⁵. Se rajoute également aux deux étapes des jurys d'admissibilité et d'admission, celle du *Conseil Scientifique* du CNRS qui prend la décision de nomination finale. Dans certains cas, des déclassements peuvent avoir lieu à ces deux étapes statutaires.

4.4. Les détachements

Un des objectifs récents du CNRS est d'augmenter les possibilités de détachement en son sein, d'enseignants du supérieur pour des durées limitées (deux ans). En ce qui concerne le département SPI, il s'agirait de réussir à atteindre un nombre de 1 900 postes de chercheurs CNRS en 2010, dont 400 seraient en détachement (rappelons que le département ne compte que 1200 chercheurs permanents à l'heure actuelle).

12 Le jury d'admissibilité est constitué des membres chercheurs et assimilés du comité national.

13 Rappelons qu'à l'heure actuelle, l'audition dure seulement 10 minutes en section 07.

14 Le jury d'admission est présidé par le directeur du département SPI. Il est composé de membres élus par les différentes sections du comité national concernées ainsi que de membres nommés par la direction du département.

15 Selon certains bruits, cette situation va peut-être évoluer dans le futur.

Les demandes de détachements CR et DR sont examinées chaque année par le comité national lors sa session de printemps. Celui-ci classe les demandes et transmet ensuite son classement au conseil de département du SPI. Les possibilités de détachements sont en effet définies par le département et c'est donc à ce niveau que les classements finaux sont établis par interclassement des propositions des différentes sections du département. Il est à noter qu'à l'heure actuelle, la section 07 est la section de SPI où les demandes de détachement sont les plus nombreuses.

4.5. Les promotions

Il s'agit là d'un paragraphe qui ne concerne à vrai dire que les chercheurs CNRS. A l'heure actuelle, les promotions CR2 → CR1 ne posent guère de problèmes (budgétairement parlant, ce qui ne fut pas toujours le cas dans le passé). Ainsi, sous réserve d'un bon dossier scientifique, les promotions en question sont quasi-automatiques lorsqu'elles sont statutairement possibles (voir glossaire).

La situation est totalement différente pour les promotions DR2 → DR1 et DR1 → DRO (voir glossaire). Dans le premier cas, les possibilités de promotion se définissent au niveau du département ce qui fait qu'après classement par la section, un arbitrage final est fait par le conseil de département qui interclasse les différentes propositions qui lui sont soumises par les sections qui le composent. Dans le deuxième cas, les possibilités de promotion sont définies au niveau de l'ensemble du CNRS, ce qui fait que le conseil de département ne devient qu'une étape de sélection supplémentaire et que les classements finaux sont établis par le conseil scientifique du CNRS...

5 Glossaire

L'utilisation abusive des signes, manie bien franco-française, rend parfois les meilleurs documents illisibles et donne aux mauvais l'apparence de la profondeur. Sacrifiant cependant comme tout le monde sur l'autel de l'acronyme, ce texte n'échappe pas à cette règle. Pour contourner cet écueil, nous avons cru bon de rajouter un petit vade mecum des sigles et termes techniques courants dans l'univers (impitoyable ?) du CNRS.

- **Affichage**

Un poste est dit *affiché* ou *fléché* lorsque son affectation est soumise à certaines conditions spécifiques. Un affichage peut-être soit géographique (dans ce cas, le poste est destiné à des laboratoires bien précis), soit thématique (dans ce cas, on impose un profil particulier au candidat) ou encore un panachage de ces deux types de fléchages (par exemple, "Quasi-automates super-asynchrones d'ordre 3" dans l'URA machin-truc). Il peut parfois être astucieux de candidater sur un poste affiché dès qu'il y a un lien, même faible, mais réel, avec le thème de fléchage car les concours affichés sont souvent beaucoup moins compétitifs.

- **Comité national : *Comité national de la recherche scientifique***

Et non pas du CNRS... Notez la différence. Le comité national se veut en effet représentatif de l'ensemble de la recherche française et associe donc à ce titre les universitaires et les chercheurs CNRS. Le comité national est, comme il a été déjà expliqué plus haut, la structure d'évaluation des laboratoires, des groupements de recherche et des chercheurs du CNRS. Il s'occupe également des créations et renouvellements d'unités, des promotions des chercheurs (CR et DR) et du recrutement des nouveaux chercheurs.

- **CNU : *Comité national des universités***

Ce n'est bien sûr pas un sigle CNRS. Nous rappelons juste sa signification "to be self-contained" (cf. paragraphe 2.3.)

- **CNRS** : *Centre national de la recherche scientifique*

Si vous ne connaissiez pas encore la signification de ce sigle, l'adhésion à Spécif s'impose de toute urgence pour compléter votre formation...

- **CR** : *Chargé de recherches*

Il y en a de deux sortes : les CR2 (chargé de recherches de deuxième classe) et les CR1 (chargé de recherches de première classe). La carrière des CR est calquée sur celle des maîtres de conférences. Seule différence, les CR2 doivent statutairement attendre 4 ans avant de pouvoir prétendre à une promotion CR1. Qui plus est un CR1 ne peut candidater sur un poste de DR que s'il a 3 ans d'ancienneté dans ce grade. Comme on rentre déjà fort tard CR2 (la moyenne est de l'ordre de 29 ans en section 07), un calcul élémentaire permet de savoir quel est l'âge moyen d'une première candidature DR pour un CR. Sachant ensuite qu'on ne passe jamais DR du premier coup, déduisez-en l'âge du capitaine... Heureusement le directeur général du CNRS peut donner, dans sa grande magnanimité, des dérogations à la règle des trois ans après avis du conseil scientifique de l'organisme.

- **DR** : *Directeur de recherches*

Il y en a de trois sortes : les DR2 (directeur de recherches de deuxième classe), les DR1 (directeur de recherches de première classe) et les DR0 (directeur de recherches de classe exceptionnelle), ces derniers formant une espèce exceptionnellement rare. Le passage CR1/DR2 se fait sur concours et est donc ouvert à ce titre à tout candidat qu'il soit ou non déjà chercheur au CNRS. Même s'il ne faut pas le dire, il est malgré tout assez clair que le recrutement d'un chercheur extérieur sur un poste DR est quasiment impossible vue la pression exercée par les CR de l'organisme (voir plus haut à l'entrée CR du glossaire pour plus de détails).

- **EP** : *Équipe postulante*

C'est le nouveau nom des anciennes "jeunes équipes". Il s'agit d'un statut temporaire qui associe au CNRS un laboratoire pour une durée ne pouvant pas excéder deux ans. Ce statut est prévu pour des laboratoires n'ayant pas la taille critique pour être associés, mais dont on pense qu'ils possèdent des potentialités intéressantes qui leur permettront d'obtenir un statut définitif d'URA au bout de leur période d'EP. Dans la pratique, ce statut peut être accordé pour bien d'autres raisons, lors de transferts d'équipes par exemple. Il est cependant important de garder un regard critique sur le statut d'EP -surtout quand on en est une- car il donne la fausse sécurité d'être associé au CNRS alors qu'il s'agit seulement d'une situation temporaire et non renouvelable. De fait, lorsqu'une EP arrive en fin de contrat et qu'elle candidate à l'association, elle est considérée au même titre que toute autre demande. Et comme les classements sont par définition relatifs, une EP qui avait été bien considérée lors de sa création peut se trouver en lice avec des laboratoires que la commission lui préférera. Qui plus est, le fait d'être EP peut même devenir un handicap car le laboratoire concerné sera vraisemblablement jugé avec plus de sévérité puisqu'on va lui appliquer les (hauts) critères de qualité du CNRS...

- **ERA** : *Équipe en réaffectation*

Mieux ne vaut pas l'être car c'est le terme fleuri qui désigne un laboratoire en passe d'être purement et simplement rayé du CNRS !! Lorsque la décision de désassocier un laboratoire est prise, il est en effet nécessaire de garder encore pendant un certain temps un lien structurel entre l'unité concernée et le CNRS, de manière à permettre de régler les problèmes, le plus souvent de redéploiement de personnels CNRS, qui résultent de cette situation. D'où le statut d'ERA.

- **ERS** : *Équipe en restructuration*

C'est un terme à significations multiples. Dans le meilleur des cas, c'est le statut que l'on donne à un laboratoire lorsqu'il est réellement en restructuration profonde, par exemple quand on le fait éclater en plusieurs morceaux pour refaire d'autres unités et qu'on en profite pour redistribuer des équipes... Cela peut cependant aussi être le premier pas vers la réaffectation (ERA) (voir plus haut)...

- **FU** : *Fédération d'unités*

Comme son nom l'indique, une fédération d'unités est un regroupement de laboratoires du CNRS sur un même site et autour d'un thème fédérateur. C'est un statut accordé avec parcimonie. La section 07 peut s'enorgueillir de posséder deux FU : l'Institut d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble (IMAG) et l'Institut Blaise Pascal (BIP, Paris 6/7).

- **GDR** : *Groupement de recherches*

Ce terme désigne des regroupements d'équipes autour d'un thème scientifique fédérateur. Les GDR ont vocation à structurer et à animer de larges communautés. Le CNRS, qui est loin d'avoir les moyens de sa politique, finance en général relativement peu ses GDR. Dans la réalité des faits, ce statut est donc surtout utilisé comme un label de qualité qui permettra aux responsables de GDR de récupérer d'autres soutiens (financiers par exemple) ailleurs. Notez bien que tout PRC est (maintenant) GDR, mais pas le contraire (voir plus bas).

- **ITA** : *Ingénieur, technicien, Administratif*

Un ITA est au CNRS ce qu'un agent IATOS est à l'université. On désigne en effet par ce terme générique et barbare toute personne payée par le CNRS mais qui n'est pas un chercheur. Tombent donc dans cette catégorie les ingénieurs CNRS, les secrétaires, les personnels des administrations délégués et du siège, les techniciens, ...

- **OST** : *Orientations scientifiques et technologiques*

Si vous êtes restés à "objectifs scientifiques et techniques", vous retardez d'un train ou plutôt d'un directeur ! Il s'agit donc du nom que l'on donne aux quelques grandes thématiques scientifiques qui permettent de découper plus finement et comme ils proviennent d'arbitrages complexes, les résultats peuvent parfois surprendre le scientifique de base. En tout cas, un excellent moyen pour déstabiliser un interlocuteur potentiel consiste à lui demander à froid l'intitulé de l'OST dont il dépend...

- **PIR** : *Programme interdisciplinaire de recherches*

Ce sont des structures lourdes centrées autour de thématiques jugées particulièrement stratégiques (les "problèmes de société" par exemple). Les PIR contribuent sans aucun doute à l'expression institutionnelle de l'inter (pluri, multi, poly, ...) disciplinarité qui existe au CNRS. Dans la réalité des faits, ils induisent cependant un certain nombre d'effets pervers.

Le premier est sans doute scientifique : l'existence même de telles structures a en effet pour conséquence que toute activité scientifique interdisciplinaire n'entrant pas dans le champ des PIR aura plus de difficultés à se faire reconnaître au sein du CNRS. C'est en particulier le sort des champs interdisciplinaires en émergence !

Le deuxième effet pervers des PIR se situe au niveau du concours d'entrée. Le poids des PIR est en effet à l'heure actuelle tel qu'ils peuvent afficher des postes au niveau CR. Qui plus est lorsqu'un PIR donne un poste, le département est tenu d'afficher lui aussi un poste sur une thématique voisine. Cela conduit donc très souvent à des affichages (doubles) très pointus, voire baroques, pour lesquels les candidats potentiels se comptent sur les doigts de la main et l'on peut parfois se poser légitimement des questions sur la qualité scientifique de tels concours. Certains bruits de couloir disent cependant que les PIR ne sont plus en odeur de sainteté. Affaire à suivre...

- **PRC** : *Programme de recherches coordonnées*

Ce sont des structures fédératives de recherches, propres à l'informatique, qui couvrent presque l'ensemble du champ scientifique de notre discipline. A l'heure actuelle, tous les PRC sont des GDR (voir plus haut). On trouvera le détail des noms des PRC à la fin du paragraphe 2.2.

- **UMR** : *Unité mixte de recherche*

C'est presque comme une UPR puisque le CNRS participe aux dépenses d'infrastructure (voir plus bas). En tout cas, ce n'est pas une URA (voir aussi plus

bas). Ce statut sert le plus souvent pour les laboratoires créés autour d'un projet associant le CNRS et des partenaires industriels. On l'utilise cependant également lorsque l'on veut pour telle ou telle raison distinguer un laboratoire. Ce statut est malgré tout relativement rare et l'on ne compte à cette date que trois UMR en section 07 : le Laboratoire des Signaux et Systèmes (L2S, Orsay), le Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM, Montpellier) et l'UMR Verilog-Imag (VERIMAG, Grenoble).

• **UPR** : *Unité propre de recherche*

C'est comme une URA (voir plus bas). La seule différence vient de ce que les locaux du laboratoire appartiennent en général au CNRS. Les UPR sont considérées en général comme les fleurons de l'organisme. Elles correspondent en tout cas à une volonté politique de CNRS de soutien plus fort pour des axes scientifiques jugés particulièrement importants.

• **URA** : *Unité de recherche associée*

C'est le nom donné au laboratoire lambda reconnu par le CNRS. L'espèce la plus courante. Si votre laboratoire est associé au CNRS il y a toute les chances qu'il s'agisse d'une URA (sauf si vous êtes un petit veinard et que c'est une UPR, voire une UMR (voir plus haut).

• **USR** : *Unité de service et de recherche*

C'est un statut très rare qui est réservé aux laboratoires associant à côté de leur activité normale de recherche une (très) grosse activité de prestations de services, comme par exemple la gestion d'un gros centre de calcul ou de ressources informatiques. La seule USR du département SPI est le laboratoire Techniques de l'Informatique et la Microélectronique en Architecture (TIMA, Grenoble).

**NOTE RELATIVE AUX PROGRAMMES
DE RECHERCHES COORDONNÉES (PRC)
ET AUX GROUPEMENTS DE RECHERCHE (GDR)
EN INFORMATIQUE.**

Les Programmes de Recherche Coordonnée (PRC) et les Groupements de Recherche (GDR) en informatique sont des mécanismes complémentaires permettant la mise en place d'actions incitatives visant à renforcer la recherche publique dans ce domaine et ses relations avec l'industrie.

Les objectifs et les modalités de fonctionnement des PRC et des GDR sont de natures différentes.

- Les GDR sont des structures du C.N.R.S., ouvertes aux autres acteurs de la recherche publique (Universités, I.N.R.I.A., notamment) et qui ont pour rôle de susciter et de renforcer la structuration de la communauté scientifique en offrant un cadre privilégié pour l'animation de cette communauté sur un certain nombre de thèmes scientifiques considérés comme particulièrement importants. Ils sont créés pour une durée de quatre ans.
- Les PRC sont des actions incitatives visant à amplifier l'effort global de recherche mené par le C.N.R.S., l'I.N.R.I.A. et les Universités en soutenant un petit nombre de projets sur quelques thèmes jugés prioritaires. Ces projets doivent avoir une ampleur et une visibilité qui justifient le soutien spécifique qui leur est accordé et ils doivent notamment prendre en compte le souci d'améliorer les transferts de résultats de la recherche publique vers le secteur socio-économique. Chaque PRC fait l'objet d'un contrat avec le MESR pour une durée de deux ans.

La DRED a participé également à cet effort global en soutenant chaque année un certain nombre d'actions incitatives en informatique.

Une coordination étroite est établie entre les PRC et les GDR d'une part, et entre les organismes de tutelle d'autre part pour permettre une synergie des efforts, qui concoure effectivement à un renforcement significatif du potentiel de recherche et informatique et à un accroissement de la visibilité des actions soutenues.

Chaque PRC en informatique est jumelé avec un GDR, de façon à permettre une bonne complémentarité des actions à court terme avec l'animation et la structuration de la communauté scientifique qui sont, par essence, à plus long terme.

Les dates auxquelles les GDR et les PRC arrivent à échéance (respectivement tous les quatre ans et tous les deux ans) constitueront des opportunités pour une redéfinition progressive des champs thématiques couverts et des priorités scientifiques à retenir, afin notamment, de prendre en compte l'évolution de la discipline et d'éviter la création de frontières artificielles entre thématiques.

Un "Comité de Pilotage" inter-PRC-GDR est mis en place afin de veiller à cette coordination et d'effectuer la liaison avec le MESR, la DRED, le C.N.R.S. et l'INRIA.

Chaque PRC (et le GDR associé) fait l'objet d'une évaluation scientifique rigoureuse et régulière. Cette évaluation est faite, d'une part par un Conseil Scientifique qui se réunit tous les deux ans, d'autre part par une expertise annuelle des projets soutenus par le MESR.

Chaque PRC (et le GDR associé) est animé par un directeur (entouré d'une équipe de direction) qui veille au bon fonctionnement, en concertation avec le Comité de Pilotage inter PRC-GDR. Ce directeur est nommé par le C.N.R.S., avec l'accord du MESR, de la DRED et de l'INRIA, après avis du Comité National de la Recherche Scientifique.

La liste des PRC-GDR et de leur directeur est la suivante :

- . **ARCHITECTURES NOUVELLES DE MACHINES**
Daniel ETIEMBLE
- . **BASES DE DONNEES**
Nicole BIDOIT
- . **COMMUNICATION HOMME-MACHINE**
Jean CAELEN
- . **INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**
Daniel KAYSER
- . **MATHEMATIQUE ET INFORMATIQUE**
Philippe FLAJOLET
- . **PARALLELISME, RESEAUX ET SYSTEMES**
Jean-Claude BERMOND
Michel DIAZ
- . **PROGRAMMATION**
Pierre LESCANNE

Le comité de pilotage inter-PRC-GDR est composé des directeurs des PRC-GDR en informatique et des personnalités scientifiques suivantes :

Hervé GALLAIRE
Marie-Claude GAUDEL
Maurice NIVAT
Gérard ROUCAIROL
Michel SINTZOFF

Marie-Claude GAUDEL préside ce comité.

LES PROGRAMMES DE RECHERCHES COORDONNÉES EN INFORMATIQUE

Marie-Claude GAUDEL

5 juin 1992

Rapport rédigé à l'attention du Département "Mathématiques, Technologies de l'Information" de la Direction Générale de la Recherche et de la Technologie du MRT

1 Introduction

Ce rapport a été écrit à la demande de Joseph Baixeras, chef du département "Mathématique, Technologies de l'Information" de la Direction Générale de la Recherche et de la Technologie du MRT. La lettre de mission qui détermine le contenu de ce rapport est reproduite page suivante. Le MRT soutient plusieurs Programmes de Recherches Coordonnées (PRC) dans le domaine de l'Informatique. Comme demandé dans la lettre de mission datée du 18 Février 1992, ce rapport présente d'abord un bilan de ces programmes ; il comporte ensuite une partie de prospective sur des thèmes et domaines de recherche en Informatique qui semblent prometteurs ; les problèmes de structures et d'organisation sont ensuite brièvement discutés.

La création des PRCs s'est échelonnée de 1984 à 1988, parfois sur la base d'un Greco (Groupement de REcherches COordonnées) du CNRS. La liste des PRCs concernés par ce rapport est donnée ci-dessous :

- *Programmation Avancée et Outils pour L'Intelligence Artificielle* (PAOIA), créé en 1984, issu du Greco Programmation ;
- *Communication Homme-Machine* (CHM), créé en 1984, issu en partie du Greco Communication Parlée ;
- *Communication, Concurrence et Coopération* (C3), créé en 1984, issu du Greco du même nom ;
- *Bases de Données de 3ème Génération* (BD3), créé en 1984, issu d'une action de l'INRIA ;
- *Intelligence Artificielle* (IA), créé en 1985, à partir de l'action thématique programmée (ATP) de même nom du CNRS ;
- *Mathématiques et Informatique*, créé en 1985, en concertation avec une action spécifique programmée du CNRS ;
- *Architectures Nouvelles de Machines* (ANM), créé en 1988.

DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE

MINISTÈRE
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE



DEPARTEMENT MATHÉMATIQUES,
TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

Réf. : JB DMTI-92.087

Paris, le : 18 février 1992

Mme M.C. GAUDEL
L.R.I.
Bat. 490
Université Paris-Sud
91405 ORSAY CEDEX

Madame et chère collègue,

Dans le cadre du Programme Mobilisateur de la Filière Electronique, le Ministère de la Recherche et de la Technologie a soutenu un certain nombre d'actions incitatives en informatique, en particulier sous la forme de Programmes de Recherches Coordonnées (PRC) thématiques, dont la création s'est échelonnée de 1984 à 1987. L'évolution rapide et spectaculaire de l'informatique et du contexte socio-économique durant les dernières années, l'émergence de nouveaux champs de recherche, conduisent tout naturellement à s'interroger sur la forme la plus appropriée pour la poursuite de cette politique.

Je souhaite que vous examiniez l'état actuel des travaux de recherche en informatique menés dans le cadre des Programmes de Recherches Coordonnées, avec la participation de leurs équipes de direction. En particulier, il paraît important de mettre en évidence les résultats obtenus, d'identifier les retombées significatives acquises, mais aussi de dégager les faiblesses éventuelles auxquelles il conviendrait de remédier à l'avenir, par exemple en ce qui concerne la pertinence du découpage thématique actuel des PRC.

Vous identifierez les thèmes et les domaines qui devront faire l'objet d'efforts prioritaires de recherche durant les prochaines années en précisant chaque fois les objectifs scientifiques et les retombées discernables, notamment sur le plan socio-économique.

Enfin, en fonction de ces objectifs, vous proposerez les moyens, les structures et les modalités d'évaluation qui vous paraissent les plus appropriés pour la mise en oeuvre d'actions incitatives destinées à soutenir les thèmes que vous aurez identifiés. Il nous

paraît important que vous intégrez dans votre réflexion, d'une part la nécessaire concertation avec les actions conduites par le MEN et le CNRS (Groupements de Recherche), d'autre part l'articulation avec les actions européennes dans le domaine (notamment les "Basic Research Actions").

Vous me remettrez votre rapport début mai. Je souhaite en effet pouvoir mettre en place le financement des actions du FRT 1992 dans le domaine de l'informatique avant fin juin.

Je vous prie d'agréer, Madame et chère collègue, l'expression de mes respectueux hommages.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Baixeras', with a long horizontal stroke extending to the left.

Joseph BAIXERAS
Chef du Département
Mathématiques,
Technologies de l'information

Il n'est sans doute pas inutile de rappeler les objectifs de ces programmes ; la citation qui suit est extraite de l'avant-propos du bulletin de liaison de la recherche en Informatique et en Automatique consacré aux PRCs (n°136, 1992), avant-propos écrit par Joseph Baixeras et Roger Seité.

" Les objectifs visés lors de la création de ces PRC, et qui sont toujours d'actualité, sont de rassembler les équipes travaillant sur les mêmes thèmes afin d'accroître leur efficacité, d'orienter les recherches dans des directions résultant de réflexions collégiales prenant en compte les besoins à moyen terme de l'industrie et de renforcer, par un financement complémentaire, les moyens des équipes afin de les porter si possible au niveau de ceux des meilleures équipes étrangères."

Il existe également un PRC *Informatique Linguistique*, créé fin 1985. Ce PRC plus spécialisé, a eu moins d'impact sur l'ensemble de la communauté de recherche en Informatique que les grands PRCs thématiques mentionnés ci-dessus. Il n'a donc pas été examiné au même titre que ceux-ci, mais en fonction de ses liens avec eux. La réflexion sur le bilan de ce PRC et son devenir a plutôt sa place dans l'analyse des recommandations du rapport Guibert¹ qui suggère une action incitative interministérielle en Informatique et Linguistique.

PRCs et Groupes de Recherches du CNRS

Le découpage des PRCs suit tout naturellement certaines structures ou actions du CNRS et de l'INRIA . En particulier les découpages en Greco CNRS (renommés maintenant GDR) ont été repris pour certains PRCs puisqu'il s'agissait dans les deux cas de rassembler les équipes travaillant sur les mêmes thèmes.

Actuellement, tous les PRCs de la liste ci-dessus sont également des GDRs du CNRS, à l'exception de BD3. Il est donc impossible de mener une réflexion sur ces PRCs sans discuter des grands GDRs thématiques et nationaux² du domaine. A l'inverse, il existe deux GDRs dans des domaines connexes à l'Informatique qui ne sont pas des PRCs : Traitement du Signal et Images, Automatique. On verra que des liens existent entre ces GDRs et les PRCs. On reviendra sur la dualité entre GDR et PRC dans la dernière partie de ce rapport.

Opérations de Recherche

Après une période initiale courte, au cours de laquelle il a fallu doter l'ensemble des chercheurs d'un équipement minimum, les PRCs ont mené, à la demande du MRT, une politique incitative en focalisant les efforts sur quelques projets. Le deuxième objectif des PRCs, qui était d'orienter les recherches, a donc correspondu à la mise en place, par tous les PRCs, d'Opérations de Recherches Coordonnées (ORC, en Math-Info elles s'appellent des actions). Il s'agit, par mécanisme d'appel d'offre interne (parfois ouvert à l'extérieur), de regrouper un petit nombre d'équipes, sur un objectif de recherche précis, pour un temps de 2 à 3 ans. Il est intéressant de noter qu'un fonctionnement similaire a été mis en place dans les GDRs Traitement du Signal et Automatique.

¹ Bernard Guibert, "Cognition et Modernisation", Rapport au ministre de la Recherche et de la Technologie, Avril 1992.

² Ces qualificatifs ont leur importance : les Groupes de Recherche du CNRS ont des finalités et des compositions très variées.

Perception des PRCs par la communauté des chercheurs en Informatique

Il est apparu clairement au cours de l'élaboration de ce rapport que la communauté des chercheurs en Informatique est très attachée à ces structures, qu'on les appelle des Grecos, des GDRs ou des PRCs, ceci pour des raisons très diverses qui vont apparaître dans la suite de ce rapport. L'évolution des PRCs est un souci constant de cette communauté. ce souci s'est matérialisé récemment de deux manières : par une enquête de la commission recherche de SPECIF³ et plusieurs réunions des directeurs de PRCs.

L'enquête de SPECIF a porté sur un peu moins d'une centaine de chercheurs à peu près également répartis dans les différents PRCs. Les résultats de cette enquête sont en cours d'analyse et vont être publiés par SPECIF. Ce rapport fait fréquemment référence à une version provisoire, datée d'Avril 1992, obtenue grâce à l'obligeance de collègues du CRIN, et il est clair que l'analyse finale pourra présenter des divergences (sans doute mineures) avec ce rapport. Cette enquête porte sur l'évaluation de l'action des PRCs et leur futur : rôle, organisation, gestion, découpage et propositions. Le rôle des PRCs dans la création et l'animation de communautés de chercheurs travaillant sur des mêmes thèmes y est plébiscité. Un autre point qui ressort de cette enquête est l'importance accordée au soutien financier venant des PRCs : ce soutien est marginal, puisque l'infrastructure des équipes et leur fonctionnement "normal" sont assurés par leurs tutelles, mais "c'est avec cet argent qu'on peut faire quelque chose". Le rapport investissement-bénéfice est perçu comme remarquable.

Les directeurs de PRCs se sont réunis trois fois depuis fin 1991 afin de réfléchir à la coordination inter-PRC et à des restructurations éventuelles. Des inventaires ont été faits : actions existantes communes à plusieurs PRCs, préoccupations communes pouvant déboucher sur de telles actions, possibilités de grands projets fédérateurs et mobilisateurs. En plus de ces aspects de concertation, des Rencontres Recherche Informatique-Industrie, communes à l'ensemble des sept PRCs informatiques ont été organisées (elles se dérouleront les 1er et 2 Juillet à Toulouse), la création d'une lettre électronique des PRCs, mensuelle, a été décidée. Enfin, une première liste de sujets de recherche fédérateurs a été établie ; cette liste a sans aucun doute influencé la partie prospective de ce rapport.

Choix de présentation

Il n'est pas facile de présenter et de discuter un tel bilan de façon synthétique. Une suite de rubriques sur chaque PRC amènerait à beaucoup de redites et serait difficile à exploiter. Ce rapport présente donc des bilans globaux de différents points de vue. Les deux aspects essentiels de l'action des PRCs, à savoir *l'animation de communautés de recherche* et *l'obtention de résultats scientifiques*, sont bien sûr décrits en détail. Il n'était pas possible d'énumérer tous les résultats scientifiques obtenus : une dizaine d'entre eux sont présentés à titre d'exemples ; leur choix se veut le plus représentatif possible de la nature et de l'importance des résultats ; ce n'est en aucun cas un palmarès car l'importance a été parfois sacrifiée à l'aspect explicable, présentable en quelques lignes à un public de scientifiques non informaticiens. D'autres aspects relatifs au niveau scientifique des PRCs, à la valorisation, à la présence dans les actions européennes, sont plus brièvement discutés.

La difficulté d'un tel bilan tient au fait que les PRCs viennent en plus des ressources institutionnelles et contractuelles de la recherche en Informatique. La question qui se pose sans cesse est : est-ce-que tout cela n'aurait pas eu lieu sans les PRCs? Dans certains cas, il est impossible de faire la part des choses, par exemple de

³SPECIF est la Société des Personnels Enseignants et Chercheurs en Informatique de France ; les résultats de l'enquête peuvent être obtenus en s'adressant au président de la commission recherche, Pierre Lescanne, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Campus Scientifique, BP 239, 54506 Vandoeuvre.

déterminer quelle est la contribution des PRCs à la reconnaissance internationale croissante des recherches françaises, ou à l'augmentation sensible du nombre des thèses soutenues dans les équipes : tout ce qu'on peut dire c'est qu'une corrélation existe car ces phénomènes se sont manifestés, avec un décalage naturel, depuis la mise en place des PRCs. Un autre élément complique un peu plus cette analyse : la mise en place des PRCs a été suivie de près par celle des grands projets européens ESPRIT, RACE, EUREKA. La participation des équipes des PRCs à ces programmes a été, et est toujours, importante et a eu une incidence sur leurs activités.

L'articulation des PRCs avec ces actions européennes est abordée en deux endroits du rapport: dans la partie bilan sur l'animation des communautés de recherche, dans la dernière partie où les aspects structurels sont discutés.

La prospective scientifique dans le domaine de la recherche en Informatique est un exercice périlleux. On s'est donc limité à du (très) moyen terme, c'est-à-dire trois à quatre ans. Mais même dans ce cadre, le champ est très vaste. Le choix des thèmes de recherche proposés prend donc en compte le contexte, c'est-à-dire l'existence de groupes de chercheurs prêts à travailler en commun sur ces thèmes. Vu le bref délai de réalisation de ce rapport cette liste est loin d'être exhaustive : une réflexion plus approfondie est en train de se mettre en place au CNRS où deux groupes de travail vont redéfinir les OST (Objectifs scientifiques et techniques) pour l'Informatique et l'Automatique. Cette réflexion collective devrait aboutir début 1993 ; la partie prospective de ce rapport devra alors être revue en fonction de ses conclusions. Notons également que le CNRS est en train de travailler à un rapport de conjoncture dont un chapitre porte sur les sciences et technologies de l'information.

IA = 26 équipes de 19 laboratoires + 2 équipes industrielles, 312 chercheurs

C3 = 43 équipes de 24 laboratoires, environ 350 chercheurs

CHM = 37 équipes de 24 laboratoires, environ 250 chercheurs

PAOIA = 27 équipes, 310 chercheurs

BD3 = 12 équipes, environ 150 chercheurs

ANM = 19 équipes, environ 150 chercheurs

Math-Info = 40 équipes, 350 chercheurs

Figure 1 : effectifs des PRCs ; le total des effectifs des PRCs est inférieur au total de ces nombres en raison des appartenances multiples.

2 Bilan

Les deux grands points qui vont être développés dans cette partie du rapport sont d'une part les retombées des PRCs sur l'animation des communautés de recherche, d'autre part les résultats obtenus par des équipes soutenues par les PRCs, ou par des regroupements d'équipes autour de projets. Avant d'aborder ces deux aspects, quelques remarques sont faites sur la situation matérielle des équipes au début des PRCs, le niveau actuel de la recherche française en Informatique et sa reconnaissance internationale, les aspects de valorisation et les notions de recherche fondamentale et appliquée en Informatique (!).

La mise à niveau des moyens informatiques au début des GDR-PRCs

Les moyens matériels des équipes de recherche en Informatique ont complètement changé en moins de 10 ans, au point qu'il est impossible pour les jeunes qui sont arrivés dans les équipes depuis 5 ans d'imaginer de tels changements. Au moment de la création du Greco Programmation, la possibilité d'utiliser le MULTICS de l'INRIA a été vécue comme une bouffée d'oxygène, l'arrivée d'UN(!) Vax commun tournant sous Unix à Bordeaux comme un miracle, sans parler de C3 où l'arrivée des premières machines parallèles à Rennes et Grenoble a permis, enfin, aux chercheurs du domaine d'expérimenter... Ce rapport ne développe pas plus ce point qui n'a plus qu'un intérêt historique, mais il faut quand même rappeler qu'on revient de loin, on revient même de nulle part.

Cet aspect de l'action des PRCs est le deuxième cité dans l'enquête de SPECIF (après la création de communautés).

La mise à niveau des équipements "au niveau de ceux des meilleures équipes étrangères" qui était un des objectifs des PRCs a donc été réalisée ; mais les budgets des PRCs n'y auraient pas suffi ; le département SPI du CNRS a fait en même temps un effort significatif pour équiper les laboratoires ; il y a eu ensuite les contrats ESPRIT puis les actions BRA ; tout se tient et sans la première mise de fonds des GDR-PRCs les équipes françaises n'auraient pas été acceptées aussi massivement dans ESPRIT et BRA (voir listes en annexe).

Ce constat réjouissant doit être tempéré par une certaine inquiétude pour l'avenir : la stratégie d'ESPRIT s'oriente vers une moindre participation des équipes de recherches, le financement des BRA n'est pas du même ordre de grandeur, et le matériel informatique se périmite vite.

La reconnaissance internationale de la recherche française en Informatique

Cette reconnaissance par la communauté de recherche internationale est indiscutable ; elle se manifeste par un certain nombre de critères objectifs comme la participation française à des comités de rédaction des plus grandes revues, aux comités de programme de la plupart des grands congrès internationaux, aux actions européennes, aux groupes de travail de l'IFIP, aux expertises de grands organismes aussi divers que la NSF, l'ISO, le CCITT...

La participation française à des comités de rédaction de revues internationales est massive : 30 en Math-Info, 12 en IA où il existe moins de revues. Les autres PRCs n'ont pas répertorié ces chiffres mais ils sont indiscutables. On trouve des scientifiques français dans les comités de rédaction de revues du SIAM, de l'ACM, de l'IEEE pour parler de l'Amérique du Nord. Ils jouent un rôle moteur et sont présents dans toutes les grandes revues européennes : les rédacteurs en chef de Theoretical Computer Science, du European Journal of Combinatorics, du Journal of Applied non-classical Logics, de Parallel Processing Letters, (et sans doute d'autres) sont français et membres de PRCs.

La participation aux comités de programme et à l'organisation des grands congrès du domaine est également systématique et très forte⁴.

Ces deux derniers aspects (participation à des comités de rédaction de revues ou à des comités de programme) peuvent paraître aller de soi ; ce n'est pas vrai, ce n'est pas le cas dans d'autres disciplines bien établies où les chercheurs français ont parfois des problèmes pour se faire entendre de la communauté internationale, en particulier anglophone (ce point a été soulevé dans plusieurs réunions de préparation du rapport de conjoncture du CNRS). Ce n'est pas le cas en informatique et les chercheurs français publient régulièrement des résultats de grande qualité dans les meilleures revues et congrès internationaux du domaine.

La reconnaissance de ce niveau est également attestée par le fait que des conférences internationales *de tout premier plan* ont lieu en France : 12ème IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE) à Nice en 1990, 13ème International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) à Chambéry en 1993.

Enfin la forte participation française aux actions de recherche de bases d'ESPRIT et aux réseaux d'excellence européens a déjà été mentionnée. Il est clair que l'image internationale de la recherche française en Informatique est très liée à cette importante contribution aux programmes européens, mais l'une ne va pas sans l'autre. L'existence d'une communauté française bien organisée et très reconnue a certainement été déterminante dans les contacts pour la préparation des réponses aux appels d'offre européens.

Les PRCs et la valorisation

Il est important de souligner que les GDR-PRCs n'ont pas pour mission de réaliser directement des actions de valorisation, et qu'ils n'en ont pas les moyens. Les GDR-PRCs ont cependant favorisé de telles actions dès leur création en organisant la diffusion des informations scientifiques et en encourageant le transfert des connaissances. Très naturellement, les actions de valorisation ont été, à quelques exceptions près⁵, systématiquement gérées par les laboratoires et organismes de tutelle des équipes. Quand ce n'était pas possible, pour des raisons d'ampleur de l'action de transfert, ou de structures mal adaptées à une commercialisation, d'autres structures ont été utilisées : GIP (dans le cas de O2), filiales de l'INRIA pour Lelisp et Caml, "start-ups" ayant pour origine des laboratoires de Grenoble ou d'Orsay...

Cette situation a évolué depuis la création du *Greco Informatique* en Septembre 1990. Cette structure a pour mission de renforcer et centraliser les activités de diffusion des connaissances et de transfert industriel pour l'ensemble des GDR-PRCs en Informatique. Les activités du Greco Informatique peuvent se résumer en deux points:

- Mise en place d'un organisme de *veille technologique*, le RIS (Recherche-Industrie-Service) qui fonctionne sur adhésion des industriels et organise conférences, stages de formations, réalisation et diffusion de plaquettes thématiques, et accès aux experts. Le RIS a été créé en 1987 par le GDR-PRC PAOIA et son activité a été généralisée ensuite à l'ensemble des PRCs en Informatique.

⁴ En Informatique, sauf dans quelques domaines comme la combinatoire, les chercheurs publient traditionnellement plus dans des congrès que dans des revues. Les congrès les plus connus sont aussi difficiles d'accès (voire plus) que des revues.

⁵ Par exemple l'association TENOR, qui regroupe plus de trente industriels français concernés par le traitement automatique de la parole est membre du comité scientifique de CHM et CHM est membre de TENOR ; le GDR Traitement du Signal et Images a créé un club des partenaires industriels; le pôle vision de CHM a un contrat avec Framatome; ...

- Mise en place de *partenariats sur des sujets précis* : contrats d'étude, actions de conseil, missions d'expertises ; diffusion d'appels d'offre auprès des chercheurs ; mise en place, suivi et gestion de contrats. Négociation et suivi d'opérations de transfert industriel.

Le Greco Informatique offre la possibilité d'embaucher des ingénieurs sur des contrats à durée déterminée, ce qui est indispensable pour réaliser des opérations de transfert avec succès et passer du prototype de recherche au produit industrialisable ; il faut rappeler à ce propos la grande pénurie d'ingénieurs dans la plupart des laboratoires de recherche en Informatique.

Les activités du Greco Informatique ont eu visiblement un impact important sur l'image des PRCs dans l'industrie (et même la connaissance de leur existence), et la mise en contact d'équipes de recherche et d'industriels.

Il faut cependant se garder de réduire les activités de valorisation et de transfert des PRCs à ce qui passe par le Greco Informatique : pour des raisons de commodité ou d'habitude une part importante de ces actions demeure gérée directement par les laboratoires.

Il apparaît que les équipes des PRCs ont beaucoup de contrats. Les interlocuteurs industriels des PRCs sont nombreux et travaillent dans des secteurs très variés. L'utilisation de l'Informatique s'est répandue dans tous les secteurs de l'activité économique. De ce fait, les retombées des recherches en Informatique ne se limitent pas aux constructeurs ou aux sociétés de service du domaine. L'Informatique est maintenant présente dans tous les secteurs de l'industrie, ce qui induit des problèmes techniques et scientifiques très divers. C'est ainsi que l'on trouve parmi les partenaires contractants des équipes des PRCs, en plus de constructeurs informatiques : Bull, Dec, IBM, Hewlett-Packard, Texas Instrument, Ferranti,... ou de SSCI : Verilog, CISI, Sema Group, Cap Sesa, une majorité d'industriels de domaines divers, dont l'activité principale n'est pas l'Informatique mais :

- l'automobile : Renault, PSA, Toyota ;
- le ferroviaire : GEC-Alsthom, RATP, INRETS ;
- le nucléaire : Merlin-Gérin, Framatome, EDF, CEGELEC ;
- le pétrole et la chimie : SANOFI, Sandoz, Elf, Shell, Péchiney ;
- les télécommunications : CNET, Alcatel, Sagem, Transpac, SEPT ;
- le spatial et l'avionique : CNES, ESA, Aérospatiale, Eurocopter, AMD, Matra-Espace, ONERA ;
- la météorologie : DRET ;
- l'armement : Matra, Thomson, DRET, DGA ;
- les banques : Compagnie Bancaire.

Ne sont pas mentionnées dans cette liste toutes les PME avec lesquelles les PRCs ont des relations étroites dans certains domaines (par exemple la robotique : ALEPH, Midi-robots, Robosoft,..., les cartes à puces : GemPlus,...). Certaines de ces PME ont d'ailleurs comme noyaux d'origine des transfuges des PRCs (cf. les "start-ups" mentionnées plus haut).

Tout cela confirme que *les retombées de la recherche en Informatique concernent l'ensemble de l'activité industrielle et économique et débordent largement du cadre des industries informatiques proprement dites.*

En plus des contrats et des transferts, il est important de prendre en compte les *retombées indirectes* de l'action des PRCs sur l'activité socio-économique, ce qu'on

pourrait appeler le "transfert des idées". Cette première étape consiste à sensibiliser le milieu industriel aux techniques nouvelles qui sont à leur disposition, ce qui est tout à fait stratégique dans le cas de l'Informatique. On peut prendre l'exemple des spécifications formelles. Le milieu industriel est désormais convaincu de leur nécessité, ce qui n'était pas le cas il y a quelques années. Le travail des chercheurs a eu dans ce domaine un effet secondaire très important même s'il n'est encore perceptible qu'en termes de quelques contrats d'études.

Recherche Fondamentale et Recherche Appliquée en Informatique

L'Informatique est une discipline jeune où certains progrès sont difficiles à anticiper. Ce fait a des conséquences sur la manière de mener des recherches, que cela soit au niveau des objectifs ou des moyens.

La jeunesse de la discipline fait que *la recherche fondamentale a des applications*. On en trouve quelques exemples parmi les résultats présentés plus loin : certains travaux théoriques s'avèrent directement exploitables.

Il faut même pousser plus loin l'analyse, et ce qui vient d'être dit concerne aussi les recherches appliquées. Dans un domaine aussi mouvant, *les compétences créent les applications* : par exemple, la généralisation de l'usage quotidien de l'Informatique dans le secteur tertiaire est essentiellement une conséquence de l'invention des tableurs, qui n'étaient certainement pas, à l'époque, un axe de recherche identifié comme prioritaire.

Les *recherches appliquées* en Informatique nécessitent des développements matériels et/ou logiciels difficiles, suivis d'expériences approfondies. Sans parler des remises en cause de certains concepts de base qui peuvent se produire comme dans toute autre discipline, quand ce processus de développement et d'expérimentation est trop lent il est susceptible d'être perturbé par des avancées technologiques soudaines, parfois difficiles à interpréter (il y a des modes et des effets d'annonce...). Il faut donc *agir vite* et savoir remettre en cause les objectifs à bon escient.

En conclusion, il faut encourager la recherche fondamentale du domaine, savoir réviser les objectifs des recherches en fonction d'applications potentielles inattendues, et doter la recherche appliquée des meilleurs moyens pour être efficace .

Après ces remarques préliminaires, les deux aspects essentiels du bilan des PRCs sont présentés. Il s'agit tout d'abord de la structuration et de l'animation de la communauté de recherche, puis de certains résultats scientifiques importants obtenus dans le cadre de projets. Dans cette deuxième partie, des choix déchirants ont été faits pour se limiter à une liste d'une dizaine d'exemples convaincants. Une liste non commentée d'autres résultats est donnée en annexe.

2.1. L'action en profondeur sur la communauté scientifique

C'est le "plus" apporté par les PRCs ; cette retombée des PRCs apparaît comme essentielle dans l'enquête de SPECIF : en France, les chercheurs en Informatique qui travaillent sur le même sujet travaillent ensemble ; les chercheurs qui travaillent sur des sujets voisins se connaissent et se rencontrent régulièrement. Mais, plus important encore, les PRCs permettent d'éviter que des équipes potentiellement bonnes, mais isolées pour des raisons géographiques ou de structure, ne soient mises à l'écart du débat scientifique.

Intégration des équipes isolées

À l'aube des PRCs les équipes de recherche en informatique étaient isolées et manquaient complètement de moyens. La politique suivie au départ par les PRCs, connexion des équipes à travers les réseaux, organisation systématique de journées de travail, a permis à de nombreuses équipes de se porter à un niveau de compétence international qui se manifeste aujourd'hui par de nombreuses publications de grande qualité et la participation à de nombreux contrats européens. Les PRCs ont eu un effet d'entraînement et de désenclavement des équipes isolées: on peut citer, par exemple, des équipes de Besançon en Programmation, Dijon dans BD3, Limoges et Caen en Maths-Info, Nantes et Besançon dans C3, Brest en Architecture. Ce point est mentionné plusieurs fois dans l'enquête de SPECIF. La communauté française de recherche en Informatique n'a pas des effectifs très importants par rapport à ses voisins européens ; de par la politique de création d'antennes universitaires, un nombre significatif d'enseignant-chercheurs ne se trouvent pas dans de grands centres de recherche ; les PRCs ont permis à ces collègues de poursuivre une recherche de qualité, et à la communauté de *conserver une masse critique de chercheurs* sur certains sujets.

Activités d'Animation et de Synthèse

Les PRCs ont tous un fonctionnement similaire en ce qui concerne l'animation de la communauté. Il s'agit essentiellement d'assurer l'échange d'informations : journées et colloques, écoles, bulletins et revues. Un autre aspect important concerne la mise en place de groupes de travail sur des domaines de recherche où plusieurs approches coexistent.

Journées et Colloques

Ces rencontres ont lieu sous plusieurs formes. Chaque PRC organise périodiquement des journées où sont exposés et discutés les travaux de fond et les opérations de recherche du PRC: Rencontres C3 tous les 18 mois, Journées Nationales du GDR-PRC-IA tous les deux ans, Journées GROPLAN du GDR-PRC PAOIA tous les ans, Journées Nationales de CHM tous les deux ans, conférence annuelle de BD3, symposium annuel sur les Architectures Nouvelles de Machines...

De plus, des journées sur des thèmes spécialisés ont lieu, soit au coup par coup, soit périodiquement. CHM a organisé une vingtaine de telles journées depuis sa création, BD3 en organise trois par an et par ORC, le GDR-PRC IA en a organisé une douzaine en 90-91 dont certaines sont régulières : 6èmes Journées Française d'Apprentissage, 2èmes Journées sur l'Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur, ... Certaines sont organisées par plusieurs PRCs, par exemple celles sur la Programmation des machines parallèles, à Chamonix en 89 co-organisées par C3 et PAOIA, ou les journées BD et Logique co-organisées régulièrement par BD3 et Math-Info.

Ecoles, Formation des jeunes chercheurs

L'organisation d'écoles pour les chercheurs fait partie des aspects positifs mis en avant dans l'enquête de SPECIF. Selon les PRCs, les politiques ont été différentes. Le GDR-PRC PAOIA organise tous les ans une école pour les étudiants en thèse où sont présentées ses recherches. C3 organise des écoles d'été sur les systèmes distribués. Le GDR-PRC IA a organisé des écoles plus ciblées : Ecole d'été sur "Systèmes de contraintes et raisonnement temporel" ; Ecole d'été sur l'Apprentissage. Le GDR-PRC CHM a organisé une école sur l'interaction homme-machine multimodale et le pôle Vision a organisé pour les jeunes chercheurs des semaines de discussion-séminaire-débat.

Enfin il faut mentionner les cas particuliers des GDR-PRCs Maths-Info, ANM et CHM qui organisent des formations (DEA, écoles d'été, d'hiver ou de printemps) pour les chercheurs à double compétence dont ils ont besoin : Mathématique et

Informatique, Architecture de machines et Electronique, Informatique et Sciences Humaines, Informatique et Traitement du Signal.

Il faut souligner l'importance, pour les étudiants en thèse et les jeunes chercheurs, de ces écoles ainsi que des journées organisées par les PRCs : les frais sont modiques et ils peuvent y assister en masse et apprendre à se connaître. C'est souvent là qu'ils font leur première communication et qu'ils confrontent leurs premiers résultats.

Bulletins, Revues et Livres de synthèse

En plus des actes des journées, plusieurs PRCs publient des bulletins : Lettre de C3, Bigre+Globule (PRC PAOIA) ou des revues : Revue d'Intelligence Artificielle.

Un certain nombre de livres de synthèse ont été publiés : on peut citer un livre sur le raisonnement en Intelligence Artificielle publié par le groupe Léa Sombé⁶ du GDR-PRC IA (ce travail a été à l'origine dans ESPRIT de l'action de recherche de base DRUMS) ; un livre intitulé "La parole et son traitement automatique" rédigé par 35 chercheurs du GDR-PRC CHM, publié chez Masson en 1989 sous le nom collectif "Calliope", et un autre livre sur la "Reconnaissance Automatique de la Parole" publié par 5 chercheurs de CHM chez Dunod en 1991 ; le "Handbook of Theoretical Computer Science", ouvrage encyclopédique sur les aspects théoriques de l'Informatique, publié chez North Holland en 1990, contient 6 chapitres (environ 300 pages) qui sont des contributions du GDR-PRC Math-Info qui a également eu un rôle très important dans la coordination d'ensemble.

Synthèses, Confrontations

Les PRCs ont été le lieu de confrontations fructueuses de différentes approches d'une même problématique. De très nombreux groupes de travail ont fonctionné, soit en permanence, soit de manière plus ponctuelle. On peut citer parmi beaucoup d'autres sujets :

- en *logique non classique* des correspondances remarquables ont été établies entre des logiques non monotones, des logiques modales de conditionnels et la logique possibiliste qui capture une vision non probabiliste de l'incertitude basée sur la théorie des possibilités. Ceci contribue à une vision unifiée des approches pour le traitement d'informations incomplètes qui est reconnue au niveau international.
- sur le problème de l'*erreur dans le dialogue homme-machine* (au-delà du seul problème orthographique), sa correction et sa prévention, un travail de synthèse approfondi a été mené dans le cadre de CHM.
- l'opération de recherche de C3 sur les *langages synchrones* a permis de mettre en évidence les aspects complémentaires des différents langages développés en France et de développer des actions communes (voir le paragraphe sur les langages synchrones dans la partie 2.2)
- dans le domaine des *spécifications algébriques*, l'opération de recherche SALSA du GDR-PRC PAOIA regroupe les quatre équipes françaises travaillant sur le sujet afin de définir et réaliser un environnement de spécification et de vérification de logiciel qui intégrera les idées, les langages et les outils de chaque équipe.

⁶ Besnard P, Cordier M-O, Dubois D., Farinas del Cerro L, Froidevaux C., Moinard Y., Prade H., Schwind C., Siegel P. (Groupe Léa Sombé), *Raisonnement sur les informations incomplètes en Intelligence Artificielle-Comparaison de formalismes à partir d'un exemple*. Teknéa, Toulouse, 1989.

Traduction anglaise : *Reasoning under incomplete information in Artificial Intelligence : a comparison of formalisms using an example*, John Wiley, 1990.

Traduction en Allemand : *Schliessen bei unsicherem Wissen in der künstlichen Intelligenz : Vergleich von Formalismen anhand eines Beispiels*. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 1991.

Un lieu de rencontres CNRS INRIA

On a vu que les PRCs sont très liés au CNRS. Ils ont cependant un rôle important de contacts entre les équipes du CNRS et celles d'autres grands organismes de recherche public comme l'INRIA, l'ONERA, le CNET.

Les équipes de l'INRIA participent de manière significative aux PRCs : 7 équipes de l'INRIA-Rocquencourt, 6 équipes de l'INRIA-Sophia participent aux PRCs ; à cela s'ajoutent 10 équipes de l'IRISA et 5 équipes communes à l'INRIA-Lorraine et au CRIN. *Les PRCs sont la seule structure où les équipes du CNRS et des universités et celles de l'INRIA ont un support pour se rencontrer, dialoguer et collaborer.* Ces collaborations semblent bien se passer si on considère les ORCs ou les projets impliquant des équipes du CNRS et de l'INRIA qui se sont mis en place.

D'autres organismes de recherche publique ont des équipes dans les PRCs. On peut citer:

- le CERT-ONERA (Département d'Informatique), avec trois équipes, ce qui représente une importante implication de ce département,
- le CNET, avec 4 équipes dont 3 dans CHM, ce qui n'est guère étonnant,
- l'INSERM avec 2 équipes, ce qui est relativement peu, vu la taille de l'organisme et le volume de recherche en Informatique Médicale.

Enfin, des équipes de recherches industrielles participent ou ont participé aux PRCs. Il est difficile de les identifier toutes, certaines ayant un statut d'invité ou d'associé. De toute façon cette participation a été limitée.

PRCs et actions Européennes

L'existence en France de communautés vivantes et structurées a certainement été déterminante dans les succès des équipes françaises aux appels d'offre ESPRIT (voir annexe). Il faut maintenant se demander comment les PRCs s'articulent avec les actions européennes, s'ils ne font pas double emploi, ou s'ils ne sont pas en concurrence avec les "Working Groups" ou les Réseaux d'Excellence d'ESPRIT en ce qui concerne l'animation, et avec les "Basic Research Actions" en ce qui concerne les ORCs. Il est clair qu'il existe des similarités. Mais une analyse rapide des conditions des appels d'offre européens montre que les PRCs en sont une contre-partie indispensable : les règles d'ESPRIT sont telles qu'il est rare d'avoir deux équipes françaises dans une action et presque impossible d'en avoir plus de deux. D'une manière générale, les actions européennes favorisent les collaborations transnationales et les ouvertures hors de la communauté nationale et ne sont pas faites pour les collaborations franco-françaises.

ESPRIT est donc une incitation centrifuge pour les équipes françaises : il y est plus facile pour une équipe parisienne de collaborer avec des collègues de Londres qu'avec des collègues de Grenoble. *Les PRCs ont équilibré cet aspect centrifuge*, ont maintenu une certaine cohérence et ont évité les compétitions stériles entre des équipes françaises du même domaine, souvent impliquées dans des actions européennes différentes⁷. Ils ont permis la diffusion très rapide des retombées de ces actions dans l'ensemble de la communauté de recherche française, et pas seulement dans les équipes sélectionnées par ESPRIT.

Les actions européennes et nationales sont donc complémentaires : les actions européennes ont pour vocation de soutenir la coopération au niveau européen et

⁷ Cet aspect n'est pas seulement satisfaisant intellectuellement : il ne faut pas oublier que les financements européens sont partiels et qu'une part significative des coûts est assurée par les organismes de tutelle des équipes ; or la compétition coûte plus cher que la concertation et la mise en commun de moyens. On peut citer l'exemple des machines parallèles de C3 qui ont été utilisées par différentes actions européennes.

concernent de manière très sélective des équipes relativement fortes. Il est indispensable de maintenir, voire renforcer, les programmes nationaux afin de préserver un vivier d'équipes qui joue un rôle essentiel dans la communauté nationale, et qui, faute de moyens nationaux, disparaîtrait.

On peut d'ailleurs constater que les deux pays qui ont eu la meilleure participation absolue de leurs chercheurs dans ESPRIT II sont la Grande-Bretagne et la France qui s'étaient dotées auparavant de programmes nationaux de soutien de la recherche en Informatique. Depuis, l'Allemagne a mis en place de tels programmes.

A une exception près (CHM qui est partenaire dans le projet SAM), les PRCs n'ont pas participé en tant que tels aux appels d'offre européens. Ils n'ont pas non plus organisé ou coordonné les réponses : les équipes ont agi souvent individuellement ou en groupe (par exemple le groupe Léa Sombé du GDR-PRC IA dans l'action DRUMS). La question se pose de savoir si les PRCs ont un rôle à jouer en ces circonstances. Le processus de réponse à ces appels d'offre est complexe et il n'est pas clair qu'y introduire un acteur de plus soit souhaitable.

Enfin, les PRCs ont eu un rôle évident de catalyseur, de soutien et d'orientation pour des opérations de recherche (certains résultats vont maintenant être présentés) mais ils ont aussi joué un rôle important pour des recherches individuelles qui n'apparaissent pas explicitement dans ce bilan.

2.2- Quelques Beaux Résultats

Il faut en général entre quinze et vingt ans entre l'expression d'une idée novatrice et son passage à une exploitation pratique générale: un bon exemple en est le système Unix⁸. Les plus anciens Greco-GDR-PRCs vont avoir douze ans. Certains résultats cités ont donc déjà donné lieu à des applications ou sont en cours de transfert, d'autres sont des résultats scientifiques plus récents. Comme il a été dit plus haut, ces résultats ont été choisis parmi beaucoup d'autres, tout aussi importants. Parmi les critères de choix, on a favorisé le côté "médiatique", c'est-à-dire explicable à un public averti mais non spécialiste de l'Informatique, ainsi que le côté actions des PRCs : les résultats listés ci-dessous ont tous été soutenus matériellement de manière significative par un ou plusieurs PRCs et la plupart sont issus de collaborations établies au sein de PRCs (ORC).

L'ordre de présentation de ces résultats est arbitraire.

⁸On trouvera la relation de nombreux autres exemples dans le domaine du logiciel, ainsi que la discussion de quelques exceptions, dans: Redwine & Riddle, "Software Technology Maturation", 8th IEEE International Conference on Software Engineering, Londres, 1985, pp. 189-200.

La Compression des Données

Les travaux de recherche sur la compression des données ont débuté dans les années 70, motivés par les faibles capacités des mémoires secondaires; ils sont de plus en plus d'actualité avec l'apparition de très grandes bases de données, de traitement en masse d'images et de textes. Ces recherches ont des aspects très théoriques : elles étudient, entre autres, la combinatoire des mots, l'algorithmique et la théorie des automates. Elles ont donc tout naturellement trouvé leur place à la fois dans le GDR-PRC PAOIA et le GDR-PRC Math-Info.

Le CNES souhaitait améliorer les performances actuelles d'un système de traitement de télémesures transmises par les satellites, qui permettait d'accéder en ligne à quelques semaines de télémesures avec des délais de plusieurs dizaine de minutes ; un contrat a été passé par l'intermédiaire du Greco Informatique et l'étude, menée par Maxime Crochemore et Jean-Eric Pin au LITP a donné des résultats remarquables : sur les données réelles relatives au satellite TDF1 (14 Gigaoctets pour la durée de vie du satellite) le volume des données est divisé par 13 et les temps d'accès améliorés dans un rapport de 1 à 500. Il faut noter que sans la possibilité d'embaucher un ingénieur à temps plein par l'intermédiaire du Greco Informatique et de l'ADERA cette étude n'aurait pu donner de tels résultats.

Ces résultats sont un très bel exemple du fait qu'en Informatique les recherches théoriques sont parfois directement applicables.

Les Langages Synchrones

De nombreux systèmes de la vie courante sont désormais contrôlés par de l'informatique (ateliers, avions, trains et métros, etc). A partir de signaux reçus du monde extérieur, ils doivent élaborer des commandes en un temps généralement limité. La programmation de tels systèmes, dits temps-réels, doit être faite sur des bases extrêmement rigoureuses étant donné les enjeux de sécurité.

Trois équipes françaises ont développé simultanément des langages pour la programmation de tels systèmes. Il s'agit d'**Esterel** par l'équipe de Gérard Berry au CMA, de **Lustre** par l'équipe de Nicolas Halbwachs au LGI-IMAG, de **Signal** par l'équipe d'Albert Benveniste à l'IRISA. Cette école française de la programmation temps-réel a confronté, unifié et développe actuellement ses travaux dans le cadre d'une ORC du GDR-PRC C3 et du pôle C2A du GDR Automatique (qui vont devenir une ORC commune à C3 et au GDR Automatique), avec depuis 1988 une aide spécifique du MRT. On peut maintenant parler d'une *approche synchrone*, typiquement française, qui se caractérise (schématiquement) par une vision du temps qui est de nature "logique" et qui est globale à tout un système ; ceci permet des raisonnements formels sur les aspects synchronisation, logique, et ordonnancement des calculs.

Ces travaux ont suscité plus que de l'intérêt dans le monde scientifique et industriel, et de nombreux transferts sont en cours. L'approche synchrone a été le sujet d'un *numéro spécial des Proceedings of the IEEE* en Septembre 1991 ; récemment, un projet SYNCHRONE a été mis en place par le Ministère de l'Industrie et la DRET, dont une deuxième phase pourrait être la mise en place d'un projet EUREKA.

Vérification de systèmes parallèles

Les systèmes parallèles peuvent avoir des comportements complexes qu'il faut analyser et vérifier : par exemple il peut se produire des interblocages, des famines (attentes infinies de certains processus), etc. La vérification des propriétés temporelles de ces systèmes, appelée "model-checking" par les anglo-saxons, a fait des avancées spectaculaires ces dernières années, et plusieurs équipes françaises, regroupées dans une ORC du GDR-PRC C3, sont parmi les acteurs de ce progrès.

Ces vérifications utilisent comme modèle de base les "systèmes de transitions" : il s'agit d'une notion proche des automates, qui permet de prendre en compte le parallélisme. Les propriétés à vérifier sont exprimées par une "logique temporelle", c'est-à-dire une logique où certains symboles expriment des notions comme "toujours", "après",

"jusqu'à",... Selon la propriété à vérifier on est amené à énumérer les états du système de transition ou à faire des recherches parmi ces états. Le problème majeur pour passer à des applications réalistes est le nombre d'états. Différentes approches pour résoudre ce problème ont été proposées et mises en oeuvre dans trois systèmes : le projet **MEC** (André Arnold, Labri), le projet **CESAR** (Joseph Sifakis, LGI-IMAG) et le projet **AUTO** (Gérard Boudol, INRIA-Sophia). Les résultats sont spectaculaires puisqu'on peut maintenant traiter des systèmes de plusieurs millions d'états alors qu'on en était à 50 000 états il y a quelques années. L'outil **Xesar** a d'ailleurs permis de détecter une erreur dans un protocole de transport déjà normalisé par l'ISO (!). Ces outils sont en cours de comparaison et leurs complémentarités sont explorées. Des opérations de valorisation ont démarré, soutenues par le MRT. L'application de ces méthodes et outils à l'analyse et à la vérification de programmes écrits dans les langages synchrones paraît naturelle et a déjà donné des résultats prometteurs (couplage Esterel/Auto, outil Lesar pour Lustre).

LeLisp

Le langage de programmation Lisp, qui a été essentiel pour de nombreux développements de l'Intelligence Artificielle, date des années 60. Son succès dans l'industrie est indéniable mais récent. La fin des années 70 voit l'apparition des premiers Lisp en France, notamment avec le projet **Vlisp** de Patrick Greussay intégré au Greco de Programmation dès sa fondation. De cette première étape essentielle découle la définition de **Lelisp** par Jérôme Chailloux à l'INRIA, soutenue par le GDR-PRC PAOIA, puis la commercialisation par ILOG, une filiale de l'INRIA. **Lelisp** est devenu un standard très utilisé en France à la fois dans l'enseignement et dans l'industrie.

Prolog II et III et la Programmation par contraintes

Le premier langage **Prolog** est né à Marseille en 1970 dans l'équipe d'Alain Colmerauer. Cette version n'a connu qu'une diffusion très restreinte et c'est le Prolog de Warren à Edimbourg qui s'est fait connaître le premier. Sous l'impulsion d'Alain Colmerauer dont l'équipe fait partie du GDR-PRC PAOIA, le langage a connu ensuite deux extensions successives **Prolog II** et **Prolog III** toutes deux commercialisées par la société PROLOGIA et utilisées dans l'industrie. Ces langages permettent de combiner la programmation logique (c'est-à-dire les Prolog classiques) et la *programmation par contraintes*, nouveau sujet de recherche très vivant dans plusieurs GDR-PRCs et dont les applications potentielles sont nombreuses (ordonnancement et planification, découpes, ...). En effet, les contraintes sont des égalités ou des inégalités sur des variables numériques qui restreignent le domaine des solutions acceptables pour un ensemble de clauses logiques ; les mécanismes de programmation logique sont utilisés pour résoudre ces clauses et obtenir un ensemble de contraintes qui sont ensuite résolues par des méthodes spécifiques (programmation linéaire, ...). Prolog III permet de traiter des contraintes numériques linéaires, des contraintes booléennes, et dans une certaine mesure des contraintes sur les n-uplets et les arbres.

Molog

Molog est un système de raisonnement automatique et de *programmation en logique modale* sans équivalent actuellement. Imaginé à l'origine par Luis Farinas de l'IRIT, dans le cadre du GDR-PRC IA, il a été repris ensuite avec Patrice Enjalbert de Caen dans le cadre d'une action commune aux GDR-PRCs IA et PAOIA. C'est une extension de Prolog permettant de prendre en compte des logiques modales très diverses (et en fait bien d'autres systèmes logiques, par exemple des logiques de l'incertitude). Le champ d'applications des logiques modales en informatique se divise en deux grandes rubriques: spécification et preuve de programmes d'une part ; représentation de connaissances, et modélisation de certaines formes de raisonnement "naturel" d'autre part. Les logiques considérées sont par exemple des logiques temporelles ou des variantes comme les logiques d'intervalles, les logiques épistémiques ("je crois ou sais que..."), déontiques ("il faut que...").

L'avancée sur le problème de la *résolution modale* est venue de l'idée d'utiliser des techniques de *raisonnement équationnel* et avec *contraintes*, sur lesquelles des résultats significatifs ont été obtenus dans le cadre du GDR-PRC PAOIA. Sur le plan mathématique,

on a ainsi obtenu un cadre algébrique propre, qui faisait cruellement défaut aux autres tentatives du domaine.

KHEOPS

Le noyau d'un système expert est le *moteur d'inférence* qui permet d'enchaîner les règles où sont exprimées les connaissances du domaine et l'expertise. Le moteur d'inférence **KHEOPS**, développé au LAAS avec le soutien du GDR-PRC IA, a été utilisé par Alsthom et la RATP pour la réalisation d'un système d'aide à la surveillance et à la maintenance embarqué sur les trains de RER. KHEOPS a servi de base également pour le système **VALAB**, commercialisé par EREMS, pour la validation d'une chaîne d'acquisition et de mesure dans le domaine de l'analyse biologique ; ce moteur d'inférence est commercialisé aujourd'hui par MATRA-MS2I sous le nom de **CASTOR**, et cette compagnie l'utilise dans ses travaux sur le projet EUREKA PROMETHEUS pour l'aide à la conduite d'un véhicule.

Les Bases de Données du Français

Les bases **BDSO**N (aspects acoustiques du Français) et **BDLEX** (aspects lexicaux du Français écrit ou parlé) sont le résultat de plus de dix ans de collecte de données, et de recherche de consensus, au sein de la communauté des chercheurs informaticiens, phonéticiens, ou linguistes et des industriels. Cette activité a en effet démarré dans le cadre du Greco Communication Parlée au début des années 80 et a été poursuivie (et se poursuit encore) dans le GDR-PRC Communication Homme-Machine. Un tel effort est unique dans la communauté francophone où ces bases, qui sont maintenant disponibles sur CD ROM, sont largement diffusées (Belgique, Canada, Maroc). Elles sont essentielles comme bases de recherches et de comparaisons, que ce soit dans un contexte de recherche (CNRS, INRIA, CNET) ou industriel (MATRA, EDF, SAGEM, INRETS). L'existence de ces bases a eu un effet indirect mais certain sur l'élaboration de normes et de procédures au niveau européen. Elle a été déterminante dans la définition et la mise en place du projet ESPRIT SAM dont le GDR-PRC Communication Homme-Machine est l'unique partenaire français et où ces recherches se poursuivent dans un cadre multi-langages européen.

Bases de Données Déductives

Ce domaine est né en France au CERT (Toulouse) au début des années 80, sous l'influence de H. Gallaire, J-M. Nicolas et R. Demolombe, tous à la base du PRC BD3. Avec les bases de données objets, c'est le domaine de recherche international le plus important aujourd'hui en bases de données. Il s'agit de donner accès à des informations qui ne sont pas présentes physiquement dans la base de données, mais qui en sont une conséquence. Le groupe de travail BDD (puis l'ORC BDD) du PRC BD3 a fait d'excellents émules (entre autres à l'INRIA : S. Abiteboul, E. Simon, au LRI : N. Bidoit, au MASI : G. Gardarin, à l'ECRC : F. Bry, L. Vieille, ...). Au delà de la reconnaissance internationale pour des résultats théoriques, notamment sur la *sémantique des langages de règles*, deux prototypes importants et reconnus ont été développés: le système **RDL** à l'INRIA (E. Simon) et le système **EKS** à l'ECRC (L. Vieille). Une version **RDLTeaching** est en cours de diffusion dans les universités et grandes écoles à des fins d'enseignement. Plus important, la technologie développée dans **EKS** est en cours de transfert dans un produit stratégique chez Bull (où travaillent maintenant L. Vieille et J-M. Nicolas). Ces résultats importants ont été obtenus grâce à la synergie entre les équipes que le PRC BD3 a pu insuffler.

Bases de Données à Objets

Le concept de Base de Données à Objets a été initialisé aux USA parallèlement au concept de Base de Données Déductive. Mais dès 1985, la communauté "système" du PRC BD3, principalement à l'INRIA et au MASI, s'y est fortement intéressée. Deux retombées importantes ont été: le produit **O2**, un SGBDO développé par le GIP Altaïr avec des membres actifs du PRC BD3 (F. Bancilhon, créateur du PRC, C. Delobel, Ph. Richard, etc.) qui est un des rares systèmes de ce type actuellement commercialisé; le système **Geode**, développé à l'INRIA et au MASI dans le projet SABRE (dirigé à l'époque par G. Gardarin). Geode est un gestionnaire d'objets de bas niveau; il a été largement diffusé à

d'autres équipes du PRC pour construire des couches supérieures. Citons par exemple l'équipe de J. Lemaitre au GRTC de Marseille qui a développé un langage de requêtes fonctionnel (Griffon) au-dessus de Geode. Une version produit de Geode est commercialisée par Infosys (sous le nom Observateur). Des recherches inspirées par **O2** et **Geode** sont toujours très actives à l'INRIA (projet Rodin, P. Valduriez) et au MASI (projet IMPRESS, G. Gardarin; projet RAPID, P. Faudemay).

Calcul Formel

Le calcul formel est un exemple où la synergie entre mathématiciens (analystes et algébristes) et informaticiens, qui s'est développée dans le GDR-PRC Math-Info, a permis des progrès importants, sans équivalents dans les pays européens de niveau économique et scientifique comparable (GB, Allemagne). Des résultats de nature fondamentale ont permis des gains de complexité algorithmique de plusieurs ordres de grandeur dans le domaine fondamental des *équations polynômiales* (Paris, Rennes, Nice) et des *équations différentielles* (Grenoble, Strasbourg, Limoges). La recherche en calcul formel donne lieu à une activité intense qui touche la plupart des grands systèmes commercialisés internationalement (Reduce, Maple, Scratchpad) : des algorithmes ou des résultats du GDR-PRC Math-Info y ont été intégrés. L'expertise en calcul formel a donné lieu à des applications spectaculaires notamment dans le domaine spatial et l'automatique: déploiement d'antennes, robotique et hyperfréquences, guidage d'un véhicule spatial au cours de son vol atmosphérique.

Réseaux Systoliques

Les réseaux systoliques sont des architectures régulières à haut degré de parallélisme qui permettent de développer des accélérateurs de calculs pour des applications variées : traitement du signal, de la parole, synthèse d'image. Dans le cadre du GDR-PRC ANM, le projet MicMacs de l'IRISA a implanté sous forme de circuits intégrés spécifiques deux réseaux systoliques, en s'appuyant sur l'acquis de C3 en systolisation d'algorithmes.

Le premier, appelé **MicMacs**, est un réseau linéaire de 18 processeurs qui a servi à développer une application de correction de fautes de frappe : une amélioration de la vitesse d'un facteur de 150 a été obtenue par rapport à une implémentation directe de l'algorithme sur une station Sun3/160.

Une seconde machine, nommée **SuperMics**, est formée d'un réseau bidimensionnel tridiagonal de 28 processeurs. Elle a été développée à l'issue d'une collaboration avec le SRTP (Service de Recherche Technique de la Poste) pour la correction d'adresses postales. Ce prototype permet de traiter 400 000 comparaisons de mots par seconde, ce qui correspond à une division du temps d'exécution par plus de 1000 par rapport au même algorithme sur Sun3/160.

2.3- Conclusions

Le bilan scientifique des PRCs est donc extrêmement satisfaisant. Faute de place, tous les résultats importants n'ont pas été rapportés. L'intitulé de certains d'entre eux est donné en annexe. Cette liste de résultats montre qu'*une part significative du financement des PRCs par le MRT a été utilisée de manière incitative avec succès.*

Cependant cet aspect incitatif ne peut réussir sans échange d'information et sans prospective. Les deux aspects ne peuvent aller l'un sans l'autre: l'échange d'information ne suffit pas pour progresser ; une structure qui se limiterait à des projets très visibles et ciblés risque à terme l'essoufflement en ne prenant pas en compte le processus de maturation de tels projets. Il semble qu'*un équilibre entre ces deux types d'actions ait été assuré par les PRCs.* On faut cependant noter que la forme actuelle et la gestion des opérations de recherche (appel d'offres, sélection, évaluation) sont très variables et pas toujours bien définies. On y revient dans la dernière partie de ce rapport.

Est-ce que pour autant il n'y a rien d'autre à revoir dans l'organisation et le fonctionnement actuels des PRCs ? Trois points sont discutés ici : les problèmes de frontières, les procédures d'admission (et d'exclusion ?) des PRCs, la prospective.

Les problèmes de frontières

Le découpage actuel des PRCs est loin d'être original : il correspond aux têtes de chapitre que l'on trouve dans la plupart des organismes nationaux ou supranationaux qui ont à piloter la recherche en Informatique. Les seules variantes que l'on peut trouver concernent l'Informatique Théorique et les Bases de Données qui ne sont pas toujours traitées à part, mais parfois distribuées dans les autres champs de recherche. Il faut remarquer que la situation actuelle ne résulte pas d'un choix global fait à un moment (imaginaire) de création de l'ensemble des PRCs : au contraire, les créations de PRCs se sont échelonnées, ne se sont pas faites facilement, et ont pris en compte la "sociologie" de la communauté de recherche en France. On peut constater que le découpage actuel, de par l'existence des PRCs Math-Info et BD3, a permis d'une part une ouverture fructueuse vers les mathématiques, d'autre part l'émergence d'une communauté forte en bases de données dans un domaine très dominé par la recherche américaine.

Ce découpage est perçu comme pertinent par la communauté informatique (cf. l'enquête de SPÉCIFIC). Mais comme tout découpage, il pose des problèmes de frontières inter-PRC, et de frontières avec les disciplines voisines : mathématiques, traitement du signal, automatique, électronique, sciences humaines.

Aux *frontières inter-PRCs*, de nombreuses collaborations se sont développées sous forme de journées, groupes de travail et projets communs. On peut citer parmi beaucoup d'autres la sémantique du langage naturel (IA-CHM), les bases de données et la logique (BD3-Math-Info), les réunions sur les objets (C3-BD3), le projet Molog (IA-PAOIA),.... Il serait fastidieux de les énumérer toutes. De plus, des équipes participent à plusieurs PRCs, ou ont changé de PRC en fonction de leur évolution ou de l'évolution des PRCs. Une des motivations des réunions des directeurs de PRCs qui ont lieu régulièrement depuis 1991 est de mieux gérer ces actions et d'en susciter de nouvelles.

L'activité de l'ensemble des PRCs fait apparaître de *grands courants transversaux* : on trouve des travaux en logique dans tous les PRCs ; c'est aussi le cas dans une moindre mesure de l'algorithmique ; la définition du concept d'"objet" et son utilisation sont également transversales. Ces trois points sont discutés dans le paragraphe sur la prospective.

Les *frontières avec d'autres disciplines*, sont gérées au coup par coup à l'exception des mathématiques et des sciences cognitives.

- La liaison avec les mathématiques se fait via le GDR-PRC Math-Info ; depuis fin 1991, une concertation s'est établie entre les sections 01 et 07 du comité national du CNRS, et le GDR-PRC a été réorganisé pour assurer une meilleure implication des mathématiciens ; il faut cependant prendre garde à ne pas trop figer cette liaison car les points de rencontre possibles entre Mathématique et Informatique sont nombreux ; en particulier, il faudrait éviter de limiter l'image qu'ont les mathématiciens de l'Informatique aux problèmes traités dans Math-Info.
- En ce qui concerne le programme Cognisciences du CNRS, dans la mesure où l'Informatique n'est pas considérée uniquement comme un outil, et que ses thèmes de recherche sont pris en compte, les équipes d'IA et de CHM y sont très actives et ont contribué de façon importante à la mise en place de certains réseaux régionaux. Ceci est particulièrement vrai à Grenoble, Nancy, Orsay et Toulouse. Par contre, les chercheurs en Informatique semblent avoir eu plus de mal à trouver leur place dans l'action Sciences de la Cognition du MRT.
- En ce qui concerne le Traitement du Signal et le GDR TDSI, les contacts sont satisfaisants dans le domaine du traitement de la parole, un peu moins en ce qui concerne le traitement d'images, où on pourrait améliorer le dialogue. Ces contacts se font essentiellement par le GDR-PRC CHM; ils pourraient être plus actifs avec le

GDR-PRC IA (systèmes experts pour le traitement du signal) ; il y a aussi des ouvertures en architecture : trois équipes du GDR TDSI ont répondu à l'appel d'offre récent du GDR-PRC ANM.

- Les liens avec le GDR Automatique se font via le pôle C2A de celui-ci (langages synchrones) et un projet commun avec le GDR-PRC IA sur la modélisation qualitative.

Les contacts avec ces deux GDRs pourraient être plus nombreux. Afin de les encourager, il suffit peut-être de mettre en place une action systématique et légère d'information réciproque (rencontres annuelles...).

La composition des PRCs

Les procédures d'admission de nouvelles équipes dans les PRCs sont parfois critiquées pour leur manque de transparence et la politique des PRCs sur ce point n'a jamais été clairement définie. En général, un dossier est établi par l'équipe, transmis à la direction du PRC, discuté par l'équipe de direction après avoir été examiné par un rapporteur. Mais les critères ne sont pas clairement affichés et les PRCs ont parfois donné l'impression de fonctionner comme des clubs. L'équipe de direction est cooptée parmi les responsables des équipes des PRCs, et ceux-ci sont à la fois juge et partie dans ce genre de problème : l'admission d'une nouvelle équipe diminue la part des autres.

Ce problème n'est pas simple, et on ne peut critiquer les équipes de direction, qui acceptent bénévolement un travail important et difficile, de n'avoir pas toujours su bien le gérer. Il en est de même des exclusions d'équipes, tout à fait exceptionnelles (il y a eu cependant des départs volontaires d'équipes de PRC à PRC, comme cela a été signalé plus haut). Différentes politiques ont été suivies, parfois successivement dans un même PRC, depuis l'affichage d'une hyper-sélection (pas toujours suivie) jusqu'à l'ouverture sélective et contrôlée.

Il faut sans doute commencer par se donner une doctrine et des critères, sans oublier que travailler en groupe efficacement demande du temps et qu'il est naturel qu'il n'y ait pas un va-et-vient continu d'équipes. Il faut *se poser la question de la composition actuelle des PRCs après dix ans de fonctionnement* : n'y-a-t-il pas des rentes de situations ? toutes les bonnes équipes d'un domaine sont-elles dans le PRC correspondant ? toutes les équipes des PRCs y ont-elles leur place ?

La prospective et l'orientation scientifique

La prospective scientifique est un exercice intrinsèquement difficile, surtout en Informatique. Dans le cas des PRCs, il est rendu plus difficile encore par le contexte : manque de moyens des équipes de direction qui assurent cette responsabilité en plus de leur métier d'enseignant-chercheurs (une secrétaire et un ingénieur-rédacteur par PRC paraîtraient un minimum...) ; financements irréguliers et précaires ; multiplicité des interlocuteurs (CNRS, MRT, MEN) et manque de continuité.

Les PRCs se sont néanmoins donné des objectifs scientifiques, se sont structurés en fonction de ceux-ci, ont su les remettre en cause : chaque PRC a connu au moins une restructuration majeure de ses pôles de recherche ces dernières années (attention, la terminologie varie selon les PRCs) ; des appels d'offres avec discussion des thèmes et évaluation des projets ont été mis en place. Les PRCs ont été sans aucun doute des repères scientifiques aux niveaux national, même si leur visibilité n'a pas toujours été suffisante (c'est en train de s'améliorer avec le Greco Informatique). On peut regretter que les conditions n'aient pas été réunies pour que les PRCs jouent un rôle plus fondamental de groupe permanent d'experts et de réflexion dans leur discipline. Il semble que quelques aménagements permettraient aux PRCs de jouer ce rôle (on y revient dans la dernière partie de ce rapport) à condition bien sûr que cela corresponde à un souhait des organismes de tutelle.

La conclusion de ce bilan est que les PRCs ont eu deux rôles complémentaires d'animation et d'incitation; la mise à niveau des équipements des équipes étant plus ou moins acquise, on peut envisager, dans la mesure où les soutiens de base (noter que cela implique le mi-lourd du CNRS) des différentes tutelles seraient raisonnables, un scénario où l'aspect animation (groupes de travail, rencontres, écoles, bulletins,...) et l'aspect incitation (projets ciblés et limités dans le temps dotés de moyens adéquats) seraient plus clairement distingués donc mieux reconnus, organisés et évalués.

Par ailleurs, apparaît clairement la nécessité d'institutionnaliser la coordination inter-PRC qui s'est mise en place. C'est essentiel pour des raisons de cohérence scientifique, mais aussi de *visibilité*. Le manque de visibilité est une des faiblesses des PRCs, il faut se donner les moyens d'y remédier.

Enfin il faut rappeler l'importance d'une communauté nationale forte et structurée pour que la recherche française en Informatique puisse tenir sa place dans les programmes européens : les PRCs sont complémentaires des actions européennes dont ils équilibrent les aspects centrifuges.

3 Prospective Scientifique

Cette partie du rapport va concerner plus l'aspect "projets" que l'aspect "animation" des PRCs ; en effet, on a vu que le découpage actuel des PRCs est raisonnable et qu'il semble que les problèmes de frontières qu'il induit soient maîtrisés pour la plupart, ou en voie de l'être.

Les courants transversaux aux PRCs

Reste le problème des grands courants transversaux à la presque totalité des PRCs : on a mentionné précédemment la logique, la définition et l'utilisation du concept d'"objet", et l'algorithmique, dans une moindre mesure.

Il y a des travaux en *logique* dans les sept PRCs : logique mathématique en Math-Info, logique pour la programmation logique, la spécification et la construction de programme dans PAOIA, logiques "non classiques" en IA, application au langage naturel en CHM, bases de données déductives en BD3, logiques temporelles dans C3, logique des circuits en ANM. Faut-il pour autant envisager un nouveau découpage transversal et regrouper toutes ces recherches dans un grand PRC de Logique de/pour l'Informatique? Le débat a déjà eu lieu plusieurs fois et la réponse n'est pas évidente : il y a un risque de vider les autres PRCs d'une part importante de leur force vive, et de détacher certains chercheurs du but de leur recherche, que cela soit la construction de circuits, de bases de données, ou autres. Par contre il y a probablement des actions à monter dans deux domaines : la *démonstration automatique* où les approches des GDR-PRCs PAOIA et IA, ainsi que les travaux en calcul formel de Math-Info gagneraient à être confrontés; la coupure *logique classique / logiques non-classiques* où il faut jeter un pont, même si le dialogue est difficile dans un premier temps (il y a déjà eu des tentatives intéressantes⁹).

La notion d'*objet* est apparue depuis quelques années dans plusieurs domaines de l'informatique : les langages de programmation, la conception de systèmes d'exploitation, les bases de données, la représentation des connaissances. Les fondements théoriques de ce concept restent à établir. Mais il faut aussi se demander si tout le monde parle de la même chose. Clairement, un premier effort pour établir *une terminologie commune* est nécessaire : une telle action pourrait s'avérer très fructueuse en permettant de mieux délimiter certains problèmes et de mettre en commun certaines recherches.

Ces deux points peuvent être traités dans le cadre actuel par le biais de groupes de travail ou d'opérations inter-PRCs, dont il existe déjà plusieurs exemples.

Critères pour de nouvelles actions de recherche

Les nouvelles actions de recherche présentées ici ont été retenues selon les critères suivants :

- Il s'agit de thèmes scientifiques d'actualité sur lesquels des résultats significatifs semblent pouvoir être obtenus rapidement ;
- Il existe en France un ensemble d'équipes susceptibles de mener des recherches dans ces domaines ; il est souhaitable de mieux établir cette compétence ;
- Des actions sur ces sujets devraient mener, à moyen ou long terme, à des retombées socio-économiques visibles.

De telles actions ne peuvent être menées par des équipes isolées et sont donc toutes indiquées pour être supportées dans le cadre des PRCs. Elles sont susceptibles de produire des premiers résultats au bout de 2 à 3 ans, et devraient donc être évaluées après cette durée de fonctionnement.

⁹ Jacques Dubucs, Jean-Yves Girard, Henri Prade, contribution au rapport de conjoncture du CNRS, Avril 1992.

Avant de poursuivre, il paraît utile de rappeler et de commenter rapidement les thèmes prioritaires du récent appel d'offre d'ESPRIT III dans le domaine des recherches de base. Ces thèmes étaient regroupés assez arbitrairement, sous deux rubriques : Science Cognitive et Intelligence Artificielle, Informatique. Ils sont listés ci-dessous avec indication du ou des PRCs ou GDRs concernés.

ESPRIT Basic Research 1991, Thèmes prioritaires

Science Cognitive et Intelligence Artificielle : parole et langage naturel (CHM); modèles et théorie de l'interaction homme-machine (CHM, PAOIA) ; modèles et théorie de la productique ; robotique (perception et contrôle) (IA, CHM); vision par ordinateur (CHM) ; réseaux de neurones en neurosciences ; traitement du signal adaptatif et contrôle automatique (TDSI, Automatique) ; apprentissage (IA) ; génie des connaissances et représentation (IA, CHM).

Informatique : Gestion de l'incertain (IA) ; logique et programmation logique (PAOIA) ; calcul symbolique (Math-Info, PAOIA, IA) ; bases de données, accès aux information et aspects multimédia (BD3); systèmes distribués, fiabilité et sûreté de fonctionnement ; Algorithmes pour le parallélisme, efficacité (C3); calcul parallèle et architecture (ANM, C3) ; théorie du parallélisme et du temps réel, spécification et vérification (C3).

Il est satisfaisant de constater que presque tous ces thèmes sont présents dans les PRCs ou des GDRs. Il n'a pas été possible, par manque de temps et de données, d'analyser finement dans ce rapport le contenu des propositions françaises à cet appel d'offre et leurs résultats. Ce serait certainement plein d'enseignements sur les forces et les faiblesses de la recherche en Informatique française. De plus, étant donné la très forte sélectivité, il y a peut-être des thèmes dorénavant mal soutenus par ESPRIT à encourager dans les années qui viennent.

Les sujets proposés ci-dessous sont complémentaires de ceux soutenus dans le cadre des actions de recherche de base d'ESPRIT III, du moins selon les informations disponibles au moment de l'écriture de ce rapport.

Quelques sujets importants

Les 5 sujets de recherche qui suivent satisfont, à des titres divers, les critères ci-dessus. *Il est clair que soutenir ces sujets ne suffira pas : il faut continuer les opérations en cours jusqu'à leur terme et il faut assurer la pérennité du vivier pour de futures opérations en continuant à assurer l'animation scientifique.*

Ces sujets correspondent respectivement et successivement aux motivations suivantes :

- structurer et organiser les recherches en *synthèse d'images*, qui existent en France à un niveau tout à fait bon, qui ont des applications nombreuses, mais qui n'ont pas bien trouvé leur place dans les structures actuelles (cette proposition reprend une des recommandations du rapport du COST Communication Homme-Machine d'Avril 1991) ;
- développer les recherches sur la *communication homme-machine multi-modale* qui est la prochaine étape vers une utilisation encore plus générale de l'Informatique ; des succès dans ce domaine pourraient résulter en un élargissement du nombre des utilisateurs de l'Informatique encore plus important que ce qui s'est passé au moment de la sortie des interfaces du type MacIntosh ;
- confronter et faire une synthèse des approches sur la *spécification, la vérification et l'évaluation des systèmes informatiques* dans les domaines des types de données et du parallélisme ; l'utilisation de l'Informatique dans des contextes critiques (trains, avions,

nucléaires) rend ces recherches tout à fait nécessaires, et cette synthèse n'est pas envisagée au niveau européen ;

- préparer l'après-Unix en regroupant les forces dans les domaines des *systèmes d'exploitation et des langages de programmation* ; Unix est maintenant ancien et un certain nombre de problèmes sont ouverts relatifs au parallélisme, à la distribution, à la sécurité ; une des forces d'Unix a été d'arriver avec un langage de programmation qui facilitait sa diffusion et son utilisation. Il faut essayer d'anticiper et de contrôler les futures percées dans ce domaine.
- renforcer les recherches dans le domaine de la *perception-action* et tout ce qui touche les raisonnements sur l'action, le temps, le mouvement et l'espace ; ces recherches sont tout à fait fondamentales pour tout ce qui concerne l'automatique "intelligente" et la robotique.

Trois de ces sujets sont présentés plus en détail ci-dessous.

Synthèse d'images et algorithmique géométrique

Les recherches en Graphique et en Image de Synthèse visent, pour une grande part, à développer des systèmes (matériels/logiciels) fournissant aux utilisateurs (dans des domaines très variés) une maîtrise de plus en plus grande de la simulation de phénomènes complexes. Leur intérêt est de permettre, du fait même du rôle particulier de la vision comme outil de perception, un saut quantitatif important dans la complexité des informations qu'il est possible de transmettre en une étape. En simplifiant à l'extrême, on peut dire que l'objectif est de permettre de modéliser et d'animer "rapidement" des scènes, des phénomènes de plus en plus complexes, de la façon la plus "réaliste" qui soit (réalisme... par rapport à ce que l'on cherche à montrer), en offrant, "à tout instant", à l'utilisateur la possibilité d'intervenir de manière interactive dans les simulations en cours.

Pour y parvenir, des problèmes difficiles doivent être résolus et il est nécessaire de bien comprendre/maîtriser bon nombre d'outils, techniques, algorithmes spécifiques. Par ailleurs, un certain nombre de développements nécessaires rejoignent des préoccupations centrales de l'Informatique aujourd'hui : calcul distribué, parallélisme massif, spécifications de haut niveau, interfaces homme-machine, interaction homme-machine, etc., tout en les abordant sous un angle particulier.

Après une phase de développement "anarchique", liée surtout aux applications dans le domaine de l'audiovisuel, le Graphique et la Synthèse d'Images sont aujourd'hui l'objet de travaux "en profondeur" beaucoup plus significatifs du point de vue des applications dans le monde scientifique et technique.

Au niveau international, la recherche est extrêmement active. Par exemple, la conférence SIGGRAPH, conférence organisée par l'ACM, extrêmement sélective (moins d'un papier sur sept proposés sont acceptés), accueille tous les ans environ 3500 personnes pour la partie technique, et entre 25 et 30 000 personnes pour la manifestation globale (exposition, vidéoshow, cours, etc.). La recherche est menée aussi bien dans les laboratoires de recherche industriels (tout particulièrement au Japon) que publics. Aux USA, un STC/NSF "Science et Technology Center for Computer Graphics and Scientific Visualization" a été mis en place en 1991. Un de ses objectifs principaux est de maintenir la compétitivité des Etats-Unis dans les domaines concernés. Le centre regroupe les équipes de recherche en Graphique de Cornell University (Donald Greenberg), University of Utah (Rich Riesenfeld), California Institute of Technology (AI Barr), University of North Carolina at Chapel Hill (Henry Fuchs), Brown University (Andries Van Dam). Son budget sur 5 ans est d'une douzaine de millions de dollars provenant de fonds publics (NSF, DARPA) et de 25 millions de dollars de matériel donnés par les industriels partenaires (IBM, DEC, HP, SGI, Sun). Ces derniers mettent aussi des ingénieurs sur chacun des sites. Le Science and Technology Center est, semble-t-il, prévu pour durer 11 ans, au total.

En France, après plusieurs années de faible activité dans le domaine, la recherche se développe de façon très dynamique. Tous les ans, depuis 1988, les journées GroPlan, organisées à tour de rôle par les différentes équipes participantes, réunissent une petite

centaire de chercheurs et thésards. Et, fait assez récent, quelques chercheurs français sont connus au niveau international, publient "au plus haut niveau" et sont actifs, au niveau européen en particulier (responsabilité de Workshops Eurographics, comités de programmes, etc.).

Il convient, pour conforter ce dynamisme et cette qualité, de trouver des moyens pour soutenir, au niveau français ces activités, qui n'ont jamais été reconnues, en tant que telles, au niveau institutionnel jusqu'ici. Parce que certaines des équipes concernées avaient des préoccupations scientifiques plus larges, ou un passé différent, elles ont pu, parfois, obtenir des soutiens venant des PRC Programmation, ou Maths-Info, ou Architecture. Mais le soutien ne visait alors pas les activités dont il est question ici.

Communication homme-machine multi-modale

L'importance de l'automatisation dans la gestion de bases de données ou de connaissances comme dans le contrôle et la commande de systèmes automatisés complexes nécessite une amélioration constante du système d'interaction homme-machine. Un des enjeux importants pour l'avenir est sans aucun doute l'intégration réelle du langage (oral ou écrit) aux autres modes de communication homme-machine que sont, entre autres, les systèmes de désignation (souris, écran tactile, gant de désignation, gestes...). Ce dialogue est indispensable dans le cas d'applications professionnelles telles que la commande de salle de contrôle, les simulateurs industriels, les bornes de renseignement multi-média, et de façon plus générale, les postes de travail intelligents. Ce dialogue multi-modal est étudié depuis quelques années par des équipes du GDR-PRC CHM, avec des équipes de PAOIA et IA, et dans des laboratoires industriels (Thomson). Ces études, qui doivent être confortées, devraient révolutionner à terme le dialogue homme-machine en autorisant des commandes verbales du type "prends ça et mets le ici" associées à des gestes de désignation en interaction avec le monde réel ou une représentation de ce qu'on appelle maintenant "réalités virtuelles".

Cela nécessite des recherches importantes sur : l'analyse des divers modes de communication (langage naturel écrit et oral, désignation naturelle, interaction graphique) ; la compréhension et l'interprétation contextuelle d'énoncés multi-modaux (traitement des références, ellipses, anaphore et déictique, traitement du temps et de l'espace dans le langage) ; la gestion de dialogues finalisés (modèles et stratégies de dialogues, modèle de l'interlocuteur, modèle de tâche). Pour mener à bien un tel projet, il est nécessaire de réunir et faire coopérer ensemble des chercheurs ayant des compétences en : IHM, traitement du langage naturel, traitement de la parole, analyse gestuelle, construction et validation de bases de connaissances, graphisme, IA et génération de plans d'action, ergonomie,...

Spécification, vérification et évaluation de performances des systèmes informatiques

Pour des raisons historiques tout à fait explicables les travaux sur la spécification et la vérification de logiciels comportant du parallélisme se sont développés, partout dans le monde, à part du courant plus classique du génie logiciel. Les modèles théoriques établis pour une meilleure compréhension du parallélisme ont permis de développer des méthodes et outils de vérification puissants dont il a été question dans la partie bilan de ce rapport. Ces modèles concernent essentiellement l'aspect contrôle des systèmes parallèles qui sont vus comme des systèmes de transitions d'état à état, le nombre d'états étant fini. Les propriétés que l'on peut ainsi spécifier et vérifier sont de nature "temporelle", et ne prennent pas en compte les propriétés des types de données.

Dans le même temps, la théorie de la spécification et de la vérification de la représentation de types de données complexes s'est établie ; mais elle ne permet pas, sauf par des extensions peu maniables de prendre en compte les aspects dynamique des systèmes (contrôle, parallélisme).

Le moment paraît venu de confronter ces approches pour en déterminer les complémentarités : les systèmes informatiques sont suffisamment divers pour qu'il paraisse raisonnable d'envisager plusieurs méthodes de spécification et de vérification selon les propriétés auxquelles on s'intéresse. Mais il est fondamental d'établir les correspondances

entre ces méthodes. La recherche française est très bien positionnée dans les deux domaines en cause et une avancée significative est possible.

Le rôle de l'Informatique dans d'autres champs de la recherche

Technique diffusante, l'Informatique intervient comme outil, et parfois comme problème, dans les grands projets technologiques de cette fin de siècle. On peut citer le cas des travaux sur le *Génome*. Ce programme a été mentionné plusieurs fois au cours des entretiens qui ont précédés ce rapport et il apparaît un intérêt certain de la communauté pour les sujets de recherche en Informatique liés à ce programme. Le CNRS vient de créer un GDR Génome et Informatique où sont présentes des équipes des PRCs Math-Info, PAOIA, IA et BD3 aux cotés d'équipes de généticiens et de biologistes. Le MRT a mis en place le GREG, qui comprend un volet Informatique (recherches et services). L'articulation de ces programmes avec les PRCs devraient se faire sans problème par le biais des équipes communes, mais l'impact d'un tel projet transversal sur les PRCs est un point à suivre.

Le domaine de l'Informatique Médicale est plus délicat. C'est un domaine de recherche important par ses retombées économiques et médiatiques immédiates. Un rapport du CADAS a déjà été consacré à ce problème. Or, à part quelques points singuliers, comme le projet de J. Demongeot à l'IMAG, ce domaine est mal intégré à la communauté de recherche en Informatique. Les publications ne se font pas, ou rarement, dans des congrès d'Informatique, mais dans des congrès spécialisés, ce qui nuit à la connaissance et à la reconnaissance de cette recherche. La distinction entre utilisation de l'Informatique et recherche en Informatique n'est pas toujours claire et cela nuit au dialogue. La faible participation des équipes de l'INSERM aux PRCs a déjà été mentionnée : c'est une conséquence d'une situation globale peu satisfaisante, qu'il serait déraisonnable de penser améliorer dans le cadre limité des PRCs.

4 Réorganiser

Il faut remarquer que les résultats scientifiques remarquables présentés dans la première partie de ce rapport ont été obtenus avec une infrastructure faible et un investissement limité. La contrepartie en est que ces résultats sont peu visibles, et qu'il n'y a pas de véritable politique scientifique des PRCs.

Actuellement, le choix des thèmes de recherche des PRCs est fait par leurs équipes de direction dont les membres sont cooptés. L'évaluation de l'activité des PRCs est faite, pour ceux qui sont des GDRs (ce n'est pas le cas de BD3), par la section compétente du comité national du CNRS, après avis d'un comité scientifique. Cette activité est évaluée globalement : les deux aspects "animation de la communauté scientifique" et "définition et suivi d'opérations de recherche" ne sont pas clairement distingués. En particulier, il ne semble pas y avoir d'évaluation spécifique en fin des opérations de recherche.

Si une réorganisation est mise en place, elle devrait viser les objectifs suivants :

- assurer une meilleure prospective et une fonction de veille scientifique en concertation avec les différentes tutelles ;
- assurer une évaluation plus homogène, et plus détaillée ;
- assurer une meilleure visibilité.

On peut envisager une réorganisation majeure, qui consisterait à établir un institut regroupant les PRCs, ou un aménagement moins spectaculaire de la situation actuelle.

Créer un Institut de Recherche en Informatique ?

Les problèmes de la mauvaise visibilité des PRCs, et de leur rôle insuffisant dans la prospective et la veille scientifique ont pour raisons leurs conditions précaires de fonctionnement depuis leurs créations et le manque de moyens humains permanents affectés à l'organisation et à la communication.

Il n'est pas inutile de rappeler qu'un institut comme l'INRIA a un service des relations extérieures et un service de diffusion qui ont des effectifs significatifs et deux décennies d'expérience. Les PRCs sont des entités sans murs, et il faut leur conserver cette caractéristique qui assure leur rôle fédérateur, mais de ce fait ils n'ont aucun point de contact clair avec le monde extérieur. Leurs directions reposent sur le bénévolat et, à quelques exceptions près, il n'y a pas de personnels administratifs et techniques qui leurs sont affectés.

Le financement des PRCs vient essentiellement du MRT, en second du CNRS et plus épisodiquement de la DRED. Sauf dans le cas du CNRS, où un GDR est créé pour quatre ans, ces financements ont toujours été sujets d'incertitude. Dans ces conditions, il est difficile de raisonner à long terme. Le fait d'avoir trois interlocuteurs ne facilite pas non plus les choses, même si ce point n'a pas posé de problèmes sérieux jusqu'à présent.

Cette analyse mène à envisager la création d'un Institut d'Informatique sous la triple tutelle du MRT, du CNRS et de la DRED, dont les vocations scientifiques seraient celles des PRCs : *animation* de la communauté scientifique, *incitations* d'opérations de recherches dans les domaines jugés comme stratégiques, et qui serait doté de moyens suffisants pour assurer *évaluation, prospective et communication*. Les personnels techniques seraient permanents. Quelques scientifiques de haut niveau, dont des étrangers, pourraient y être affectés selon des modalités similaires à ce qui se passe à la NSF: deux ans à temps plein, non renouvelables.

Une telle solution demande des moyens nettement plus importants que ce qui est actuellement investi dans les PRCs. Elle présente l'avantage de pérenniser les PRCs, de leur permettre de ce fait de jouer un rôle de veille scientifique approfondi et permanent, de rendre visibles les résultats obtenus, d'assurer une meilleure évaluation et une direction scientifique globale, en accord avec les trois organismes de tutelle.

Créer un comité de pilotage des PRCs

Une solution moins coûteuse serait d'aménager la situation actuelle en affectant des moyens supplémentaires à la résolution des divers problèmes existants. Cela mène à la liste des recommandations ci-dessous, qui doit être comprise comme minimale :

- Assurer une *évaluation uniforme de l'activité d'animation des PRCs par le Comité National de la Recherche Scientifique* ; cela implique que le PRC BD3 devienne un GDR du CNRS. Mettre en place des mécanismes de *revues avec experts extérieurs pour les opérations de recherches*.

Il faut noter que le financement des GDRs ne suffit pas actuellement à assurer l'animation et qu'une partie des financements du MRT est utilisée à cette fin : on ne peut donc pas envisager une séparation du soutien des activités, l'animation au CNRS, l'incitation au MRT.

- Mettre en place un *comité de pilotage des PRCs* comportant les directeurs des PRCs et des personnalités reconnues, dont un certain nombre d'étrangers, et des représentants du MRT, du CNRS et de la DRED. Le rôle de ce comité serait :

- décider les admissions ou les exclusions d'équipes ; un travail immédiat serait d'examiner et de revoir la composition actuelle des PRCs ;
- mettre en place et suivre les groupes de travail et les actions inter-PRCS, en émettant des appels d'offre et en organisant des revues ; organiser l'évaluation des résultats des opérations de recherche inter ou intra-PRC ;

- organiser des réflexions prospectives et une veille scientifique, en étroite concertation avec les COST du CNRS et les comités de direction des PRCs ;
- évaluer et contrôler l'impact des programmes interdisciplinaires comme Cogniscience ou le Génôme sur les PRCs, ainsi que des programmes européens.
- Renforcer la visibilité des PRCs en consacrant du personnel et un budget à la communication; ceci peut se faire dans le cadre du Greco Informatique.

Liste résumée des recommandations minimales sur l'organisation des PRCs

- Assurer une évaluation uniforme des PRCs par le Comité National de la Recherche Scientifique ; cela implique que le PRC BD3 devienne un GDR.

- Mettre en place un *comité de pilotage des PRCs* comportant les directeurs des PRCs et des personnalités reconnues, dont un certain nombre d'étrangers, et des représentants du MRT, du CNRS et de la DRED. Le rôle de ce comité serait :

- décider les admissions ou les exclusions d'équipes ;
- mettre en place et suivre les groupes de travail et les actions inter-PRCS, en émettant des appels d'offre et en organisant des revues ;
- organiser des réflexions prospectives, en concertation avec les COST du CNRS et les comités de direction des PRCs ;
- évaluer et contrôler l'impact des programmes interdisciplinaires comme Cogniscience ou le Génôme sur les PRCs, ainsi que des programmes européens.

- Renforcer la visibilité des PRCs en consacrant du personnel et un budget à la communication; ceci peut se faire dans le cadre du Greco Informatique.

Liste résumée des recommandations sur les activités scientifiques

- Organisation de réunions/groupes de travail inter-PRCs sur

- *la démonstration automatique*
- *les logique*
- *les fondements des approches orientées objets*

- Mise en place d'actions de recherche inter-PRC dans les domaines suivants :

- *Synthèse d'images et algorithmique géométrique*
- *Communication homme-machine multi-modale*
- *Spécification, vérification et évaluation de performances des systèmes informatiques*
- *Systèmes d'exploitation et langages de programmation associés*
- *Perception-action*

Il est clair que soutenir ces sujets ne suffira pas : il faut continuer les opérations en cours jusqu'à leur terme et il faut assurer la pérennité du vivier pour de futures opérations en continuant à assurer l'animation scientifique.

Remerciements

Je remercie vivement les personnes suivantes qui m'ont fournis des éléments d'information ou de réflexion pour ce rapport : André Arnold, Albert Benveniste, Mario Borillo, Michel Diaz, Patrice Enjalbert, Christine Froidevaux, Jean-Gabriel Ganascia, Michel Habib, Nicolas Halbwachs, Claude Kirchner, Laurent Kott, Pierre Lescanne, Odile Macchi, Maurice Nivat, Jean-François Perrot, Jean-Marie-Pierrel, Claude Puech, Brigitte Rozoy, Andrzej Salwicki, Joseph Sifakis.

Les directeurs de PRCs, Daniel Etiemble, Philippe Flajolet, Malik Ghallab, Jean-Paul Haton, Patrice Quinton, Patrick Sallé et Patrick Valduriez m'ont reçue longuement et ont répondu avec diligence et bonne humeur à mes nombreuses demandes d'information : c'est un plaisir de les en remercier.

Je suis spécialement redevable à Jean-Gabriel Ganascia, Maurice Nivat et Jean-Marie Pierrel pour leurs remarques et suggestions sur des versions préliminaires de ce rapport.

GLOSSAIRE

ACM : Association for Computing Machinery, société savante américaine.

ADERA : Association selon la loi de 1901 dont le siège est à Bordeaux et qui gère des contrats de recherche pour le Greco Informatique.

ANM : Architectures Nouvelles de Machines, nom d'un GDR-PRC.

BD3 : Bases de Données de 3ème génération, nom d'un PRC.

BRA : Basic Research Actions, ensemble de projets en recherche de base mis en place dans le cadre d'ESPRIT depuis 1989.

C2A : pôle du GDR Automatique et action de recherche du GDR-PRC C3, qui organise un groupe de travail sur les langages synchrones.

C3 : Communication, Concurrence et Coopération, nom d'un GDR-PRC.

CERT : Centre d'Etude et de Recherche de Toulouse, qui dépend de l'ONERA et comporte un département d'Informatique, le DERI.

CHM : Communication Homme-Machine, nom d'un GDR-PRC.

CMA : Centre de Mathématiques Appliquées, Ecole des Mines, Sophia Antipolis.

CRIN : Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Unité Associée du CNRS.

ECRC : European Computing Research Center, centre de recherche commun à Bull, Siemens, et , situé à Munich.

GDR : Groupement de Recherche, CNRS, anciennement Greco

Greco : Groupe de recherche coordonnée, ensemble d'équipes du CNRS, souvent dispersées géographiquement, travaillant à sur un même problème ; appelé maintenant GDR.

GRTC : Groupe de Représentation et Traitement des Connaissances, Unité Propre du CNRS, Marseille.

IA : Intelligence Artificielle, nom d'un GDR-PRC.

IEEE Computer Society : filiale pour l'Informatique de "the Institute of Electrical and Electronics Engineers", société professionnelle américaine

IFIP : International Federation for Information Processing, société savante internationale dont le siège est à Genève

IRISA : Institut de Recherches en Informatique et Systèmes Aléatoires, Unité Associée du CNRS, associée également à L'INRIA, Rennes

IRIT : Institut de Recherches en Informatique de Toulouse, Unité Associée du CNRS.

LAAS : Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systèmes, Unité Propre du CNRS, Toulouse.

Labri : Laboratoire Bordelais de Recherches en Informatique, Unité Associée du CNRS.

LGI-IMAG : Laboratoire de Génie Informatique, Unité Associée du CNRS, Grenoble.

LIMSI : Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, Unité Propre du CNRS, Orsay.

LITP : Laboratoire d'Informatique Théorique et de Programmation, Unité Associée du CNRS, Paris.

LRI : Laboratoire de Recherche en Informatique, Unité Associée du CNRS, Orsay

MASI : Méthodologie et Architecture des Systèmes Informatiques, Unité Associée du CNRS, Versailles

ORC : Opération de Recherches Coordonnées, dans le cadre d'un ou plusieurs PRC.

OST : Objectif Scientifique et Technique, au CNRS.

PAOIA : Programmation Avancée et Outils pour l'Intelligence Artificielle, nom d'un GDR-PRC.

PRC : Programme de Recherches Coordonnées, MRT

RIS : Recherche-Industrie-Service, club d'industriels mis en place par le Greco Informatique, à des fins de veille technologique, formation ou conseil.

SIAM : société savante américaine pour les Mathématiques Appliquées et l'Informatique théorique.

SPECIF : Association des enseignants et chercheurs en Informatique dont le siège est à l'ENS.

SSCI : Société de Service et de Conseil en Informatique

ANNEXE: Liste des projets ESPRIT, actions ou groupe de travail BRA

Ces listes sont sans aucun doute incomplètes. Les projets BRAIN, COMETT, EUREKA, RACE, SCIENCE, ne sont pas listés. Il faut cependant rappeler le rôle essentiel des équipes des PRCs dans les projets EUREKA PROMETHEUS et ESF.

Les résultats pour les réseaux d'excellence n'étant pas connus, ceux-ci ne sont pas mentionnés.

Projets ESPRIT

415 , 940, 2025, AITRAS, CHIC, Comandos, Delta 4, Disco, FASST, GERDSM, GIPE, GPMIMD, Harness, ICARUS, IMSE, INPP, KB-MISICA, Lotosphere, MARTHA, METEOR, MULTIWORKS, NANA, NEUTRABAS, POLYGLOT-1, Prepare, Proofs, PUMA, PYGMALION, REAKT, Real-Time CIM controllers for distributed factory supervision, REPLAY, ROARS, SAM (2589), SKIDS, SUNDIAL, TIGER, TOOL-USE, VIVA

Actions ou Groupes de Travail en Recherche de Base (BRA)

ACCOR, Alcom, ASMICS, Broadcast, Categorical Logic in Computer Science, Cathodes, CCL, COMPASS , Compulog, Concur, Cedisys, DEMON, DRUMS, ECOLE, FALCOM, Fide, First, Insight, IS_CORE, Logic and Change, Logical Frameworks, Machine Learning, MEDLAR, PDCS, POSSO, PROMOTION, QMIPS, SECOND, Semagraph, Semantique, SPEC, Vision as a Process, Working group in Vision

RECHERCHE UNIVERSITAIRE ET FORMATION DOCTORALE EN INFORMATIQUE

Jean-Pierre FINANCE

Consultant pour la Recherche en Informatique à la DRED¹

1 Prologue

L'objet de ce texte, qui reprend et actualise un exposé réalisé en Juin 1992 devant le Conseil d'Administration de SPECIF, est de décrire (au moins quantitativement) la situation de la Recherche et de la Formation Doctorale dans les établissements Universitaires français. Il vise également à décrire les différents types d'incitation, de soutien et d'évaluation qu'a mis en place la DRED depuis 1988 jusqu'en 1993. Il est bien clair que l'évaluation du dispositif ainsi mis en place ne peut être faite directement par la DRED, mais que je serais très intéressé par recevoir des commentaires et des suggestions exprimant le point de vue des "acteurs".

Une autre préoccupation s'impose : bien qu'un effort très important ait été réalisé pour maîtriser les différentes informations diffusées concernant la recherche universitaire, le caractère très évolutif des laboratoires et des formations doctorales (création, modification, suppression de structures et/ou de postes) et la difficulté à positionner le champ des disciplines (frontière parfois tenue entre informatique et automatique, entre informatique et mathématiques ...) ne permet pas de garantir un caractère d'absolue vérité aux chiffres présentés. Le lecteur le comprendra aisément et retiendra donc les ordres de grandeur plus que les chiffres stricto sensu.

2 Un bref aperçu sur la politique menée par la DRED

Depuis cinq ans, les Directeurs successifs de la Recherche au MEN (M. Combarrous, V. Courtillot, J. Giraud) se sont appliqués à renforcer l'image et la crédibilité de la recherche universitaire en :

- Mettant en place une procédure de financement dans le cadre de contrats quadriennaux, fondée sur une évaluation par des groupes d'experts.
- Situait précisément la place de cette recherche universitaire en complémentarité et en partenariat par rapport aux EPST² (CNRS, INRA, INRIA, INSERM...). L'idée principale de cette complémentarité est que la recherche universitaire s'appuie et se diffuse par la formation "à et par la recherche".
- S'attachant à la plus grande transparence, en particulier en publiant des "livres bleus" contenant des bilans des actions réalisées [Publications de la DRED de 1990 à 1993].
- Donnant un rôle accru aux responsables de laboratoires et aux responsables d'établissements.

Différents mécanismes de mise en oeuvre de cette politique ont été instaurés, parmi lesquels (et de façon non exhaustive) :

¹DRED : Direction de la Recherche et des Études Doctorales

²EPST : Établissement Public à caractère Scientifique et Technique

- L'organisation de la DRED en 7 Directions scientifiques (DS1: Sciences Mathématiques ; DS2 : Sciences de la Matière ; DS3 : Sciences de la Terre et de l'Univers ; DS4 : Sciences de l'Ingénieur ; DS5 : Sciences de la Vie ; DS6 : Sciences de l'Homme et Sciences Sociales ; DS7 : Droit et Sciences Économiques).
- La création d'un comité scientifique de haut niveau placé auprès du Ministère et initialement présidé par J.L. Lehn (prix Nobel de chimie) puis par J. Le Goff.
- La mise en place de Groupes d'Études Techniques (GET) et de Groupes d'Études (GE) ayant des rôles d'évaluation.
- L'augmentation de 1900 à 3700 du nombre d'allocations de recherche, la moitié de cette augmentation étant à la charge du Ministère de la Recherche, l'autre à la charge de la DRED.
- Le financement direct des DEA.
- La création d'Écoles Doctorales regroupant plusieurs DEA, en général associées à un grand champ disciplinaire, et destinées à augmenter la visibilité et la qualité de la formation doctorale.
- La mise en place d'Actions Thématiques de Formation (ATF) destinées à encourager la formation doctorale et la recherche dans certains secteurs de pointe.
- Le soutien direct à la recherche et à la formation via des Actions Spécifiques (ASP).
- L'instauration de l'Institut Universitaire de France (IUF) destiné à accueillir des professeurs (juniors et seniors) en leur donnant des conditions particulièrement intéressantes pour travailler au sein de leur université d'origine.
- Le développement d'actions internationales (bourses post-doctorales) ou industrielles (création d'un Diplôme de Recherche Technologique : DRT).
- etc. ...

Cette brève description de la politique de la DRED ne serait pas complète si on ne rappelait pas les différentes catégories de laboratoires soutenus dans les quadriennaux recherche :

- Les Unités Associées à un EPST ainsi que les Unités Mixtes (éventuellement Unités propres d'EPST fortement impliquées dans l'Université). Pour ces unités la DRED n'a pas mis en place de mécanismes d'évaluation spécifiques, mais se fonde sur l'évaluation des comités scientifiques des EPST concernés (en particulier du Comité National de la Recherche Scientifique pour le CNRS). En revanche une analyse plus fine de la formation doctorale est directement assurée par les directions scientifiques de la DRED.
- Les Équipes d'Accueil de doctorants (E.A.....) évaluées par les GET (Groupes d'Études Techniques) en fonction de leur qualité scientifique et des résultats obtenus dans le domaine de la formation doctorale.
- Les Jeunes Équipes (J.E..) évaluées par les GE (Groupes d'Études). L'idée est ici de donner un soutien financier et une reconnaissance à un professeur s'installant dans une université et ayant la volonté d'y implanter une nouvelle activité de recherche. Une Jeune Équipe peut également être créée pour des objectifs de restructuration d'un secteur scientifique.
- Enfin les plans pluriformation (PLF) créés dans un contrat visent à soutenir des actions structurantes (service commun, opération de restructuration ...).

La mise en place de ces contrats quadriennaux de recherche a modifié le rôle des conseils scientifiques des universités. En effet plutôt que d'avoir à distribuer une somme globale attribuée à l'établissement, le conseil scientifique intervient :

- Dans la préparation du projet de contrat, en organisant la recherche et en faisant des propositions de soutien.
- Dans l'utilisation du BQR (Bonus Qualité Recherche) qui est un prélèvement d'au plus 15% sur les budgets recherche attribués par le Ministère à l'établissement. Ce BQR est laissé à la discrétion totale de l'Université et doit lui permettre de mener une véritable politique incitative.

Je terminerai ce panorama des actions de la DRED en rappelant que tout ceci aurait eu des difficultés à se réaliser à budget constant ; ainsi de 1988 à 1992 le budget global (hors salaires) est passé d'environ 1,1 Milliards à presque 1,6 Milliards de francs, auxquels il faut ajouter plus de 100 Millions de francs en allocations de recherche.

3 Contractualisation des laboratoires de recherche en informatique

Le tableau 1 précise la situation de la recherche en informatique en la comparant à l'ensemble du SPI et à la DRED toute entière. Les chiffres relatifs au nombre d'URA, d'EA et de JE comportent une marge d'incertitude liée aux critères retenus pour décider si un laboratoire relève ou non de l'informatique. Ne sont indiqués dans ce tableau que les laboratoires contractualisés, les permanents étant les enseignants-chercheurs ou les chercheurs de ces laboratoires.

	Info.	Secteur 40	SPI	DRED	Info/DRE D	SPI/DRE D
Nb Permanents	1743	2555	6474	45700	0,04	0,14
Nb Total Ens/Cher.	1958	2758	6563	35700	0,05	0,18
Nb Total Cher.CNRS	175	253	1122	10000	0,02	0,11
Nb Thèses/an	384	609	1569	6200	0,06	0,25
Nb Thèses/Nb Perm.	0,22	0,24	0,24	0,14	1,57	1,71
Nb URA	27+2	40	143	1432	0,02	0,1
Nb EA	24+1	46	185	1430	0,02	0,13
Nb JE	12	16	60	337	0,04	0,18

Tableau 1 : Effectifs, Thèses et Laboratoires

On constate ainsi :

- que le SPI produit 25% des thèses soutenues chaque année en France (toutes disciplines confondues) bien qu'il ne représente que 14 % des permanents des laboratoires contractualisés.

- que l'informatique représente 26 % du poids du SPI et 4 % du poids de la DRED en permanents. Bien qu'elle produise 6 % des thèses, sa production reste inférieure à celle du SPI tout entier : une amélioration doit être possible si l'on veut se situer dans la moyenne du SPI, à condition bien entendu de ne pas remettre en cause la qualité de ces thèses.

Le tableau 2 décrit les sommes attribuées dans la contractualisation. Ici encore, à la difficulté de classer les laboratoires comme je l'ai déjà indiqué auparavant, il faut ajouter les problèmes liés à la récupération la TVA. En effet sur certaines sommes les établissements peuvent récupérer la TVA (équipement) et ils ne le peuvent pas sur les autres financements. Je rappellerai également que la contractualisation s'est déroulée en plusieurs "vagues".

Une première étape a conduit en 1990 à contractualiser les laboratoires d'Ile de France pour 2 ans, puis ce fut le tour de Bordeaux, Toulouse, Montpellier, Grenoble, Lyon, ... jusqu'à Besançon (1991, pour 4 ans), ensuite le reste des villes de provinces non encore contractualisées (début 92, pour 4 ans) et à nouveau l'Ile de France (mi 92 pour 4 ans). Les chiffres du tableau 2 concernent les 2 vagues de province et la dernière contractualisation (à 4 ans) de l'Ile de France. Notons qu'il est également prévu une réactualisation partielle du contrat à mi-parcours, la DRED vient d'examiner le mi-parcours de la 2ème vague.

	Info.	Secteur 40	SPI	DRED	Info/DRE D	SPI/DRE D
Nb Permanents	1743	2555	6474	45700	0,04	0,14
Nb Thèses/an	384	609	1569	6200	0,06	0,25
Fonct.+Accueil (KF)	18706	28239	80314	661860	0,03	0,12
Equipement+Calcul (KF)	11721	15617	39516	324007	0,04	0,12
Maint.+Entretien (KF)	3423	4333	10433	111744	0,03	0,09
Sous-total Crédits (KF)	33850	48189	130263	1097611	0,03	0,12
Infrastructure	17032	25784	65441	411206	0,04	0,16
DEA	3752	5688	14428	70829	0,05	0,2
Total	54634	79661	210132	1579646	0,03	0,13
Crédit/perm (KF)	31,34	31,18	32,46	34,57	0,91	0,94

Tableau 2 : Les financements par secteur

On constate que la position de l'informatique au sein du SPI n'est pas mauvaise, mais que le SPI pourrait prétendre à mieux dans l'ensemble de la DRED :

financement de l'informatique = 26 % financement SPI

alors que nbre de permanents de l'informatique = 27 % du nbre permanents du SPI

Il faut noter également que ces chiffres ne prennent pas en compte :

- Un certain nombre d'actions de type "pluriformation" qui concernent les moyens informatiques et qui n'ont pas été imputées sur le budget SPI. Une estimation grossière de ces financements se situe autour des 2,5 MF pour l'informatique. Ainsi sous cette hypothèse le financement total de l'informatique est d'environ 57 MF, ce qui représente plus de 27% du financement du SPI et 32700 F par permanent.
- Les Actions Spécifiques (cf. § 5.1).
- Les Actions Thématiques de Formation (§ 5.2).
- Les Firtechs qui continuent, même avec des financements réduits, à fournir des moyens à certaines communautés.

4 La Formation Doctorale

4.1. Les DEA

56 DEA relèvent du secteur 40 :

- 37 principalement en informatique
- 1 informatique et automatique
- 22 en automatique et traitement du signal et des images

Il faut noter une augmentation importante à l'issue de la campagne de 1991 (passage de 46 à 56), ainsi qu'une création en 1992.

Le financement des DEA (hors les créations qui ont été dotées d'un budget forfaitaire), est basé sur le nombre d'étudiants diplômés, avec un plafond à 40 étudiants. Le tableau 3 résume les principales informations quantitatives sur les DEA.

	info.	secteur 40	SPI	DRED
Nbr de DEA	37	56	152	1138
financement	3752	5688	14428	70829
coût moyen	101,4	101,57	94,9	62,2

Tableau 3 : Les DEA

4.2. Les Écoles Doctorales

Le type d'École peut dépendre du secteur scientifique. La DS4 a créé essentiellement des Écoles "SPI" (au nombre de 18) avec un spectre plus ou moins large. Les Écoles SPI qui concernent l'informatique sont décrites dans le tableau 4.

Établissement	Intitulé	Responsable
Besançon	Sciences pour l'ingénieur et Microtechniques	Hauden
Grenoble (INP+UJF)	Sciences pour l'ingénieur	Lacoume
Aix-Marseille 1,2,3	École Doctorale SPI de Marseille	Maresca
Clermont	Sciences pour l'ingénieur	Ackermann
UTC Compiègne	École Doctorale SPI	Bathes
Lille 1	Sciences pour l'ingénieur	Raczy
Nancy (INP+Nancy1+Nancy2)	IAE+M =Info+Auto+Electro+ Maths	Pierrel
Nantes (Centrale+Univ.)	Sciences pour l'ingénieur	Rey
Nice	Sciences pour l'ingénieur	Papiernik
Rennes (Rennes 1 + INSA)	École Doctorale SPI	Banatre
Paris (Paris 6 + Paris 7)	École Doctorale de l'Institut Blaise Pascal)	Sakarovitch
Paris 11	Science et Technologie de l'Information	Zavidovique

Tableau 4 : Les Écoles Doctorales SPI

5 Autres Modes d'Intervention

5.1. ASP

Ce sont des actions incitatives, pour la plupart d'entre-elles définies et /ou gérées par une structure nationale (GDR-PRC), ou encore en partenariat avec d'autres organismes comme le CNRS. A noter que ce type d'action permet également de soutenir des Ecoles (Jeunes Chercheurs par exemple). Le tableau 5 résume les ASP réalisées depuis 1990.

5.2. ATF

Plusieurs Actions Thématiques de Formation (ATF) ont été lancées par la DRED, sous le patronage scientifique du Comité Scientifique placé auprès du Ministre de l'Éducation Nationale. Pour le SPI, la première, et financièrement la plus importante de ces ATF concerne la création d'un Réseau Doctoral en Architecture des Machines et des Systèmes. Cette action vise à développer et à soutenir la formation doctorale dans ce domaine scientifique. Quatre pôles régionaux ont été retenus (Rennes, Orsay, Toulouse, Grenoble-Lyon) qui ont sélectionné au total environ 80 doctorants qui par leur sujet de recherche contribuent au thème choisi. Un comité de pilotage, regroupant en particulier les responsables de pôles régionaux, animé par Tor

Bloch, est chargé de l'animation et de la coordination de cette action ; un comité scientifique international en assure l'orientation.

Lancée en 1991, cette action a été soutenue à hauteur de 5 MF (1 MF en 91, 2 MF en 92 et 2 MF en 93).

		1990	1991	1992	1993	Totaux
PRCs	Math-info	200	300	150		650
	Prog & Outil IA	250	850	600		1700
	C3			450		450
	I.A.				530	
Actions Nationales	Réseaux informatiques	230	400	350	350	1330
	Infographie			450	550	1000
	Pôles Ressources Régionaux	2000	1100			3100
	Génie Logiciel	265				265
	Réseaux de neurones	140	400			540
Moyens info divers		2000				2000
Ecoles			150	150	480	780
Divers		315	1100		790	2205
ATF			1000	2000	2000	5000
Totaux		5400	5300	4150	4700	19550

Tableau 5 : Financement des Actions spécifiques en Informatique

5.3. Firtech

Ces actions incitatives, lancées en 1984 visaient à favoriser la formation par la recherche, pour les ingénieurs. De 1984 à 1991 chacun des 7 Firtechs concernant l'informatique a reçu en moyenne 4,5 MF sur une période de 4 ans (soit environ 31 MF au total). Depuis 1992, les Firtechs régionaux ont été regroupés en 7 réseaux (dans lesquels se retrouvent donc les Firtechs "informatique").

6 Épilogue

Un point non contestable du travail réalisé au cours des dernières années par la DRED est d'avoir établi une transparence effective sur les mécanismes financiers et sur les mécanismes d'évaluation. Bien évidemment une telle analyse chiffrée très fine reste encore difficile, non pas à cause de financements occultes, mais simplement parce que nos structures universitaires restent encore compliquées. De plus tout effort de structuration se heurte immédiatement au problème de la classification des thèmes et des domaines scientifiques qui n'a, on le sait, jamais de solution pleinement satisfaisante. Malgré ces difficultés il me semble, et la plupart des échos que j'ai pu recueillir sont assez unanimes à ce sujet, que le travail réalisé par la DRED a permis de rendre plus lisible l'effort de recherche et de formation doctorale, non seulement au sein des établissements eux-mêmes, mais vis-à-vis des partenaires que sont les EPST et les industriels.

Je souhaite que l'effort d'éclaircissement et de structuration entrepris se poursuive au sein des établissements et qu'il conduise à une reconnaissance de notre discipline en tant que science. Ceci n'est pas encore totalement acquis et il est important que les informaticiens universitaires se dotent d'argumentations convaincantes pour expliquer à nos collègues d'autres disciplines en quoi nous sommes autre chose que des prestataires de services à l'égard de secteurs plus nobles. Mais ceci est une autre histoire.

LES ALLOCATIONS DE FORMATION PAR LA RECHERCHE - SECTEUR AUTOMATIQUE, ELECTRONIQUE, ELECTROTECHNIQUE, INFORMATIQUE, OPTIQUE

Claude GIRAULT

Ancien président du Groupe d'Experts du Secteur AEEIO

1 Introduction

Les allocations de recherche ont été créées en 1976 dans le cadre de la Délégation à la Recherche Scientifique et Technique (DGRST). Elles ont été sous la tutelle des ministères successifs de la Recherche et de la Technologie (MRT), de la Recherche et Enseignement Supérieur (MRES), de la Recherche et de l'Espace (MRE), de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR).

Pour les doctorants, ces allocations représentent un soutien financier important puisqu'ils bénéficient de 7400 franc brut par mois, dans la quasi-totalité des cas pour une durée de trois ans. Elles ont surtout instauré la reconnaissance d'un statut de jeune chercheur qui juridiquement est celui d'un contrat à durée déterminée donnant droit à la protection sociale. Un nouveau progrès a été accompli en établissant un statut de futur enseignant au moyen du monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur.

La politique de soutien des études doctorales et de la recherche publique, menée conjointement par les ministères de la recherche et de l'éducation nationale, a permis une croissance très importante des crédits correspondants à ces allocations, qui sont passés de 71 MF en 1978 à 1243 MF en 1993. Cet accroissement est d'autant plus impressionnant qu'il s'est doublé à partir de 1981 d'un soutien similaire de la recherche industrielle par la création et l'augmentation du nombre des conventions CIFRE. Les formations doctorales et les équipes d'accueil ont pu mesurer l'importance stratégique de ces allocations qui irriguent les laboratoires de recherche, attirent vers les DEA et les thèses de bons candidats et préparent les futurs enseignants-chercheurs ou ingénieurs-docteurs. L'élévation de la qualité des recrutements dans l'enseignement supérieur et les organismes de recherche a été la retombée la plus évidente de cette politique. Mais, les transferts et l'impact de la recherche dans les entreprises ont aussi été fortement développés pour les formations doctorales ayant de fort débouchés professionnels.

Cette synthèse a pour but de mettre en évidence les principaux aspects de cette politique et de dégager les incidences de son application au secteur Automatique, Electronique, Electrotechnique, Informatique, Optique (AEEIO). Sa rédaction s'appuie sur les nombreux documents fournis aux groupes d'experts désignés par les ministères successifs de la recherche ainsi que sur les rapports, dits "rapports bleus", largement diffusés par la Direction de la Recherche et des Etudes Doctorales (DRED). La transparence et la richesse de ces informations permet non seulement d'examiner le secteur AEEIO mais aussi de le situer parmi les autres secteurs. L'auteur tient à remercier les services du MESR, du CNRS et de l'ANRT qui ont très efficacement fourni de nombreux renseignements.

Les documents disponibles émanent de sources diverses, utilisent des classifications différentes et ont été élaborés à différentes époques de l'année, ce qui entraîne des variations de statistiques. Enfin, il a pu malencontreusement s'introduire des erreurs de transcription ou d'interprétation par l'auteur du rapport. Aussi les lecteurs sont-ils priés de bien vouloir excuser d'éventuelles inexactitudes dans les statistiques présentées.

Nous examinerons la progression de l'enveloppe des allocations, la qualité des formations doctorales et des allocataires, l'accueil et l'encadrement, les perspectives de recrutement, les mécanismes de répartition, les autres types de bourses et subventions.

2 Organisation sectorielle

Les DEA sont regroupés de différentes manières dans les tableaux statistiques, selon les directions scientifiques (DS) de la DRED, les groupes d'études techniques (GET) chargés d'expertiser leurs demandes d'habilitations et les commissions sectorielles du ministère de la recherche chargées d'expertiser les demandes d'allocations.

- DS 1: GET 10 : Mathématiques et leurs applications,
- DS 2 : Sciences de la matière
GET 20 : Physique, sciences des matériaux,
GET 21 : Chimie et chimie-physique,
- DS 3 : GET 30 : Sciences de la terre et de l'univers,
- DS 4 : Sciences pour l'ingénieur (SPI)
GET 40 : Informatique-automatique,
GET 41 : Electronique, électrotechnique, optique,
GET 42 : Mécanique, énergétique, génie civil, génie des procédés,
- DS 5 : GET 50 : Sciences de la vie et de la santé,
- DS 6 : Sciences humaines et sociales,
GET 60 : Lettres et langues,
GET 61 : Sciences de l'homme,
GET 62 : Homme, temps, espaces sociaux,
- DS 7 : Sciences juridiques, politiques, économiques et de gestion,
GET 70 : Sciences juridiques, politiques,
GET 71 : Sciences économiques et de gestion.

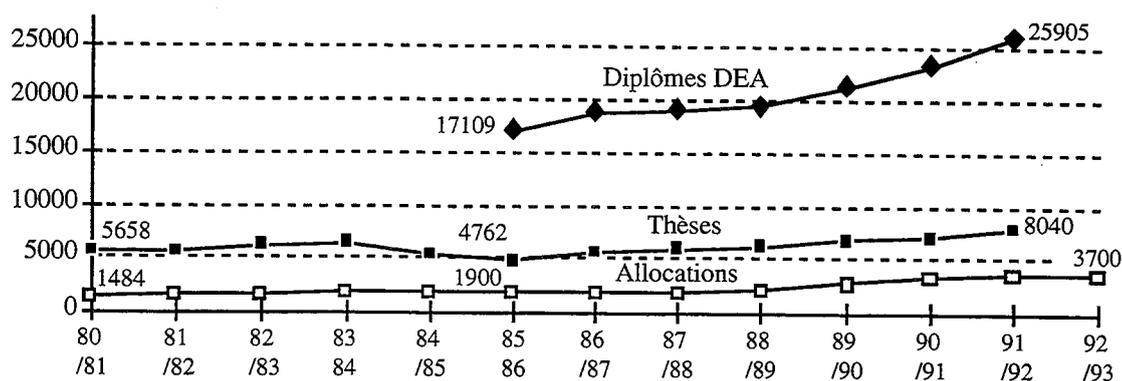
Dans les tableaux de statistiques d'allocations, le secteur dit des sciences de l'homme et de la société regroupe les disciplines relevant de la DS 6 et de la DS 7.

3 Enveloppe des Allocations

L'essor général des études supérieures (DEA et thèses) est un phénomène marquant de la dernière décennie. Le développement de l'enseignement supérieur a été considérable. L'allongement généralisé de la durée des études, a augmenté les effectifs des DEA et des docteurs. Des mesures importantes de financement des thèses ont été prises pour accompagner ce développement. Les allocations de recherche (3797 en 1993 et 4056 en incluant les assistants moniteurs normaliens) sont par leur nombre le moyen qui a de loin le plus d'impact devant les conventions CIFRE et les bourses de docteur ingénieur (BDI) du CNRS.

3.1. Augmentation du nombre des allocations

Le graphique suivant montre la progression des diplômes de DEA, des thèses et des allocations du nombre d'allocations depuis 1981. Le passage des thèses de troisième cycle et de docteur ingénieur aux thèses d'université plus longues, a provoqué un fléchissement momentané de la progression en 1984 et 1985, mais celle-ci a repris dès 1986. Le nombre de diplômés de DEA a augmenté de 50% entre 1986 et 199, celui des thèses de 70% et celui des allocations de 95%. Ainsi la proportion d'allocations par diplômés de DEA est passée de 11,1% à 14,3% et celle d'allocations par thèses est passée de 40% à 46%.



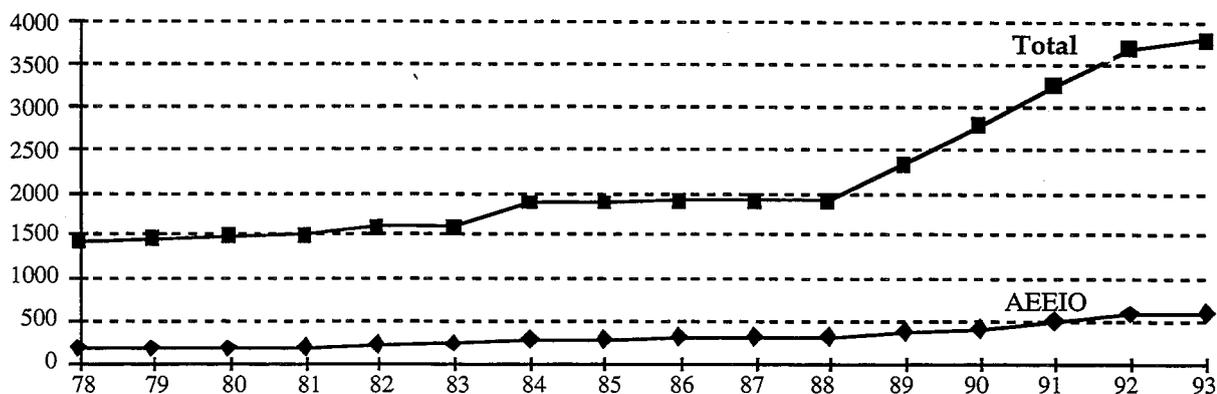
Progression des diplômes de DEA, des allocations et des thèses

Une première augmentation du nombre d'allocations a eu lieu en 1981, suivie d'une seconde plus significative en 1984. Le nombre d'allocations est ensuite resté stationnaire jusqu'à 1988, où a été décidé un plan d'augmentation régulière de 450 allocations par an pendant 4 ans, soutenu par un co-financement des ministères de l'enseignement et de la recherche. Les allocations sont ainsi passées de 1421 en 1978 à 3797 en 1993 soit une multiplication par 2,7 en 15 ans. Le tableau suivant montre que tous les secteurs ont bénéficié d'une forte croissance de leurs nombres d'allocataires.

Années	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
Mathématiques	72	71	74	66	72	69	84	56	69	73	79	109	128	151	178	199
Physique	190	202	199	200	226	217	248	247	238	231	233	271	304	351	400	441
Chimie	233	232	247	241	253	238	271	262	257	256	252	281	326	375	400	489
Sc. terre univers	138	144	143	139	149	152	165	148	139	127	130	154	180	200	227	228
AEEIO	169	171	167	191	205	230	285	282	308	293	305	366	419	494	578	594
Mécanique	92	96	90	101	109	105	130	135	134	134	137	169	196	225	267	268
Sciences vie santé	325	343	355	356	378	373	434	444	432	446	427	516	609	724	801	808
Sc. homme société	202	204	209	206	208	216	278	318	323	337	336	484	638	730	849	873
Total	1421	1463	1484	1500	1600	1600	1895	1892	1900	1897	1899	2350	2800	3250	3700	3797

Progression du nombre d'allocations

Le graphique suivant montre la progression des allocations pour l'ensemble de tous les secteurs et pour le secteur AEEIO. Ce secteur a su faire preuve de dynamisme: en 1984, les Programmes de Recherches Coordonnées (PRC) en informatique du CNRS ont consacré une partie de leurs crédits pour créer près de 50 allocations de recherche supplémentaires. Fléchées par les responsables de PRC, ces allocations ont été réparties en même temps que les autres mais ont été gérées par le CNRS et l'INRIA. Ce soutien des PRC, qui a continué en 1985 et 1986, a contribué à faire croître le nombre d'allocations du secteur AEEIO.



Progression du nombre des allocations

3.2. Assistants Moniteurs Normaliens et Polytechniciens

A ces allocations, il faut ajouter depuis 1989 un contingent supplémentaire d'allocations d'Assistants-Moniteurs Normaliens (AMN). Ces allocations, qui intègrent automatiquement un monitorat, sont attribuées par une commission spéciale composée en particulier des directeurs de départements scientifiques et techniques du MESR. Le tableau suivant montre l'évolution de leur répartition sur les 5 dernières années. On constate l'importance des mathématiques, des sciences de la vie et surtout des sciences sociales.

Il est regrettable que le nombre d'AMN dans le secteur AEEIO soit si faible. Cela ne s'explique qu'en partie, parce que l'introduction des disciplines de notre secteur est récente dans les écoles d'Ulm, Lyon et Cachan et dans les magistères associés, peut être aussi en raison de l'absence d'agrégation d'informatique. Ce déficit a du être compensé par un prélèvement sur les allocations classiques pour fournir des allocations couplées à des monitorats, et réservées aux normaliens (168 allocations dont 22 en AEEIO) ainsi que, depuis 1993, aux polytechniciens (environ 70 allocations de recherche dont 6 en AEEIO). Les formations doctorales associées aux écoles normales ont par ailleurs reçu des allocations classiques sur proposition du groupe d'experts. Il serait très souhaitable que la proportion d'AMN dans le secteur AEEIO progresse fortement pour mieux reconnaître le développement des formations des écoles normales et la renommée des laboratoires de recherche associés.

Années	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93
Mathématiques	34	34	35	28	36	21,9%	19,5%	18,9%	16,9%	15,8%
Physique, Chimie	27	23	21	26	23	12,6%	9,0%	7,5%	10,5%	8,9%
Terre univers	6	9	12	9	11	2,8%	3,5%	4,3%	3,6%	4,2%
AEEIO	13	16	18	14	5	6,0%	6,3%	6,4%	5,6%	1,9%
Mécanique	13	16	17	14	4	6,0%	6,3%	6,0%	5,6%	1,5%
Sc vie santé	21	32	31	28	37	9,8%	12,5%	11,0%	11,3%	14,3%
Sc sociales	101	126	147	129	143	47,0%	49,2%	52,3%	52,0%	55,2%
Total	215	256	281	248	259	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Evolution de la répartition des AMN

3.3. Allongement de la durée sur trois ans

La durée des thèses qui était de 2 ans pour les thèses de troisième cycle ou d'ingénieur a été allongée à la suite de la réforme des études doctorales de 1984 instituant le doctorat d'université ou d'école d'ingénieur, et supprimant les thèses d'état au profit des habilitations à diriger des recherches. Cette durée, officiellement de 2 à 4 ans, s'est stabilisée autour de 3 ans.

Le tableau suivant compare les durées de thèses pour les allocataires 1987. Les thèses du secteur AEEIO dépassent souvent les 3 ans en raison des développements de matériels ou logiciels dans un secteur pauvre en techniciens et de thèses préparées en même temps qu'une activité professionnelle. Les thèses sont beaucoup plus longues dans les secteurs des sciences de la vie et surtout des sciences sociales, entre autres raisons parce qu'une expérience est nécessaire et que de nombreux doctorants exercent des emplois auxiliaires.

	Nb alloc.	Nb réponses	% thèses. soutenues	Répartition durées en %		
	1987	enquête		≤ 3 ans	3,5 ans	≥ 4 ans
Mathématiques	73	25	92	52	24	24
Physique	145	63	94	77	16	7
Chimie	172	55	96	78	18	4
Matériaux	128	42	98	71	15	14
Chimie-Physique.	42	17	94	71	6	23
Sc. terre univers.	127	52	90	58	22	20
AEEIO	293	107	85	61	21	18
Mécanique	134	43	83	68	12	20
Sc. vie, santé	446	198	56	33	29	38
Sc. sociales.	337	120	45	15	16	69

Durée des thèses

En 1986 et 1987, la limitation de financements à 2 ans obligeait les responsables de thèses à trouver des palliatifs sous formes de contrats, vacations, travaux auxiliaires. Cela gênait souvent le déroulement des thèses, provoquait parfois des abandons par embauches trop précoces dans l'industrie. Dans le secteur AEEIO, les Programmes de recherches Coordonnées (PRC) du département des Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) du CNRS, et l'INRIA ont également fourni des financements de troisièmes années pour les allocations fléchées dans leurs domaines de recherche. En réponse à la demande constante des responsables de formations doctorales et des associations d'étudiants, la durée des allocations a été portée à 3 ans à partir de 1986, chaque année pour une proportion de plus en plus grande des allocataires. La sélection des candidats proposés pour une prolongation a été effectuée au vu des dossiers d'avancement rédigés en fin de deuxième année. Cela a fourni un moyen complémentaire de suivi de la qualité des DEA et des thèses.

Dès 1988, un nouveau décret a permis de transformer une partie des prolongations de 12 mois en un nombre double de prolongations de 6 mois, et de satisfaire au moins partiellement la quasi-totalité des demandes convenablement étayées. En 1993, les prolongations de 12 mois disponibles pour l'année N atteignent maintenant 90% des allocations de l'année N-2 de sorte que la quasi-totalité des allocations sont actuellement prolongées sur 3 ans, sous réserve d'un travail solide. Enfin, un nouveau décret a permis que le service national puisse désormais être effectué pendant la troisième année, l'allocation reprenant au retour.

Le tableau suivant montre la progression des nombres de prolongations et leur répartition entre 6 mois et 12 mois. L'effort budgétaire supplémentaire est d'autant plus considérable que depuis 1991 il s'applique à un nombre fortement croissant d'allocations.

Années	86	87	88	89	90	91	92	93
nb alloc année N-2	1895	1892	1900	1897	1899	2350	2800	3250
nb demandes	1142	1296	1395	1497	1603	2038	2563	
nb possibilités 12 m	830	830	1130	1130	1230	1765	2380	
% possibilités 12 m	44%	44%	59%	60%	65%	75%	85%	90%
nb acceptations 12 m	811	830	810	897	1011	1539	2023	
nb acceptations 6 m	Imposs.	Imposs.	396	464	438	318	387	
% acceptations	71,0%	64,0%	86,5%	90,9%	90,4%	91,1%	94,0%	

Progression des prolongations d'allocations

Les prolongations sont réparties entre les secteurs en tenant compte de la pression des demandes et des durées moyennes de thèses, d'où les pourcentages élevés en mathématiques, sciences de la vie et sciences sociales.

	nb alloc	nb demandes	% demandes	acc.12 mois	acc. 6 mois	% dem satisf
Mathématiques	109	89	82%	75	10	96%
Physique	172	113	66%	77	25	90%
Chimie	189	167	88%	95	30	75%
Science matériaux	147	132	90%	78	26	79%
Chimie physique	44	30	68%	22	6	93%
Sc. terre univers	154	136	88%	87	36	90%
AEEIO	366	314	86%	184	100	90%
Mécanique	169	145	86%	81	40	83%
Sciences vie-santé	516	490	95%	455	24	98%
Sciences sociales	484	422	87%	385	21	96%
Total	2350	2038	87%	1539	318	91%

Répartition des prolongations d'allocations

3.4. Revalorisation du montant

L'encouragement des vocations à l'enseignement et à la recherche dépend d'une part des rémunérations proposées, d'autre part de l'importance accordée à la formation pédagogique. La situation était il y a une dizaine d'années difficile dans notre secteur, car trop de bons étudiants étaient attirés par une entrée directe dans une carrière industrielle avec des salaires élevés.

La création des allocations a eu pour principe d'instituer un statut et un salaire de jeune chercheur. En 1976, leur montant était de 2200 Francs par mois soit 1,5 fois le Salaire Minimum Interprofessionnel de Croissance (SMIC). Par contre alors que le SMIC augmente de manière très régulière, le montant des allocations est soumis à des décisions budgétaires et augmente par paliers. D'octobre 1976 à septembre 1981 il n'a été multiplié que par 1,5 de sorte qu'il est a été rattrapé par le SMIC qui lui a été multiplié par 1,9. D'octobre 1981 à septembre 1988, le montant des allocations a été réajusté régulièrement chaque fois qu'il redevenait inférieur au SMIC.

Dans les secteurs du SPI, en particulier dans le secteur AEEIO, le montant des allocations est resté longtemps disproportionné, face aux offres d'embauches du secteur privé avec des salaires et statuts d'ingénieurs dès la sortie du DEA, et face aux conventions CIFRE. Le secteur AEEIO a donc dû longtemps fournir des compléments de rémunérations. Une initiative importante des organismes de recherche du secteur, à l'incitation de J-P.Verjus, a été d'attribuer officiellement mais très sélectivement des compléments avec fléchages venant soit des PRC du département SPI au CNRS, soit de l'INRIA. Ces compléments furent l'objet de dotations spéciales et la répartition des allocations correspondantes a été confiée à la commission AEEIO.

En octobre 1988, une augmentation substantielle de 37% a eu lieu portant le montant des allocations à 7000 francs par mois soit 1,44 fois le SMIC et l'alignant presque sur celui des Bourses de Docteurs-Ingénieurs (BDI) du CNRS dans des laboratoires de recherche. Ce montant atteint 7400 Francs par mois depuis octobre 1991. Il peut être complété, avec l'accord du rectorat, soit par des monitorats, soit par des heures supplémentaires, soit par des vacances sur des contrats de recherche.

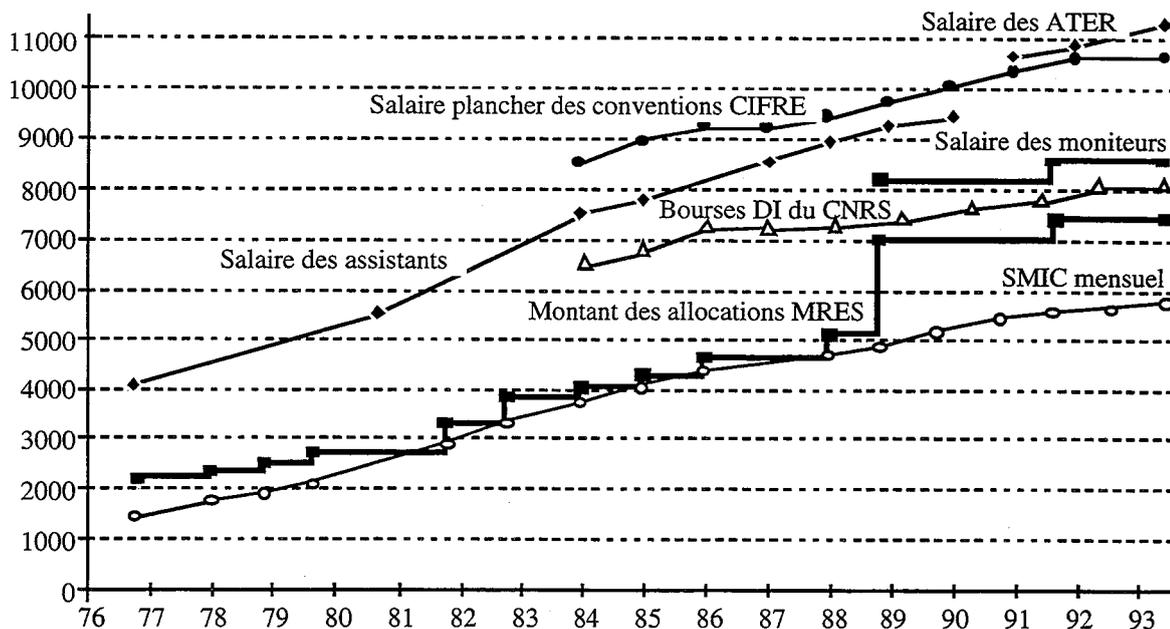
Les salaires industriels sont évidemment supérieurs. Ainsi au CNRS, le montant des BDI co-financées par des entreprises est supérieur de 22% à celui des BDI classiques. Pour les conventions CIFRE (cf. § 8.2), le salaire moyen proposé par les entreprises est d'environ 15% supérieur au salaire plancher fixé par l'état.

Le montant des allocations avec monitorat atteint cependant 78% du salaire moyen des conventions CIFRE, dépasse le montant des BDI et atteint presque celui des BDI cofinancées.

Date	10/76	1/78	1/79	10/79	10/81	11/82	1/84	1/85	1/86	1/88	10/88	10/89	10/90	10/91	10/92	7/93
Alloc. rech	2220	2342	2530	2735	3340	3845	4083	4267	4660	5126	7000	7000	7000	7400	7400	7400
Moniteur												9200	9200	9600	9600	9600
Ass/ater		4016			5575		7523	7862		8640	8945	9141	9416	10733	10871	11209
bdi-cnrs							6584	6881	7115	7115	7186	7366	7530	7720	8029	8029
bdi-cofin.							8000	8360	8645	8645	8731	8950	9150	9380	9755	9755
cifre					8550	8550	8550	9000	9270	9270	9500	9785	10083	10417	10700	10700
smic	1480	1700	1911	2099	2826	3319	3850	4117	4401	4705	4860	5055	5286	5520	5629	5886

Montants des différents types d'allocations, bourses et subventions

Le graphique suivant illustre l'évolution comparée de ces financements de thèses et les situe par rapport au SMIC et au salaire de recrutement comme assistant ou comme Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER). Le salaire de début des ATER, au niveau BAC+8 et avec souvent un doctorat, est inférieur au salaire moyen de début des conventions CIFRE au niveau BAC+5.



Progression du montant des financements de thèses

La revalorisation et le monitorat ont donc à partir de 1988 rendu les allocations assez attractives par rapport aux salaires d'ingénieurs, car les candidats tiennent aussi compte de la qualité de l'encadrement de thèses et des possibilités de formation offertes par les laboratoires. Cette revalorisation a été déterminante dans notre secteur.

3.5. Monitorat et Statut de Futur-Enseignant-Chercheur

La création, en Octobre 1989, du monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur a introduit la reconnaissance d'un statut de futur enseignant-chercheur. Le but est de former les doctorants à l'enseignement et de les confronter aux difficultés du métier dès la préparation de leur thèse. Non seulement cela institutionnalise un service, autrefois rémunéré par des heures supplémentaires, mais il s'y ajoute une sélection, des stages obligatoires de préparation pédagogique d'au moins 10 jours et un tutorat. La charge d'enseignement est de 64 heures de TD (ou 96 heures de TP) en DEUG, soit un tiers de service de Maître de Conférences (MC), en principe en DEUG ou en IUT, et parfois avec dérogation en licence ou maîtrise, surtout dans nos secteurs. La rémunération est de 2200 Francs bruts par mois prise sur les budgets d'enseignement

Enfin, en cas de succès aux concours d'ATER ou de MC, les années de service comme moniteur sont validées.

Les moniteurs constituent le vivier le plus important de recrutement des futurs enseignants. En raison de leur sélection en DEA et de leur préparation pédagogique, ils possèdent de très bons dossiers pour l'obtention de postes d'ATER. Toutefois, il est essentiel de respecter la concurrence d'autres candidats, dont les BDI du CNRS, et d'éviter une sélection trop précoce sur le critère principal des résultats d'écrit des DEA plutôt que sur les activités des trois ans de recherche en thèse. Le monitorat ne doit donc pas entraîner une priorité systématique de recrutement, afin de préserver la liberté de sélection des commissions de spécialistes.

La sélection, la gestion et la formation pédagogique des moniteurs sont faites localement par les Centres d'Initiation à l'Enseignement Supérieur (CIES) communs à plusieurs établissements. Il en existe 14: Aix-Marseille, Bordeaux, Grenoble, Lille, Lyon, Montpellier, Nancy-Metz, Paris-Sorbonne, Paris-Jussieu, Orsay, Poitiers, Rennes, Strasbourg et Toulouse.

Le tableau suivant indique la progression du nombre de moniteurs non compris les Assistants Moniteurs Normaliens (AMN). Les moniteurs sont le plus souvent nommés pour 3 ans, mais certains abandonnent après la deuxième année pour se consacrer entièrement à leur thèse et leurs postes deviennent immédiatement disponibles pour de nouvelles nominations. Cela permet un effectif total d'environ 4500 moniteurs. Le tableau donne aussi la proportion des moniteurs par rapport aux allocations, ce qui montre un taux de sélection d'environ 36%. Cette concurrence amène à ne nommer certains allocataires qu'à partir de la deuxième année.

	89	90	91	92	93	% 93	All 93	mon/all
DS 1 : Mathématiques et Applications	104	112	124	100	147	10,7%	199	73,9%
DS 2 : Sciences de la Matière	271	246	241	265	281	20,5%	830	33,9%
DS 3 : Sc. de la Terre et de l'Univers	56	61	45	60	54	3,9%	228	23,7%
DS 4 : Sc. Pour l'Ingénieur	359	306	262	300	324	23,6%	862	37,6%
DS 5 : Sciences de la Vie et de la santé	224	265	134	240	195	14,2%	808	24,1%
DS 6 : Sciences Humaines et Sociales	146	167	123	160	165	12,0%	473	34,9%
DS 7 : Sc.Jurid.,Polit.,Econom.,Gestion	190	193	120	225	204	14,9%	397	51,4%
Total	1350	1350	1049	1350	1370	100,0%	3797	36,1%

Progression et répartition des monitorats

L'attribution de monitorats dans le secteur des sciences physiques pour l'ingénieur (AEEIO + mécanique), contribue de manière très appréciable à supporter le développement de l'enseignement de l'informatique et de l'électronique dans les différents types de DEUG.

Les postes de moniteurs devraient être plus nombreux. L'augmentation du nombre des moniteurs éviterait le recours à des heures supplémentaires souvent attribuées à d'autres allocataires, qui effectuent ainsi un travail de moniteur sans en avoir le statut et sans bénéficier d'une formation pédagogique. Il serait enfin souhaitable que ces postes soient connus bien plus tôt (avril au lieu de septembre) afin de répondre aux attentes des candidats.

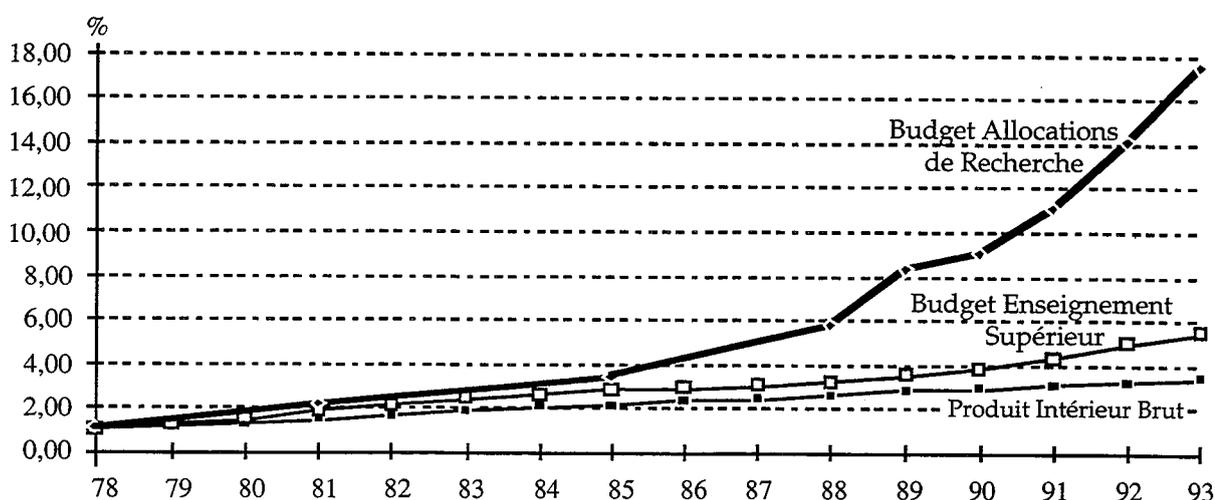
3.6. Croissance du budget global

La croissance du budget des allocations intègre les effets cumulés des augmentations d'effectifs, de la revalorisation et des prolongements. Elle est beaucoup plus importante que celle du budget de l'enseignement supérieur, elle même plus rapide que les progressions similaires du Produit Intérieur Brut (PIB) de la nation, du budget de l'état et du budget de l'éducation nationale. Dans le tableau suivant le PIB et les trois premiers budgets sont exprimés en milliards de francs et celui des allocations en millions de francs.

Années	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
PIB	2199	2483	2803	3164	3626	4006	4361	4700	5069	5336	5723	6136	6492	6767	7115	7503
budget état	379	446	525	617	788	882	939	994	1030	1054	1113	1164	1233	1290	1334	1375
budget EDN	77	88	102	117	137	156	169	179	186	190	198	209	227	248	263	282
budget ens sup	7,0	9,0	10,7	13,0	15,2	17,6	18,9	20,1	21,0	21,7	22,9	25,1	27,5	30,8	36,0	39,5
budget alloc	71			153				240			407	590	640	781	998	1243

Progression du PIB et des budgets des allocations et de l'enseignement supérieur

Les courbes suivantes montrent les progressions respectives du PIB et des budgets de l'enseignement supérieur et des allocations, en prenant, pour chacun, une base 1 en 1978. De 1978 à 1993, soit en 15 ans, le PIB a été multiplié par un facteur de 3,41 - le budget de l'état par 3,62 - celui de l'éducation nationale par 3,68 - celui de l'enseignement supérieur par 5,45 alors que le budget des allocations de recherche a lui été multiplié par 17,5, soit 5,13 fois plus que le PIB. De plus, le budget d'enseignement attribué aux monitorats s'ajoute à celui des allocations de recherche.



Taux de progression du PIB et des budgets de l'enseignement supérieur et des allocations

3.7. Conclusion

L'augmentation du nombre des allocations, leur allongement et leur revalorisation, ont permis d'attirer en thèse les meilleurs élèves de DEA ou d'écoles d'ingénieurs, et de dynamiser les laboratoires. Pour l'enseignement cet effet a été complété par l'institution du monitorat et des postes d'ATER. Cette politique constante sur 15 ans, intensifiée à partir de 1983 et surtout à partir de 1988, s'est révélée un moyen très efficace de soutenir la recherche fondamentale et de préparer une nouvelle génération d'enseignants-chercheurs et de cadres industriels formés à la recherche.

Mais au delà des doctorats et des monitorats, les candidats visent des postes d'ATER et de MC qui actuellement se raréfient. De bons candidats se tournent vers des conventions CIFRE ou vers des embauches industrielles parce qu'ils obtiennent plus vite une certitude de financement et que les espoirs de postes universitaires leur semblent trop faibles. Un plan pluriannuel de recrutements leur permettrait de mieux appréhender leurs perspectives de carrières et développerait les capacités d'encadrement.

4 Croissance des candidatures

La sélection des allocataires est fonction des candidatures qui proviennent des DEA, et des écoles d'ingénieurs. Les restrictions de nationalité pour les candidatures amènent à examiner les proportions de diplômés étrangers. La revalorisation des

allocations a entraîné une augmentation des candidatures mais la poursuite de DEA en thèse, et donc le taux de candidatures est très variable selon les secteurs.

4.1. Progression des inscriptions en DEA

Dans le secteur AEEIO, les étudiants souhaitant s'inscrire en DEA viennent principalement des maîtrises, des MST, des MIAGE, des magistères, d'écoles d'ingénieurs françaises et enfin d'universités et écoles étrangères. Le nombre des maîtres en informatique s'est accru mais reste, pour le moment limité, par le manque d'enseignants et par le faible volume de la formation à l'informatique et aux mathématiques discrètes en DEUG. Il devrait s'accroître dans l'avenir.

Le tableau suivant donne la progression des diplômés de DEA de 1985 à 1991, les nombres de formations de DEA en 1991 et leurs effectifs moyens.

	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	prog/85	nb D 91	eff moy
Mathématiques	523	581	582	652	771	760	953	1,8	47	20,3
Physique	659	687	757	804	908	894	961	1,5	45	21,4
Chimie	1198	1364	1423	1370	1598	1870	1954	1,6	60	32,6
Sc terre univers	535	560	522	486	495	565	640	1,2	32	20,0
AEEIO	2035	2144	2217	2072	2404	2521	2814	1,4	74	38,0
Mécanique	1149	1278	1308	1209	1537	1647	1874	1,6	63	29,7
Sc vie santé	2489	2891	2967	2894	3278	3442	3652	1,5	134	27,3
Sc humaines sociales	5075	5634	5547	5820	6055	6896	7870	1,5	391	20,1
Sc. jurid. politiques	3446	3738	3628	4083	4343	4873	5187	1,5	266	19,5
TOTAL	17109	18877	18951	19390	21389	23468	25905	1,5	1112	23,3

Progression des diplômés de DEA

4.2. Progression des ingénieurs

Le doublement des filières d'ingénieurs et surtout les DEA cohabilités avec les grandes écoles (entre autres ENS-Ulm, Lyon, Cachan, EC-Paris, Lyon, Lille, Nantes, ENPC, ENSAE, ENSEEITH, ENSEMM-Besançon, ENSM-Paris, Nancy, Nantes et St-Etienne, ENSTA, ESE, Eurecom, INP-Grenoble, Lorraine et Toulouse, INSA-Rennes, Lyon et Rouen, INSTN, INT, Polytechnique, Télécom-Paris et Bretagne) attirent vers la recherche des candidats élèves-ingénieurs. Ceux-ci se rendent compte que leurs évolutions de carrières futures dépendront en partie de leurs capacités à innover et qu'une formation à-et-par la recherche est valorisante.

Le bilan des allocations de 1991 montre que le secteur AEEIO atteint un pourcentage d'ingénieurs de plus de 22 % (plus 1% de normaliens) alors que le taux moyen de l'ensemble des secteurs est de 10,5 %. Il en résulte parfois des abandons en cours de thèse d'ingénieurs attirés par le secteur privé.

Répartition alloc 1991	nb alloc	% ing.
Physique	217	9
Chimie	86	14
Matériaux	193	17
Chimie-Physique	52	4
Mathématiques	151	5
AEEIO	494	22
Sciences terre -univers.	200	13
Mécanique	225	29
Sciences. vie, santé	724	6
Sciences sociales.	730	1

Pourcentages d'ingénieurs

Le tableau suivant montre la répartition des allocations en 1991 dans les laboratoires d'écoles d'ingénieurs et révèle une forte coopération entre écoles et DEA. Les écoles partagent souvent avec les universités des laboratoires associés au CNRS. On remarque la part importante de celles dont une partie des départements relèvent du secteur AEEIO, en particulier les INP et INSA.

CNAM	Ecole Nat Sup Télécommunications Paris	2
Ecole Centrale Lyon	Ecole Nat Sup Enseign Technique Cachan	1
Ecole Centrale Paris	Ecole Nat Sup Lyon	5
Ecole Hautes Etudes Sciences Sociales	Ecole Pratique Hautes Etudes	4
Ecole Nat Génie Rural Eaux Forêts Paris	Ecole Sup Physique Chimie Industrielle Paris	1
Ecole Nat Génie Rural Eaux Forêts Nancy	Insitut Etudes Politiques Paris	14
Ecole Nat Ponts Chaussées	Insitut Nat Agronomique Paris-Grignon	11
Ecole Nat Sup Aéronautique Espace Toulouse	Insitut Nat Langues Civilisations Orientales	4
Ecole Nat Sciences Appliquées Rennes	Insitut Nat Polytechnique Grenoble	61
Ecole Nat Sciences Appliquées Montpellier	Insitut Nat Polytechnique Nancy	42
Ecole Nat Sup Arts Métiers Bordeaux	Insitut Nat Polytechnique Toulouse	37
Ecole Nat Sup Arts Métiers Paris	Insitut Nat Sciences Appliquées Toulouse	14
Ecole Nat Sup I A A	Insitut Nat Sciences Appliquées Lyon	31
ENSI Construction Aeronautique Toulouse	Insitut Nat Sciences Tech. Nucléaires Orsay	1
Ecole Nat Sup Mines St Etienne	Museum Histoire Naturelle Paris	3
Ecole Nat Sup Mines Paris	Observatoire Paris	4
Ecole Nat Sup Physique Marseille	Total Général	325

Ecoles ayant bénéficié d'allocations en 1991

4.3. Etrangers

La demande des élèves étrangers pour des thèses est importante pour les pays en développement, surtout francophones, mais elle est faible pour l'Europe et encore plus faible pour l'Amérique du Nord. Ceux venant en France peuvent bénéficier soit des bourses, parfois très faibles, de leurs pays, soit de celles du ministère des affaires étrangères. Les ressortissants de la communauté européenne et sous certaines réserves ceux de pays d'Europe de l'Est. peuvent candidater à des allocations de recherche. Pour les autres pays, ne peuvent candidater que ceux qui ont leurs familles en France et y ont effectué toutes leurs études supérieures.

Les statistiques collectées distinguent les étudiants de nationalité étrangère, ce qui est administrativement simple mais totalement non significatif. En effet on ne peut ni évaluer les effectifs de candidats potentiels à des allocations, ni les flux d'élèves venant l'étranger pour se former en France, ni leur types de formation d'universitaires ou d'ingénieurs. On peut admettre qu'environ la moitié des élèves étrangers inscrits peuvent candidater aux allocations et sont sélectionnés sur les mêmes critères que les élèves français,

Le tableau suivant indique les pourcentages des différentes nationalités par rapport au total des inscrits en DEA en 1987/1988. Les secteurs littéraires ont la vocation d'attirer les élèves étrangers, particulièrement des pays dits développés. On note l'attraction des mathématiques avec 43% de diplômés étrangers.

La faible mobilité à l'intérieur de la communauté européenne est préoccupante. Le frein essentiel est l'hétérogénéité des conditions de soutenance et de reconnaissance des thèses dans les différents pays. Les frais de déplacement sont un autre frein car la constitution de dossiers supplémentaires de subvention est lourde et l'attente des décisions est dissuasive. Des indemnités quasi-automatiques de mobilité seraient utiles ainsi que des stages linguistiques.

	nb.dipl DEA	dont étr.	dont CEE	Europe occid.	Europe Est	Moyen orient	Nord Sahara	Sud Sahara	Am. Nord	Am. Centre	Am. Sud	Asie	Total
Mathématiques	582	251	3,6%	0,2%	0,0%	4,0%	22,7%	7,0%	0,0%	0,0%	0,7%	3,4%	43,1%
Physique, Chimie	2180	607	1,2%	0,1%	0,1%	2,2%	17,8%	3,4%	0,1%	0,3%	0,4%	0,0%	27,8%
Terre univers	522	142	3,1%	0,2%	1,0%	1,5%	11,7%	3,3%	0,4%	1,0%	1,7%	0,0%	27,2%
AEEIO, Mécanique	3525	989	1,3%	0,1%	0,3%	2,7%	13,8%	3,9%	0,2%	0,3%	0,9%	1,5%	28,1%
Sc. vie, santé	2967	463	1,8%	0,1%	0,0%	0,8%	8,1%	1,9%	0,0%	0,4%	1,0%	0,1%	15,6%
Sc. hum., soc.	5547	1957	6,1%	0,4%	0,6%	2,5%	9,5%	6,7%	1,0%	0,5%	2,3%	1,8%	35,3%
Sc. jurid, politiques	3628	764	3,9%	0,1%	0,4%	1,7%	4,2%	6,5%	0,7%	0,7%	1,2%	0,0%	21,1%
Total	18951	5173	3,4%	0,2%	0,3%	2,1%	10,5%	4,9%	0,5%	0,5%	1,3%	0,9%	27,3%

Répartition par nationalités des diplômés de DEA pour 1987/1988

Une enquête de 1991 sur les résultats de DEA de 1989 permet d'examiner les taux de réussite dans le secteur AEEIO. En général ces taux sont un peu plus faibles pour les candidats de nationalité étrangère que pour les Français. Les étudiants étrangers sont en moyenne plus âgés car ils sont souvent recrutés après des diplômes de niveau BAC +5. Ils visent plus souvent une continuation en thèse et sont en majorité boursiers de sorte que leur taux de soutenance de thèses est plus fort. Leurs inscriptions en thèse s'effectuent aussi directement sur équivalence.

La répartition par sous secteurs montre une attirance plutôt vers les spécialisations très techniques: signal, électro-technique et instrumentation puis automatique, électronique et systèmes.

	insc			dipl				réuss.		insc			sout		
	DEA	dont étr.	% étr.	DEA	dont étr.	dont CEE	% étr.	DEA	étr.	th.	dont étr.	% étr.	th.	dont étr.	% étr.
Autom, Product, Robotique	710	169	23,8%	576	117	6	20,3%	81,1%	69,2%	781	294	37,6%	152	65	42,8%
Signal, Image, Parole	154	48	31,2%	114	27	2	23,7%	74,0%	56,3%	101	28	27,7%	46	26	56,5%
Acousto-Optique	197	50	25,4%	168	33	5	19,6%	85,3%	66,0%	202	67	33,2%	79	19	24,1%
Electronique	532	136	25,6%	463	101	11	21,8%	87,0%	74,3%	515	213	41,4%	176	71	40,3%
Génie Electrique	169	68	40,2%	138	48	4	34,8%	81,7%	70,6%	46	23	50,0%	26	16	61,5%
Instrumentation	132	36	27,3%	109	28	0	25,7%	82,6%	77,8%	95	36	37,9%	35	22	62,9%
Informatique générale	310	68	21,9%	244	41	3	16,8%	78,7%	60,3%	153	32	20,9%	140	33	23,6%
Intel. Artificielle, Images	229	65	28,4%	161	41	2	25,5%	70,3%	63,1%	192	48	25,0%	49	9	18,4%
Théorie, Prog., G. Logiciel	94	15	16,0%	78	10	2	12,8%	83,0%	66,7%	98	11	11,2%	18	1	5,6%
Arch. Mat., Syst., Réseaux	175	43	24,6%	138	31	0	22,5%	78,9%	72,1%	57	17	29,8%	41	17	41,5%
Total	2702	698	25,8%	2189	477	35	21,8%	81,0%	68,3%	2240	769	34,3%	762	279	36,6%

Proportions et taux de réussite des élèves étrangers dans le secteur AEEIO pour 1989/1990

4.4. Poursuite en thèse et soutenances

La poursuite en thèse est très variable selon les secteurs. Le tableau suivant montre l'évolution des soutenances de thèses sur les quatre dernières années. Le rapport du nombre de thèses et de diplômes de DEA trois ans auparavant révèle une très grande disparité pour les sciences humaines et sociales et encore plus pour les sciences juridiques et politiques. Dans ces secteurs le DEA est souvent considéré comme un diplôme terminal.

	88/89	89/90	90/91	91/92	prog/89	T92/D89
Mathématiques	198	233	247	281	1,42	43%
Physique	478	444	489	578	1,21	72%
Chimie, Chimie-physique	789	887	893	1027	1,30	75%
Sc terre univers	328	335	315	360	1,10	74%
inform automatique	511	550	561	666	1,30	50%
Electron, E-techn. Opt.	360	405	415	462	1,28	64%
Mécanique	523	627	726	730	1,40	60%
Sc. vie santé	1214	1424	1397	1667	1,37	58%
Sc humaines sociales	1024	1267	1434	1699	1,66	29%
Sc. juridiques, politiques	538	610	684	770	1,43	19%
Total	5963	6782	7161	8240	1,38	43%

Evolution des soutenances de thèses

4.5. Conclusion

De plus en plus d'élèves de DEA et d'écoles d'ingénieurs sont candidats à des allocations. Les revalorisations, prolongements et monitorats ont été un facteur incitatif décisif. La progression des effectifs de diplômés a entraîné un durcissement de la sélection ces dernières années et une élévation de la qualité des allocataires.

5 Accueil et Encadrement

La liste et la qualité des laboratoires d'accueil de niveau international est un facteur important de préparation de bonnes thèses. Toutefois, les experts apprécient non pas le nombre ou l'effectif total de ces laboratoires, mais l'existence de petites équipes de pointe entretenant une collaboration étroite avec les formations doctorales, et la disponibilité des chercheurs pour assurer effectivement un encadrement de qualité.

5.1. Laboratoires

Les possibilités d'accueil des formations du secteur AEEIO sont assurées essentiellement par des unités de recherche propres ou associées au CNRS ainsi que par les équipes d'accueil recommandées par la Direction de la Recherche et des Etudes Doctorales (DRED). L'existence de tels laboratoires est un critère primordial d'attribution d'allocations à un DEA (et même de création d'un DEA lors de l'examen par le GET). Il faut ajouter encore les grands organismes publics de recherche, essentiellement les différents établissements de l'INRIA (Grenoble, Nancy, Rocquencourt, Rennes, Sofia) qui accueillent de nombreux allocataires, mais aussi le CNET, le CEA, l'ONERA quand il existe des projets communs avec des laboratoires universitaires ou CNRS.

Le tableau suivant compare les modalités d'accueil des allocataires dans les différents secteurs en 1991.

	Université	dont CNRS	Org.Rech.	Privé
Mathématiques	95,0	67,0	4,5	0,5
Physique	63,0	87,5	36,0	1,0
Chimie	84,5	75,5	15,0	0,5
Matériaux	81,0	86,5	1,5	0,0
Chimie-Physique.	63,5	79,0	36,5	0,0
Terre -univers	82,0	87,0	18,0	0,0
AEEIO	88,5	65,0	11,0	0,5
Mécanique	94,0	66,5	6,0	0,0
Sciences vie	48,0	64,0	51,5	0,5
Sc. homme société, droit	93,0	41,0	7,0	0,0

Types de laboratoires d'accueil des doctorants

Le tableau suivant montre la répartition des allocataires dans les différents organismes de recherche (en dehors des unités associées au CNRS). Pour le secteur AEEIO, les principaux organismes concernés sont les laboratoires propres du CNRS (LAAS), l'INRIA et le CEA.

CEA	19	Lab propres CNRS	392	INSERM-CNRS	17
CEMAGREF	2	IFREMER	4	IFP	1
CIRAD	16	INRA	47	IPASTEUR	11
CNES	1	INRIA	13	ONERA	7
CNET	3	INSERM	153	ORSTOM	19
Total Général = 705, soit 21,5 % des allocations					

Organismes de Recherche et laboratoires d'accueil en 1991

5.2. Programmes de Recherches Coordonnées

Pour le secteur AEEIO, les PRC du département SPI du CNRS jouent un rôle très important par les multiples contacts qu'ils offrent aux doctorants, par les journées jeunes-chercheurs qui permettent aux doctorants de comparer leurs travaux et par les écoles thématiques de la recherche. Ces manifestations, qui ont obtenu des subventions du ministère et du CNRS, ont connu dès leur première année un grand succès et attiré des chercheurs francophones. Elles devraient être amplifiées au niveau international.

5.3. Programmes de recherche européens

Le secteur a une dynamique très forte par son partenariat dans de nombreux projets européens (programmes ESPRIT, ESPRIT-BRA, EUREKA, COMETT, JESSI, RACE, EUREKA, HCM...). Ces projets permettent aux jeunes doctorants de travailler sur des sujets de grande envergure et de bénéficier des points de vue de chercheurs étrangers renommés. La rédaction des rapports intermédiaires est parfois lourde mais en contrepartie l'incitation aux publications est importante.

Les demandes, tant pour des thèses préparées dans des laboratoires européens que pour des Européens préparant une thèse en France, n'ont que légèrement crû en dépit de l'intensification des collaborations européennes. Les DEA et thèses à label européen, les codirections de thèses européennes, les projets Erasmus, Tempus et plus récemment Capital Humain et Mobilité (HCM) devraient développer les échanges d'idées et de doctorants.

5.4. Relations industrielles

Le tissu très développé des relations industrielles des laboratoires du secteur AEEIO est surtout utilisé pour trouver des financements pour les autres doctorants. Elles induisent dans les laboratoires une prise en compte de problématiques

industrielles et des incitations à la valorisation qui sont bénéfiques pour les allocataires de recherche bien que les allocations restent surtout réservées aux recherches fondamentales.

5.5. Moyens matériels

Il est essentiel de continuer à offrir aux doctorants un bon environnement de travail, comparable à ceux des laboratoires étrangers concurrents et des entreprises qui les embaucheront. Le niveau des équipements informatiques ou électroniques est un facteur de rapidité de réalisation des thèses. La mise en place du réseau national RENATER et des réseaux régionaux à haut débit permet à beaucoup de laboratoires d'accéder non seulement à leurs moyens de calcul propres mais aussi à des supercalculateurs parallèles, aux grandes bases documentaires des universités étrangères et aux facilités de coopération électroniques. Les moyens matériels (stations de travail puissantes et réseaux informatiques) ont été développés par les nombreux contrats industriels ou européens des laboratoires. Ils permettent d'accueillir les allocataires avec de bonnes conditions de travail.

Néanmoins le taux très rapide d'évolution et donc de renouvellement des stations (graphique couleur, traitement d'images, multimedia), des réseaux (très hauts débits et synchronisation) et des serveurs (CAO, IA, BD, génie logiciel) nécessite des moyens nouveaux et lourds. Les nouveaux laboratoires et DEA éprouvent aussi des difficultés de démarrage. Un plan, de type filière électronique, pour la remise à niveau des équipements informatiques devrait être lancé avec un soutien particulier pour les jeunes formations.

5.6. Ingénieurs de recherche

Les grands systèmes et logiciels complexes sont développés par des équipes importantes sur plusieurs années. Leur maintenance et leur pérennité, l'initiation des nouveaux doctorants relèvent du travail d'ingénieurs. La pénurie d'ingénieurs dans tout le secteur AEEIO est importante et grève la capacité d'encadrement des enseignants-chercheurs. Il est indispensable de créer des postes d'ingénieurs dans ce secteur qui ne dispose pas de l'héritage dû à l'ancienneté des autres secteurs.

5.7. Conclusion

Les possibilités et moyens d'accueil du secteur, ainsi que la richesse de ses relations internationales et industrielles sont certes à la hauteur de l'accroissement du nombre des allocations, mais la création de postes d'ingénieurs de recherche est certainement la première urgence.

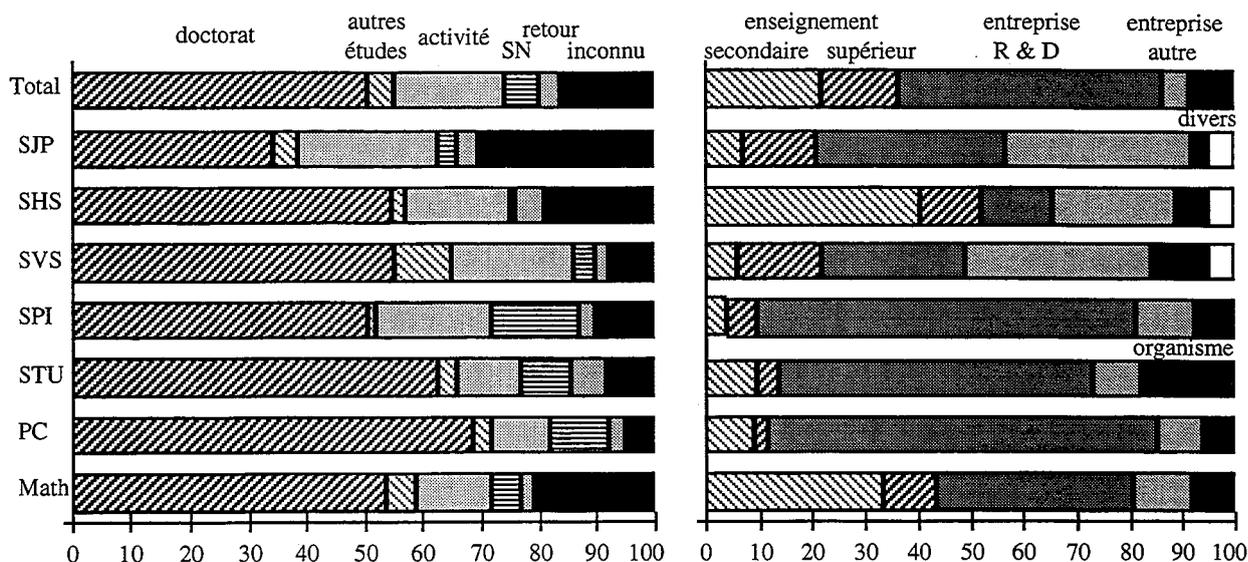
6 Perspectives de Recrutement

Les débouchés du secteur AEEIO sont surtout l'industrie et l'enseignement supérieur. Les postes dans les organismes de recherche et en particulier dans le département SPI du CNRS devraient être développés.

6.1. Débouchés industriels

Les formations entretiennent de solides relations industrielles qui ont encore été développées par les projets européens. Elles ont dans l'industrie une notoriété comparable à celle des écoles d'ingénieurs. Beaucoup de DEA du secteur AEEIO ont des annuaires d'anciens élèves éloquentes, montrant une bonne adéquation des carrières aux formations dispensées.

Les graphiques suivants comparent les devenir des diplômés de DEA et leurs types d'activité dans les différents secteurs. Le taux de poursuite en thèse est d'environ 50%. Le secteur SPI est celui où les diplômés de DEA obtiennent le plus grand taux d'activité dans des entreprises et essentiellement en recherche et développement.



Devenir des diplômés de DEA et types d'activité

Le tableau suivant donne les résultats d'une enquête de 1992 sur les devenirs des allocataires de 1987. Dans le secteur AEEIO il y a très peu de recherches d'emplois, d'emplois divers, ou de nécessité de poursuites d'études. Au contraire les taux d'emplois dans les entreprises et dans l'enseignement supérieur sont élevés.

	Nb alloc. 1987	Nb rép. enquête	% thèses. soutenues	%Poursuite études	%Rech. emploi	Répartition emplois en %			
						ens.	organ.	entrepr.	divers
Mathématiques	73	25	92	4	8	59	9	27	5
Physique	145	63	94	3	11	15	53	22	10
Chimie	172	55	96	18	15	22	33	42	3
Matériaux	128	42	98	2	19	24	18	58	0
Chimie-Physique	42	17	94	18	3	22	33	45	0
Sc. terre univers	127	52	90	11	12	24	42	32	2
AEEIO	293	107	85	4	7	39	13	45	3
Mécanique	134	43	83	5	2	24	13	55	8
Sc. vie, santé	446	198	56	29	36	39	34	22	5
Sc. sociales.	337	120	45	6	18	69	6	10	15

Devenir des allocataires de recherche de 1987

Ce secteur voit l'émergence continue de nouvelles architectures (superordinateurs, parallélisme massif, circuits intégrés, optoélectronique, réseaux neuronaux, architectures systoliques, réseaux hiérarchisés hétérogènes et multimédia), de nouvelles méthodes et théories (conception assistée, ateliers flexibles, systèmes embarqués, traitement de la parole et des images, réalité virtuelle, parallélisation automatique, systèmes distribués, orientation objet, conception coopérative, calcul formel, preuve et certification). Dans toutes les branches industrielles l'automatique, l'électronique et l'informatique s'intègrent avec une complexité exigeant une formation de très haut niveau.

La demande considérable des sociétés et la pénurie d'ingénieurs qualifiés sont rappelées par les organismes professionnels. La vitesse d'évolution des connaissances et les mutations techniques, limitent les possibilités de recyclage. Face à la concurrence, les entreprises licencient des cadres dépassés pour recruter de nouveaux ingénieurs formés aux techniques modernes. En dépit de l'actuelle conjoncture, le secteur AEEIO reste un de ceux qui offrent les meilleurs débouchés et les délais les plus courts pour trouver un emploi.

Toutefois certaines entreprises n'apprécient pas assez la formation à la recherche, en exploitent trop peu les acquis, contrairement à ce qui se pratique aux

USA ou en Europe et préfèrent souvent un jeune ingénieur malléable et moins cher à un jeune docteur qui souhaite voir prises en compte ses années de recherche. Intégrer directement une entreprise procure une ancienneté et un salaire supérieur à celui d'une embauche après thèse, tandis que l'avantage d'une thèse pour la carrière ultérieure est difficilement quantifiable.

6.2. Débouchés recherche

Les organismes de recherche tels que le CNRS, l'INRIA, le CNET, l'ONERA, le CEA embauchent des chercheurs et ingénieurs issus des DEA et formations doctorales du secteur. Mais, le volume de ces recrutements reste faible comparativement à l'enseignement supérieur. Il n'y a que très peu de départs à la retraite et le département SPI n'a pas encore les effectifs qui correspondraient à l'importance des recherches à effectuer.

6.3. Débouchés universitaires : postes d'ATER et de MC

La création des postes Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche (ATER) permet aux doctorants ou docteurs recrutés à la fois de prendre des responsabilités d'enseignement et de publier en vue de candidatures pour des postes de Maître de Conférences (MC). Ces postes de 1 an, sont renouvelables une fois (pourvu que la thèse ait été soutenue). Ils sont aussi attribuables pour au plus 3 ans à des étrangers ayant exercé des fonctions d'enseignant. Ce statut a représenté un net progrès par rapport à celui des Attachés d'Enseignement Supérieur (AES), en raison à la fois d'une meilleure rémunération et de la capitalisation de l'ancienneté acquise lors d'un recrutement comme MC.

Le niveau actuel des candidatures sur les postes d'ATER est devenu celui des MC d'il y a quelques années. Le nombre de docteurs a progressé et surtout la création du monitorat a suscité des vocations, tandis que les sociétés ont stoppé les surenchères salariales. L'afflux de très bonnes candidatures est tel que certaines commissions de spécialistes n'attribuent que des postes de "demi-ATER", et parfois pour une seule année. Le passage par un poste d'ATER est quasi-indispensable avant une carrière de MC.

Les problèmes d'encadrement posés par le développement de l'enseignement de l'informatique en DEUG et dans les autres filières du second cycle, rendent indispensable la création de postes d'ATER et de MC. Il y a un aussi besoin de recyclages lourds et de formations en alternance pour ceux qui ont été embauchés dans l'industrie il y a longtemps avec des formations privées trop légères. Bien organiser ces formations demande des enseignants expérimentés et permanents.

6.4. Débouchés secondaires

Actuellement les débouchés des DEA et docteurs dans le secondaire sont faibles, contrairement à ce qui se passe en dans les autres secteurs scientifiques. L'informatique, quand elle est enseignée est trop vue comme une technique. Comme toutes les autres sciences fondamentales, mathématiques ou physique chimie, il est souhaitable d'en commencer l'enseignement dès le secondaire. Avec un volume horaire supérieur et un accompagnement de CAO, de statistiques, de recherche opérationnelle et d'économie, cela offrirait aussi l'opportunité de dynamiser des filières professionnelles.

Il serait urgent qu'un plan, étalé sur plusieurs années, vise à introduire une solide culture d'informatique et de mathématiques pour l'informatique dans les classes terminales. Une demande d'enseignants dans le secondaire devrait ainsi apparaître. Une formation de niveau BAC+5 est nécessaire pour être capable de suivre l'évolution extrêmement rapide de la discipline. Pour former ces enseignants, il faudra augmenter les recrutements de MC et professeurs en informatique.

6.5. Formations post doctorales

Les docteurs du secteur n'ont pas besoin de recourir à des formations complémentaires pour trouver des emplois. Les formations post doctorales correspondent plus à des besoins de pluridisciplinarité pour des recherches de type

nouveau ou à des valorisations de dossiers avant candidature au CNRS ou dans l'enseignement supérieur. Les principales possibilités sont les bourses de l'INRIA et du ministère des affaires étrangères, les bourses post-doctorales du CNRS, les bourses européennes.

6.6. Conclusion

La qualité et la quantité des débouchés du secteur AEEIO sont excellents tant pour l'industrie que pour l'enseignement. Bien plus ce secteur a un impact positif sur toutes les branches industrielles. Les filières du secteur AEEIO doivent être développées car leurs diplômés se voient proposer des emplois avec des qualifications correspondant bien à leurs formations et aspirations. Elles contribuent aux recherches des autres disciplines et à la compétitivité de notre industrie de sorte qu'elles sont ainsi génératrices d'emplois même dans les autres secteurs.

L'augmentation des postes d'ATER puis de Maîtres de Conférences est nécessaire pour tirer les bénéfices des vocations suscitées par les monitorats. Il faudrait de même développer les postes de chercheurs CNRS

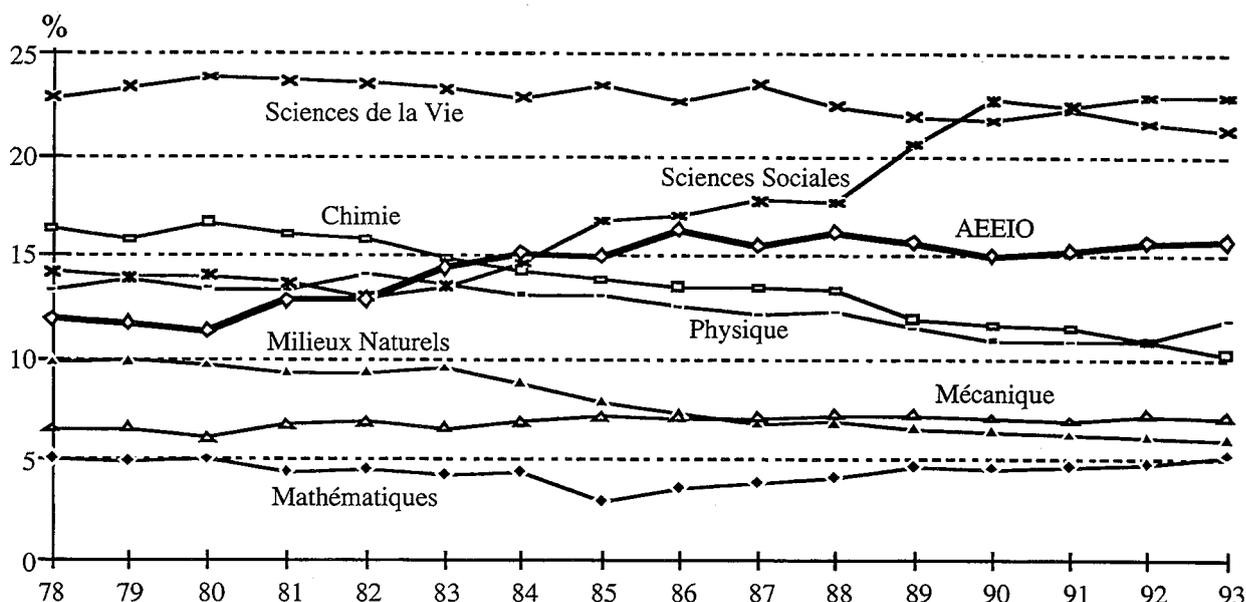
7 Mécanismes de Répartition

La répartition s'effectue à deux niveaux : d'abord entre les secteurs et ensuite entre les DEA de chaque secteur. C'est seulement à ce dernier niveau qu'interviennent les propositions des commissions d'experts.

7.1. Répartition intersectorielle

La répartition globale des allocations entre les différents secteurs résulte de choix scientifiques et politiques pour lesquels interviennent l'importance de diplômés des effectifs des DEA et des thèses, l'appréciation des directions scientifiques sur les habilitations de DEA, la qualité des laboratoires d'accueil, l'importance des débouchés, le rôle économique des secteurs, les arguments des présidents de groupes d'experts. L'observatoire des DEA, thèses et des laboratoires mis en place par la DRED et le recoupement avec les informations venant du CNRS fournissent de nombreux éléments d'appréciation.

Les courbes suivantes donnent les pourcentages d'allocations dans chacun des secteurs et montrent le rééquilibrage intersectoriel entre 1978 et 1993. La part des secteurs ayant des débouchés faibles a diminué. A partir de 1984 et surtout depuis 1988, un soutien très important du secteur des sciences humaines et sociales, en dépit de ses graves problèmes de débouchés, a permis de suivre la croissance des effectifs des DEA correspondants, de combler le déficit d'allocations dans ce secteur, de former des moniteurs pour faire face à l'afflux d'étudiants dans les premier et second cycles. Le secteur AEEIO est passé de 12 % à 16 % des allocations en raison du développement des DEA, des laboratoires de recherche et des débouchés. Il serait amplement justifié d'augmenter cette proportion en raison de son importance scientifique et économique.



Evolution de la répartition intersectorielle des allocations

La partie droite du tableau suivant relie les pourcentages d'allocations et ceux de diplômés de DEA et de thèses et d'allocations en 1989 puis en 1992. La partie gauche reprend quelques mesures de l'efficacité des allocations en donnant, pour ceux des allocataires de 1987 ayant répondu à une enquête de 1991 du ministère, les taux de soutenances, de poursuites d'études et de recherches d'emplois. Les secteurs AEEIO et mécanique ont un taux d'allocations bien proportionné à la fois au nombre de diplômés et de thèses et d'autre part de très bons débouchés.

	DEA 88	Th. 89	All 89	DEA 92	Th. 92	All 93	sout all.	pours	s.emp
DS 1 Mathématiques	3,1%	3,3%	5,6%	3,7%	3,4%	5,8%	92%	4%	8%
DS 2 Physique, Chimie	11,5%	21,2%	22,6%	11,3%	19,5%	21,0%	96%	9%	13%
DS 3 Terre univers	2,8%	5,5%	6,2%	2,5%	4,4%	5,9%	90%	11%	12%
DS 4 AEEIO, Mécanique	18,6%	23,4%	21,9%	18,1%	22,5%	21,5%	84%	4%	6%
DS 5 Sc. vie, santé	15,7%	20,4%	20,9%	14,1%	20,2%	20,8%	56%	29%	36%
DS 6,7 Sc. hum., soc.	48,4%	26,2%	22,8%	50,4%	30,0%	25,0%	45%	6%	18%

Pourcentages de Diplômés de DEA, de thèses et d'allocations

7.2. Modalités générales de répartition dans les secteurs

La répartition à l'intérieur de chaque secteur tient compte des dossiers de demandes, en général bien remplis par les responsables des DEA. Ces dossiers contiennent les programmes de cours, les rapports de recherche des laboratoires d'accueil, les statistiques d'inscrits, de diplômés, de soutenances, de débouchés, les titres de thèses soutenues, des propositions de sujets détaillés de thèses. Les groupes d'experts veillent à la qualité des formations et des sujets, ainsi qu'à une bonne répartition entre les laboratoires d'accueil, les organismes de recherche, les équipes d'accueil reconnues par la DRED. Les experts du MEN, du CNRS, de l'industrie ainsi que les rapporteurs issus de disciplines différentes, contribuent à contrôler la pertinence des sujets et la qualité des laboratoires et des débouchés. L'examen par une seule commission de toutes les demandes d'allocations du secteur AEEIO a permis une approche pluridisciplinaire.

Les commissions, en général convoquées durant le second trimestre, proposaient la répartition, dans le cadre des enveloppes indiquées par le ministère, d'un premier contingent d'allocations en fonction des dossiers globaux des DEA. Ces allocations, notifiées par le ministère vers le mois de Juin, permettaient aux responsables de DEA de les attribuer aux élèves avant l'été. Dans le secteur AEEIO, afin d'éviter l'évaporation des candidats vers l'industrie, environ 80% des allocations disponibles étaient en général proposées dès la première session.

Une seconde session de répartition avait lieu au début de l'automne, en fonction des enveloppes définitives, des désistements, des résultats complets des DEA et des dossiers individuels de thèses transmis par les responsables de DEA. Cela permettait aux commissions d'affiner leurs évaluations de l'importance et de la qualité des demandes. Certains groupes d'experts, particulièrement en sciences humaines et sociales préféraient ne proposer que peu d'allocations en Juin et affiner la répartition en Septembre.

7.3. Répartition dans le secteur AEEIO

En raison de la sélection rigoureuse lors des habilitations, par les Groupes d'Experts Techniques (GET 40 et 41), les effectifs des DEA du secteur AEEIO sont en moyenne de 38 étudiants soit 65% de plus que la moyenne générale. La politique de ces GET a été de n'accepter des habilitations de DEA qu'avec des possibilités d'encadrement suffisantes. A la différence de tous les autres, le secteur AEEIO est celui pour lequel l'enseignement commence le plus tard, seulement au niveau des DEUG. Il en résulte que le volume et la diversité des connaissances à dispenser en DEA sont grands et nécessitent des tronc communs lourds. Les supports techniques matériels et surtout logiciels exigent aussi d'éviter les dispersions. La sélection et la taille des DEA expliquent qu'ils obtiennent presque tous des allocations, mais pas de manière proportionnelle à leur taille.

La politique de la DRED a incité, surtout ces dernières années, à scinder les trop gros DEA pour dégager des thématiques plus spécifiques, ce qui a été fait. Il serait certainement nécessaire de créer encore de nouveaux DEA en AEEIO et surtout des postes de professeurs pour diminuer les surcharges d'encadrement.

	Nb DEA 93	Nb Alloc	nb/DEA
Automatique, Productique, Robotique	16	89	5,6
Signal, Image, Parole	8	47	5,9
Acousto-Optique	6	35	5,8
Electronique	13	119	9,2
Génie Electrique	6	35	5,8
Instrumentation	5	13	2,6
Informatique	34	218	6,4
TOTAL AEEIO	88	556	6,3

Nombres d'allocations par DEA en AEEIO

Dans le secteur AEEIO, les rééquilibrages ont certes tenu compte de la qualité des formations et des demandes. Surtout, une politique volontariste a été menée pour soutenir des domaines tels que l'électrotechnique ou l'électronique, pour flécher de bons laboratoires d'accueil, tels les ENS, pour soutenir des DEA nouvellement créés. Les écoles doctorales commencent aussi à obtenir des allocations visant à donner à leurs responsables les moyens d'une politique incitative. Les allocations intersectorielles sont aussi un élément efficace de dynamisme.

La série de tableaux suivante présente les attributions d'allocations aux différentes formations depuis 1988, les effectifs d'inscrits et de diplômés de DEA en 1992 et la moyenne des thèses sur 1989 et 1990 (pour atténuer les irrégularités de soutenances). Quelques rares données manquantes ont été estimées par interpolation. Les DEA ayant obtenu des allocations dès la sortie de leur première promotion, on distingue facilement les dates de créations.

Pour présenter cette série les DEA ont été regroupés par thèmes. Toutefois ces regroupements sont subjectifs dans le cas de DEA pluridisciplinaires et ont varié historiquement en fonction des changements de responsables. Pour les DEA d'informatique il n'y avait aucune répartition en sous-thèmes. Celle qui est proposée ici vise à mieux appréhender les tendances en particulier la réorientation des DEA généralistes vers des DEA spécialisés. Les lecteurs et les responsables de DEA sont

priés d'excuser le rédacteur pour toute erreur de classification ou de statistique. Les responsables sont indiqués pour faciliter le suivi de DEA dont les intitulés ont parfois fluctué. Quelques DEA ont disparu, en général à la suite de réorganisations ou de divisions.

Etablissements	16 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Aix-Marseille 3	informatique, automatique, XIAO	Bertrand	4	4	5	5	4	2		50	36		9,5	
Besançon, ENSMM, ENI, Dijon	automatique, informatique, productique	Lhote, Haurat Perrin	5	4	5	5	6	4		59	49		6,0	
Bordeaux 1	automatique, systèmes productiques, robotique	Pun, Mora	2	3	4	5	5	5		25	22		3,5	
Compiègne	contrôle des systèmes	Dubuisson	7	8	8	9	9	10		65	46		21,0	
INP. Grenoble	automatique, productique	Cheruy	2	2	3	4	3	3		31	29		10,0	
Lille 1, EC	productique, automatique, informatique industrielle	Vidal	6	6	6	6	6	5		66	51		11,0	
INSA, Lyon 1, EC, Savoie	automatique industrielle	Gilles, Jutard	5	5	2	4	5	5		30	25		18,5	
INSA, EC, Lyon, Chambéry	ingénierie informatique	Prévot	5	5	3	5	5	3		83	55		18,0	
Montpellier 2, ENGREF	conception assistée de systèmes	Durante	7	9	11	11	12	14		51	47		10,5	
Mulhouse	automatique, info. industrielle	Metzger, Schmitt	1	1	2	4	3	3		25	23		4,0	
Nancy 1, ENS Cachan	production automatisée	Veron	2	2	3	2	3	5		47	31		8,0	
Nantes, EC	automatique, informatique appliquée	Mezencev, Don Carli	4	4	5	6	6	8		35	33		8,0	
Paris 6, Versailles, ENSAM	robotique	Guinot	2	2	4	3	3	3		59	47		1,5	
Poitiers, ENSMA, Orleans, Tours, Limoges, Angers	automatique, génie informatique	Trigasseou					0	2	1	45	40			
Toulouse 3, INSA, INP, ENSAE	automatique, info. industrielle	Titli, Courvoisier	11	12	14	15	13	14		72	63		19,5	
Valenciennes	automatique industrielle	Malvache	5	5	4	5	4	3		32	27		10,0	

DEA : Automatique, Productique, Robotique

Etablissements	8 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Cergy, ENSAE	traitement des images et signal	Cocquerez					2	3		13	8			
INP Grenoble, INST, INSA Lyon	signal, image, parole	Lacoume	2	2	2	3	6	8		62	52		6,0	
INP, Nancy 1, Reims	automatique, traitement numérique du signal	Fruhling, Husson	5	8	9	11	11	10		58	44			
Nice	théorie et applications de la vision artificielle	Marlin, Sander				2	1	2		9	8			
Nice	propagation, télécommunication télédétection	Aimé, Menez Papiernick			2	3	3	3		21	17		3,0	
Paris 11, ENST, ESE, ENS	automatique, traitement du signal	Picibono, Claude	3	5	6	7	10	12		35	29		15,0	
Rennes 1, ENSTB	signal, télécommunications, images radar	Joindot, Vezzosi	5	7	8	9	10	9		52	43		19,0	
INP, Toulouse 3, EICA, ENAC	signaux et images	Castanié						5	5	31	28			

DEA : Signal, Image, Parole

Etablissements	6 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Besançon, ENSMM	acousto-opto électronique, mécanique des structures	Hauden, Duvernoy, Goedgebuer	3	3	5	6	8	9		50	27		13,5	
Brest, Rennes 1, ENSTB, INSA	électronique, optronique	Genin, Jarry, Calvez	3	4	5	6	7	8		82	65		7,5	
INP, INSTN, Grenoble 1, St. Etienne	optique, opto-électronique, microondes	Bouthinon	3	4	6	7	9	9		57	54		16,5	
Marseille 3, ENP	optique, traitement de l'image	Bousquet, Huard	2	2	2	4	5	5		31	27		7,0	
Paris 11, 6, 7, ESO	optique, photonique	Abeles, Lowenthal	2	2	3	4	6	6		36	29		17,0	
Strasbourg 1	photonique et image	Meyrueis, Wendel	0	1	2	0	0	3		16	12		8,0	

DEA : Acousto-Optique

Etablissements	13 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Bordeaux 1	électronique	Aucouturier	2	3	3	4	4	5		23	21		6,0	
Clermont 2	électronique, systèmes	Berthet,Ackermann	2	4	4	6	6	6		31	30		9,0	
Grenoble 1, INP	micro-électronique	Deneuille,Herino	8	8	8	9	9	10		50	39		16,0	
Lille 1	électronique	Constant	14	15	16	17	18	18		78	68		21,5	
Limoges	électronique	Garault	9	10	9	9	12	12		29	28		20,5	
INSA, EC,Lyon 1, St.Etienne	dispositifs électronique intégrée	Chate,Pinard	4	6	7	9	8	9		44	37		13,0	
Montpellier 2	électronique	Savelli,Lecoy	3	2	4	5	6	6		51	48		19,0	
Paris 6, ENPCI, ENST	électronique	Ubersfeld,Alquié	2	3	3	5	8	5		54	52		10,0	
Paris6.7.EPCIENST.ISEP.ESIEE	micro-électron., micro-informat.	Noguez,Greiner	3	3	5	7	8	8		56	52		12,5	
Paris 11, INSTN, ENS	électronique	Castagne,Aubert	8	13	12	14	15	17		68	52		32,0	
INA, Rennes 1, Nantes	électronique	Citerne						5	4	53	49			
Toulouse 3,INSA,INP,ENSAE	électronique	Rey	14	15	18	17	18	20		72	66		26,0	
Valenciennes	électronique, ultrasons, imagerie	Marcou,Bruneel	1	2	1	2	2	1		23	19		4,5	

DEA : Electronique

Etablissements	6 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
INP Grenoble	génie électrique	Ivanès,Coulomb	4	5	6	6	8	10		32	31		14,0	
EC, Lyon 1, INSA	génie électrique	Coulomb,Auriol				3	4	5		14	10			
Lille 1, EC	génie électrique	Seguier	0	0	3	4	5	6		35	30			
INP, Nancy 1, Besançon	procédés de traitement de l'énergie électrique	Husson,Mailfert					3	4		29	23			
UParis 6,11, CNAM, ESE, ENS	génie électrique	Rioux,Poloujadoff	2	3	5	6	7	7		45	31		7,5	
INP, Toulouse 3	génie électrique	Marty,Trannoy	5	6	7	8	8	9		40	33		6,5	

DEA : Génie électrique

Etablissements	5 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Bordeaux 1	instrumentation, mesures	Charu,Turlet	0	0	1	2	1	1		26	20		11,0	
Grenoble 1, INP, Chambéry	méthodes physiques expériment.	Valentin,Merchez	0	2	1	1	3	2		15	15		8,5	
Le Havre, Caen, Rouen, ISMR, INSA	instrumentation, commande	Bloyet,Ripoche	3	4	5	7	7	7		68	54		14,5	
CNAM Paris	systèmes physiques, métrologie	Allisy,Himbert	0	1	1	1	2	2		27	21		3,5	
Strasbourg 1, Nancy 1	instrumentation, micro-électronique	Meyrueis,Goltzene Schaeffer	2	3	4	3	4	1		21	20			

DEA : Instrumentation

Etablissements	11 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Bordeaux 1	informatique	Arnold,Cori	3	4	5	6	6	7		33	27		6,0	
Clermont 2	informatique	Schneider	1	2	3	3	2	4		24	23		4,5	
INP, UGrenoble 1	informatique	Jorrand,Sifakis Adiba	9	12	13	16	17	23		55	47		32,5	
Grenoble 2, 3	inform., statistiques, cognition	Rouault								13	7			
INP, Grenoble 1, 2, 3	sciences cognitives	Escudier					2	3		18	18			
Lille 1	informatique	Carrez,Latteux	5	5	6	8	7	8		29	20		10,5	
Montpellier 2	informatique	Ferrié,Chein	4	5	5	8	7	7		29	24		8,5	
Nantes	informatique, structure et traitement de l'information	Griffiths				0	1	0		12	11			
Nice	informatique	Boussard,Lecarme, Peyrat	5	5	5	6	9	9		29	25	?		
Paris 4, 5	mathématiques, informatique et sciences de l'homme	Barbut	1	0	0	0	1	0		68	35			
Paris 11, ENSTA, ENS	informatique	Jouanaud, Gouyou, Gaudel	12	12	13	12	13	14		41	33		23,5	
Rennes 1, INSA	informatique	Verjus,Raynal, Herman	12	12	8	10	15	15		56	47		23,5	
Rouen, INSA	informatique	Choffrut,Samlazaro Goralcik	0	0	0	1	0	1		62	38			
Strasbourg 1,2, Mulhouse	informatique	Lafon,Françon Dufourd	3	4	5	4	5	5		20	20		5,0	
Toulouse 3, INP, ENSAE	informatique	Bétourné	18	19	21	22								

DEA : Informatique générale

Etablissements	7 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
ENS ,Lyon 1,Chambery	informatique fondamentale	Robert			3	5	8	10		24	24			
Nancy1, 2, INP	informatique, maîtrise du logiciel	Finance Grandbastien	8	11	11	14	17	17		56	47		19,0	
Orléans	informatique, langages, programmation, traduction	Lorho,Ferrand	2	3	4	6	4	3		13	9		2,0	
Paris 6	informatique théorique, calcul, programmation	Arsac,Lazard Sakarovitch	3	4	3	2	4	5		28	18		7,5	
Paris 7	informatique fondamentale	Nivat,Cousineau Perrin	1	5	4	6	7	7		20	16		7,0	
Paris 7, 6, 11, E.Polytechnique, ENS	informatique, mathématiques, applications	Cousot			3	1	3	4		32	26			
INP, Toulouse 3, ENSAE	inf.. fondamentale, parallélisme	Noailles					9	8		52	42			

DEA : Informatique fondamentale, langages et programmation

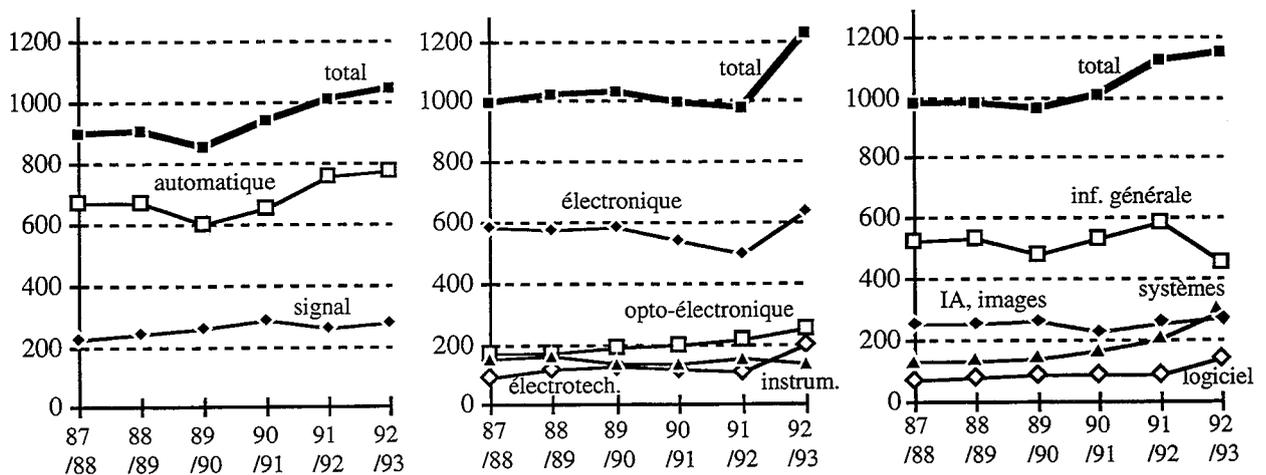
Etablissements	9 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i	91	d	92	m	th
Aix-Marseille 2,1, Avignon Toulon, Réunion	informatique et mathématiques	Colmérauer	4	3	7	5	9	8		30	26		4,5	
Caen, ISMR	I.A., algorithmique	Alt,Nicolle	1	3	3	4	5	6		20	19	?		
INP, Grenoble 1, 2, 3	sciences cognitives	Escudier					2	3		18	18			
Paris 6	informatique, recherche opérationnelle	Jaffray	0	1	1	1	2	2		52	26		0,5	
Paris 6, 5, ENSPC, ENSTA	I.A., reconnaissances des formes	Simon,Perrot Ganascia	5	7	8	12	14	14		77	48		22,5	
Paris 9	modélisation, traitement des données et connaissances	Checroun, Jomier, Pinson	0	0	0	0	2	2		19	11		4,0	
Paris 13, 8	intelligence artificielle	Greussay,Kayser	2	3	3	3	3	3		19	18		1,5	
St.Etienne,ENSM, ICPI,Lyon	images	Perroche,Laget	1	2	2	2	3	2		20	20		5,0	
Toulouse 3, INP, ENSAE	représentation des connaissances raisonnement	Cayrol				2	5	5		19	14			

DEA : Intelligence artificielle, recherche opérationnelle et images

Etablissements	7 DEA en 1993	Responsables	88	89	90	91	92	93	i 91	d 92	m th
CNAM, Evry, INT	conception des systèmes informatiques avancés	Berthelot					1	1	23	18	
Nice	traitement et transmission de l'information	Aimé, Menez, André	6	6	4	4	3	3	14	12	
Paris 1, 11	théorie et ingénierie des bases de données	Rolland					2	2	19	14	
Paris 6, CNAM, ENST	systèmes informatiques	Girault	12	13	13	14	15	15	61	43	25,0
Paris 11	architecture des machines	Etiemble			1	2	4	3	21	18	0,0
Versailles, Paris 5,6, ENSMP	informatiques nouvelles méthodes informatiques des systèmes industriels	Pujolle, Gardarin	2	3	4	5	7	8	67	46	4,5
Toulouse 3, INP, ENSAE	interaction homme-système, image, parole, texte	Caubet							8	6	68 60

DEA : Architecture, communication et systèmes

Les courbes suivantes illustrent les progressions des diplômés par groupes de sous thèmes.



Progressions des diplômés de DEA en AEEIO

7.4. Demandes intersectorielles

Les demandes inter-sectorielles proviennent souvent de recherches en émergence qu'il est souhaitable de favoriser. Elles sont cependant analysées très strictement en particulier pour mesurer la pertinence de la recherche dans notre secteur et la réalité de l'approche pluridisciplinaire. Elles toujours fléchées vers des thèmes ou des laboratoires pour éviter l'éparpillement des allocations. Environ un tiers des seulement de ces demandes sont retenues pour au plus une allocation.

L'expérience montre que des DEA qui débutèrent par association de plusieurs secteurs ont réussi à se développer au point d'aboutir à une partition ou à une réorientation aboutissant à de nouveaux DEA du secteur. C'est ainsi qu'en 1984, une dizaine de DEA intersectoriels, en commun avec les secteurs des mathématiques, de la physique, des matériaux, des sciences de la terre et de l'univers concernaient l'informatique, l'automatique, l'instrumentation, le traitement du signal, ou l'optique. Ils relèvent maintenant du secteur AEEIO. Il en a été de même vers 1988 de DEA de productique et robotique en commun avec la mécanique, de plusieurs nouveaux DEA de mathématiques et informatique qui sont devenus autonomes. Les cognosciences, les sciences humaines, la recherche opérationnelle, la logique, les procédés et plasmas fournissent actuellement des exemples récents de cette dynamique. Enfin une dizaine de DEA dont la partie essentielle est dans d'autres secteurs obtiennent régulièrement des allocations.

Etablissements	GET	33 Demandes en 1993	Responsables	1991										1992	
				88	89	90	91	92	93	i 91	d 92				
Grenoble 1	10	recherche opérationnelle	Fonlupt,Finke	1	1	1	1	1	1	1	1	39	30		
Lyon 1, Chambéry	50	génie biologique et médical	Collombel	1	1	1	1	2	1	1	1	111	67		
Paris 6	61	sciences cognitives	Imbert		0	1	2	1	0			40	29		
Paris 7	10	logique, fondements de l'informatique	Krivine	1	0	0	1	1	0			31	13		
Paris 7	30	méthodes physiques,téledétection	Klapisz	0	0	1	1	1	0			23	21		
Paris 7	60	linguistique théorique	Culioli		1	1	0	1	0			49	24		
Paris 9, ENSMP, X	71	méthodes scientifiques de gestion	Roy		0	0	1	1	0			37	27		
Paris 12	42	sc. physiques pour l'ingénieur	Piar		0	1	1	1	0			28	21		
Rennes 1	20	physique, mat. condensée, matériaux	Nusimovici	0	0	1	2	1	0			25	23		
Nice	30	imagerie, sciences de l'univers	Borgnino								1	14	13		
Paris 5	50	imagerie médicale	Desgrez,Venot	1	0	0	0	1	1			24	17		
Toulouse 3	20	génie des procédés, plasmas	Vacqué							2	1	15	11		
Tours,Nantes,Angers	50	signaux, images et médecine	Pourcelot	0	1	1	0	0	0			33	23		
Rennes1, Brest															

DEA intersectoriels

Réciproquement, le tableau suivant montre qu'en 1991, 11 DEA du secteur AEEIO obtenaient 24 allocations attribuées par d'autres secteurs, et qu'en 1992, 10 DEA obtenaient 20 allocations.

	1991		1992	
	Nb DEA	Nb alloc	Nb DEA	Nb alloc
Mathématiques	1	2	2	3
Physique	4	11	2	9
Terre univers	3	6	2	2
Mécanique	3	5	2	4
Sciences humaines			2	2
Total	11	24	10	20

Allocations attribuées par d'autres secteurs

7.5. Développement d'activités en émergence

Le développement de nouvelles activités est favorisé par des fléchages d'allocations vers des laboratoires ou des thèmes ou en fonction d'appels d'offres (récemment cognosciences). Une allocation constitue une dotation importante finançant un chercheur sur un thème pour deux à trois ans. L'effet est amplifié si ensuite le jeune docteur est recruté comme enseignant ou chercheur. Il est essentiel que le thème ainsi aidé reçoive aussi des moyens tels que des financements d'équipements. C'est d'abord aux responsables de DEA de favoriser l'émergence de nouveaux thèmes par des créations d'options et des orientations de d'allocations. Au fléchage absolu parfois inefficace en cas de démissions, la commission AEEIO a préféré des indications contrôlées a posteriori.

Des formations nouvelles (micro-électronique, robotique, parallélisme à l'ENS-Lyon, compilation à Orléans) ou en mutation (génie électrique, électrotechnique, instrumentation), ont bénéficié d'accroissements réguliers de leurs taux d'allocations. Ces actions ont effectivement permis d'accroître fortement les effectifs d'étudiants et à terme d'enseignants-chercheurs.

7.6. Demandes régionales

Les commissions sont consultées à propos de propositions de bourses régionales, prises en compte sous réserve de critères scientifiques. En AEEIO quelques formations de certaines régions (Auvergne, Limousin) ont été un peu privilégiées quand un pôle solide pouvait être développé. Les restructurations de pôles régionaux préconisées par les experts du MEN ont été accompagnées de redistributions d'allocations.

7.7. Demandes européennes

Il n'y a eu que trop peu de demandes et attributions d'allocations européennes. Par contre un point très positif est que de nombreux allocataires ont travaillé dans des projets européens. Ils ont tiré parti un excellent parti de ces collaborations. De plus les laboratoires français ont ainsi bénéficié d'une impulsion très positive pour préparer ces projets et pour en soumettre de nouveaux

7.8. Gestion Administrative

L'examen et la gestion d'un nombre croissant d'allocations de prolongements et de formations doctorales nécessitent un travail considérable qui a été remarquablement assumé par le service de Mlle A-M. Guimard puis Mr J-C. Griend. L'informatisation récente au moyen d'un réseau de micro-ordinateurs, de bases de données et du courrier électronique vont permettre de mieux exploiter la masse considérable des données acquises.

7.9. Conclusion

Les examens des demandes d'allocations et de prolongements se sont effectués avec rigueur, impartialité et aussi souci d'ouverture. Les informations fournies dans les dossiers de demandes ont permis de bien apprécier la qualité des thèses et les débouchés universitaires ou industriels des recherches. La concertation pluridisciplinaire a aidé à appréhender des problématiques nouvelles et à favoriser le dynamisme du secteur.

8 Autres Types d'Aide au Doctorat

Il existe de nombreuses autres possibilités de subvention de thèses, en compétition avec les allocations de recherche. Nous n'examinons ici que les deux principales qui sont les Bourses de Docteur Ingénieur du CNRS (BDI) et les Conventions Industrielles de Formation par la Recherche (CIFRE). Cependant il ne faut pas oublier que les ordres de grandeur sont très différents : pour maintenant 3800 allocations, on compte environ 570 conventions CIFRE et de 180 à 180 à 200 BDI du CNRS (en partie co-financées par les régions ou les entreprises).

8.1. Bourses de Docteur Ingénieur du CNRS

Les BDI ont pour but de financer des thèses uniquement pour des élèves d'écoles d'ingénieurs et dans les laboratoires ou unités de recherche du CNRS. Les candidatures s'effectuent sur dossiers individuels avec recommandation des directeurs de laboratoires. Elles sont sélectionnées par un comité d'experts au niveau de chaque département et font finalement l'objet d'une décision du Directeur général du CNRS. Le prestige du CNRS incite généralement les candidats retenus à préférer ce type de bourse, de sorte qu'il y a moins de 10% de démissions au profit d'offres d'emploi alléchantes.

Les bourses dites classiques sont financées uniquement par le CNRS (8230 Francs brut par mois en 1993). A partir de 1984 certaines bourses sont co-financées pour 50% par les régions au même taux que les bourses classiques et d'autres bourses sont co-financées pour 50% par les entreprises (10 000 Francs brut par mois, soit un montant supérieur d'environ 22%). Pour les bourses classiques les boursiers peuvent être autorisés à effectuer des enseignements dans la limite de 3 heures de TD par semaine et sont ainsi dans de bonnes conditions pour les qualifications aux fonctions de MC.

La restriction des BDI aux diplômés d'écoles d'ingénieurs entraîne que les départements concernés sont essentiellement ceux des Sciences Pour l'Ingénieur (SPI), des Mathématiques et Physique de Base (MPB), de la Chimie.

Le Département Sciences Physiques pour l'Ingénieur regroupe 4 sections, actuellement numérotées de 7 à 10 :

- Section 7 : Sciences et Technologies de l'Information (informatique, automatique, traitement du signal), notée IAS dans les tableaux suivants,
- Section 8 : Electronique, Semi-conducteurs, Photonique, Génie électrique, notée EEO,
- Section 9 : Mécanique, génie des matériaux, acoustique,
- Section 10 : Energie, mécanique des fluides et réactifs, génie des procédés.

Grosso modo, la section 7 correspond au GET 40, la section 8 au GET 41, et les sections 9 et 10 au GET 42. Certaines statistiques sont publiées dans la lettre du SPI par sections et d'autres seulement au niveau du département.

types de BDI	1988			1989			1990			1991			1992			1993		
	IAS	EEO	SPI	S7	EEO	SPI	IAS	EEO	SPI									
classiques	4	4	15	8	6	24	6	6	23	6	7	22	3	4	12	5	5	23
cof.-régions	7	8	21	2	11	18	9	8	22	9	4	17	8	10	28	11	6	25
cof. entreprises	14	7	45	11	8	39	5	4	28	4	1	20	7	4	26	5	6	41
Total	25	19	81	21	25	81	20	18	73	19	12	59	18	18	66	21	17	89

Evolution et répartition des BDI du CNRS

Le CNRS effectue un suivi exhaustif du devenir de tous les boursiers.

	1984			1985			1986			1987			1988		
	IAS	EEO	SPI												
industrie	9	8	32	5	10	32	8	7	31	6	6	23	11	5	27
CNRS	0	1	3	0	1	2	0	3	6	1	4	11	0	2	3
MEN	6	2	9	2	3	10	3	3	10	3	2	8	4	6	21
recherche, post-doctorale	1	4	12	3	0	10	3	2	12	3	1	12	3	0	10
SN ou recherche emploi	0	2	3	3	1	5	2	1	6	4	2	11	7	2	20
Total	16	17	59	13	15	59	16	16	65	17	15	65	25	15	81

Débouchés des BDI du CNRS

Les débouchés du département SPI sont donc bons, tant dans l'industrie qu'au MEN. Le taux de BDI co-financées par les régions et surtout les entreprises atteste de l'importance économique et de la vitalité du département. La faiblesse des débouchés au CNRS lui même s'explique par la rareté des postes et la compétition avec les candidats normaliens.

8.2. Conventions CIFRE

Les conventions CIFRE ont pour but de développer la recherche en milieu industriel, de permettre aux entreprises d'établir des collaborations avec le monde des laboratoires de recherche, d'effectuer des transferts technologiques, d'augmenter leur capacité d'innovation. Ces objectifs de recherche industrielle appliquée sont donc complémentaires de ceux des allocations de recherche du MESR.

Ces conventions qui associent une entreprise, un jeune ingénieur de niveau BAC+5 (ou diplômé de DEA, voire de DESS) et un laboratoire de recherche, ne sont pas des "bourses" car la forme juridique est celle d'une subvention d'exploitation pour l'entreprise et d'un contrat de travail à durée déterminée ou indéterminée (selon la décision de l'entreprise) pour le jeune chercheur. Le ministère de la recherche a confié la gestion de ces conventions à l'Association Nationale pour la Recherche Technique (ANRT).

Le tableau suivant montre la progression du nombre de conventions par année civile (les statistiques de 1993 sont partielles). Le nombre des conventions CIFRE a été fortement augmenté dans des proportions similaires à celui des allocations de recherche. La 5000-ième convention CIFRE devrait être signée au début de l'été 1994. La proportion de contrats à durée indéterminée (CDI) a fluctué au cours des années de 16,8% à 29,3%. Les entreprises préfèrent, surtout ces dernières années, des contrats à durée déterminée.

Années	81-83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	p.93	Total
CDI	12	83	101	100	47	134	129	153	96	104	60	1019
CDD	54	251	244	249	188	364	398	410	448	466	298	3370
Total	66	334	345	349	235	498	527	563	544	570	358	4389

Evolution des nombres et types de contrats CIFRE

D'une durée de 3 ans, les conventions CIFRE garantissent une stabilité de subvention pour l'entreprise et donc aussi pour le doctorant. Toutefois il arrive que quelques contrats soient abandonnés (en particulier dans le cas de faillites), mais l'ANRT s'ingénie à trouver des continuations dans d'autres entreprises.

La participation publique forfaitaire accordée aux entreprises représente au maximum la moitié du cours salarial brut (charges incluses) pour lequel un plancher est fixé. Les entreprises offrent en moyenne 15% de plus que ce salaire plancher. Le tableau suivant montre l'évolution des subventions et salaires.

Années	81-84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
subvention	6195	6500	6695	6695	6830	7035	7250	7500	7725	7725
salaire plancher	8550	9000	9270	9270	9500	9785	10083	10417	10700	10700
salaire moyen	9429	10056	10209	10681	10759	11094	11790	12017	12281	12319

Evolutions des montant des subventions CIFRE aux entreprises et des salaires

Les conventions ont l'attrait important de procurer un statut d'ingénieur dès l'embauche, le doctorant bénéficiant ainsi d'une ancienneté de carrière industrielle. Elles constituent une bonne préparation au métier d'ingénieur, à la valorisation industrielle des recherches, aux difficultés des transferts technologiques. Par contre trop d'entreprises donnent une importance prépondérante aux réalisations à court terme et imposent des travaux annexes d'ingénierie. Les thèses sont soutenues dans une proportion de 80,6% avant la fin du contrat, tandis que 6,3% restent en cours à l'issue du contrat et que 13,1% sont abandonnées.

Les conventions sont examinées de manière continue tout au long de l'année avec des délais courts, ce qui permet d'obtenir des réponses bien avant juin ou septembre. Elles sont aussi librement interruptibles pour le service national, alors que les allocations de recherche ne peuvent l'être que durant la troisième année.

La répartition n'est pas faite a priori par domaines mais uniquement en fonction de la qualité des dossiers et des demandes industrielles. Les statistiques de répartition et de débouchés sont présentées par domaines industriels regroupés ici selon les mêmes secteurs que pour les allocations. La répartition sectorielle est très différente de celle des allocations de recherche. Le secteur AEEIO (DS 4) qui ne représente que 14,8% des allocations (AMN inclus), est très demandé par les entreprises et représente 30,8% des conventions CIFRE.

co-financées constituent un moyen intéressant à la fois d'augmenter le nombre de bourses et de promouvoir les transferts technologiques.

Les conventions CIFRE et leurs débouchés sont orientés vers l'industrie et ont permis des collaborations fructueuses. En dépit de leur attrait salarial et professionnel, certains ingénieurs restent plus attirés vers les allocations de recherche soit par la qualité des laboratoires d'accueil, soit par l'environnement de projets européens, soit surtout parce qu'ils veulent éviter le frein des contraintes industrielles et les réorientations conjoncturelles d'axes de recherche.

Les enquêtes CIFRE et BDI confirment les bons débouchés du secteur AEEIO déjà mis en évidence pour les allocations. Bien le nombre des autres subventions de thèses ait augmenté, les allocations de recherche restent le moyen le plus important de garder de jeunes chercheurs dans les laboratoires publics pour des recherches fondamentales.

9 Conclusion

La revalorisation et la prolongation des allocations, permettant des thèses en trois ans, ainsi que le plan d'augmentation régulière du nombre des allocations ont eu un impact majeur sur les poursuites en thèses, sur la revitalisation des unités de recherche et sur les recrutements tant dans l'enseignement que dans l'industrie. L'effort financier (multiplication du budget par 17,5 de 1978 à 1993) a certes été considérable mais ses retombées positives aussi. Les comparaisons de systèmes de subventions effectuées lors du congrès Eurodoct, qui en avril 1991 a réuni des doctorants, enseignants et chercheurs non seulement de toute l'Europe mais aussi du reste du monde, ont montré que le système des allocations françaises était l'un des meilleurs.

La création des monitorats a effectivement formé des enseignants-chercheurs et suscité des vocations. Dans notre secteur où la concurrence industrielle est vive, il serait souhaitable de connaître des mars-avril les attributions de postes de moniteurs et d'avoir des plans de recrutement pluri-annuels d'ATER et de MC pour ne pas perdre les docteurs et moniteurs qui ont été formés.

Les besoins de tous les secteurs industriels en ingénieurs formés par la recherche dans le secteur AEEIO sont considérables. C'est un élément capital de la compétitivité des entreprises. Pour encadrer ces doctorants, les besoins en ingénieurs et professeurs croissent. Là encore un plan de création régulière de postes est indispensable pour tirer le meilleur parti de l'extraordinaire soutien qu'ont constitué les allocations et les monitorats..

MESSAGES *Imprime vite* – TOULOUSE

