

COGNITION ET MODERNISATION

RAPPORT

Les sciences cognitives sont la discipline centrale du prochain siècle

Thierry GAUDIN *

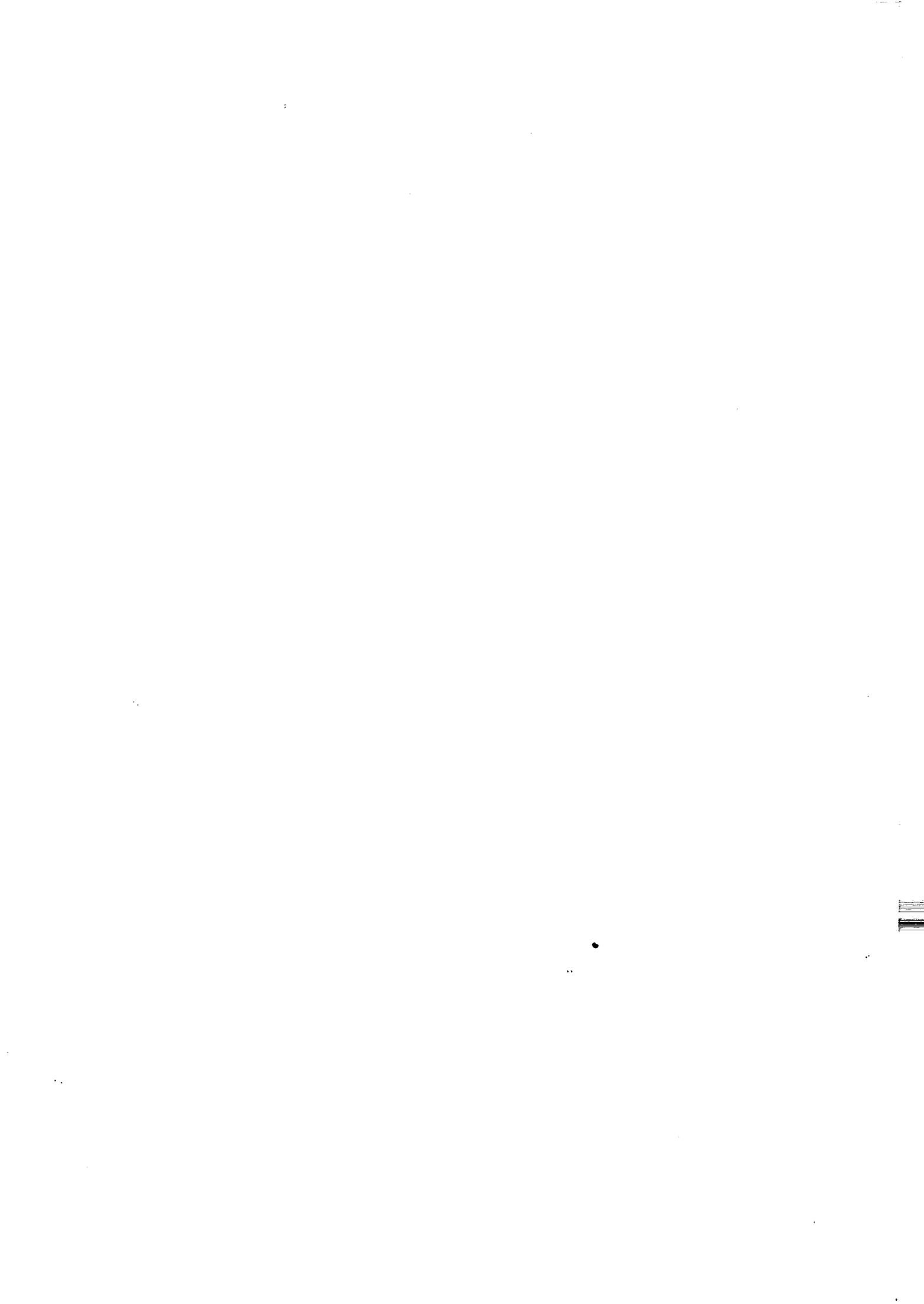
**Rapport remis par Monsieur Bernard GUIBERT
à Monsieur Hubert CURIEN, Ministre de la recherche et de la technologie,
suite à la lettre de mission du 21 mai 1991.**

* «Prospective du prochain siècle» (Présentation au Ministre de la recherche et de la technologie ; 04.10.90 p. 4).



SOMMAIRE

Lettre de mission	p. 1
Résumé	p. 3
Introduction : exécution de la mission	p. 9
Chapitre I : TRANSFERTS : un programme mobilisateur interministériel et un réseau d'instituts spécialisés	p. 14
I Mesurer l'ampleur des enjeux économiques	p. 15
II Adopter la définition internationale des sciences cognitives mise à jour	p. 18
III Lancer un programme mobilisateur interministériel en ingénierie de la connaissance	p. 23
IV Organiser le marché des transferts des technologies cognitives	p. 27
V Susciter des filières «d'ingénieurs cogniticiens»	p. 29
VI Créer un réseau d'instituts spécialisés de génie cognitif	p. 30
Chapitre II : INTERDISCIPLINARITÉ : un pilotage unifié pour protéger et promouvoir l'interdisciplinarité des sciences cognitives	p. 32
I Renouveler et réorienter l'action «sciences de la cognition» en 1993	p. 33
II Revitaliser les sciences humaines cognitives	p. 35
III Lancer une action concertée «coordination des jugements et des actes»	p. 37
IV Sensibiliser les sciences de l'homme et de la société aux recherches cognitives	p. 38
V Créer une «maison de la cognition» à Paris	p. 39
VI Créer un «réseau européen d'instituts de recherche en sciences cognitives» (dont un parisien)	p. 41
Conclusion : créer une mission pour la recherche cognitive	p. 44
Récapitulation des recommandations	p. 48





AA/695

Paris, le: **21 MAI 1991**

Monsieur,

Comme l'a montré récemment le colloque de prospective consacré aux "sciences de la cognition" organisé à Paris par le ministère de la Recherche et de la Technologie, le spectaculaire essor de nos connaissances sur les processus cognitifs va de pair avec les progrès enregistrés dans l'utilisation de techniques mathématiques de formalisation dans plusieurs sciences humaines. Les applications théoriques de ces formalismes mathématiques à la linguistique et la psychologie se sont en particulier avérées très fécondes.

Je souhaite que vous examiniez si une stimulation semblable d'un plus grand nombre de sciences sociales proprement dites, comme le droit, les sciences politiques, l'histoire, la sociologie et l'économie, peut intervenir du fait d'avancées du même type, avancées que l'on l'observe dans d'autres pays, notamment Outre-Atlantique.

Les "sciences de la cognition" induisent des progrès spectaculaires dans les sciences pour les ingénieurs. Une mutation parallèle des techniques utilisées dans les sciences sociales à des fins d'observation et d'interprétation va-t-elle intervenir, tant dans les enquêtes par questionnaires ou par entretiens non directifs où se posent des problèmes d'interprétation et de représentation - voire de traduction de langues naturelles en langages artificiels - que pour la maîtrise des processus qui régissent les traitements de masse, l'organisation et l'indexation de données en langue naturelle à des fins scientifiques ou documentaires ?

Telles sont les questions, au croisement de la *sémantique*, de la *statistique* et de l'*intelligence artificielle* appliquées à la compréhension de la société, que je vous demande d'étudier.

Vous vous appuyerez sur un bilan préalable de l'existant en France et à l'étranger. Vous identifierez les disciplines et les thèmes qui devront faire l'objet d'efforts prioritaires de recherche en précisant chaque fois les possibilités d'expérimentation, d'observation et de simulation d'une part, et de valorisation d'autre part.

Enfin, vous rechercherez les partenaires français et étrangers d'un programme de recherche susceptible de mobiliser des organismes de recherches (CNRS, INSERM, ORSTOM, INRIA, universités, INSEE, etc ...), d'autres entités publiques (autres ministères, chambres de commerce, collectivités locales) et les clients virtuels de ces nouvelles techniques dans l'industrie et les services (secteur de l'informatique, sociétés de sondages, bureaux d'études, etc...).

Vous me remettrez votre rapport à la fin de l'année. Si l'accord d'un nombre suffisant de partenaires au lancement d'un tel programme est réuni, vous me proposerez les conditions nécessaires à la mise en oeuvre d'une telle coopération.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.



Hubert CURIEN

Monsieur Bernard GUIBERT
Ministère de la Recherche
et de la Technologie
1, rue Descartes
75231 PARIS CEDEX 05

COGNITION ET MODERNISATION

Résumé

La lettre de mission du 21 mai posait deux questions, intitulées «*interdisciplinarité*» et «*transferts*» : 1) comment étendre aux sciences sociales les bienfaits de l'interdisciplinarité à l'œuvre de manière spectaculairement féconde dans les sciences de la cognition ? 2) comment faire un pas en direction des applications et des transferts de technologies ? D'autres actions en cours dans le domaine constituent le contexte général de la mission : action MRT-MENJS «sciences de la cognition», PIR «cognisciences», remontée des livres blancs de la recherche et confrontation de ces derniers avec les schémas directeurs des organismes et le plan Université 2000 de l'enseignement supérieur. Dans ce contexte la mission est caractérisée par son approche spécifique qui privilégie le point de vue des sciences de l'homme et de la société. Mais la solidarité des problèmes appréhendés au cours des investigations est telle que cet éclairage particulier (SHS) a une valeur générale.

I VEILLE, PROSPECTIVE ET REPOSITIONNEMENT

Un effort considérable a été fait en faveur des sciences de la cognition. Mais l'enjeu des retombées à long terme de ces recherches est rien moins que la compétitivité de notre économie dans l'utilisation généralisée de systèmes complexes d'interaction homme-machine. Cet enjeu est donc quantitativement important quoique difficile à appréhender. C'est pourquoi il convient de doter notre pays d'un dispositif permanent de veille, d'observation et de prospective (rec. 1). Mais il est également qualitativement décisif, parce qu'il s'agit d'opérer une révolution copernicienne à l'envers : celle qui consiste à mettre l'homme au centre de la conception des systèmes de production, et donc au centre de la recherche, puisque c'est le facteur humain qui résiste le plus à nos investigations dans l'intelligence de l'interaction homme-machine et de la communication entre les hommes médiatisée par des artefacts. C'est cette révolution que le programme européen FAST qualifie d'anthropocentrique.

Et c'est au nom de la nécessité du succès de cette révolution que notre pays doit adopter la définition internationale traditionnelle des sciences cognitives ce qui inclut l'interaction homme-machine. (C'est là ce que montre par exemple l'intitulé du programme britannique commun aux trois conseils en biologie, informatique et sciences sociales.) Cette définition doit être évidemment mise à jour pour inclure également la physique, l'économie et surtout la gestion (rec. 2).

II INTERDISCIPLINARITÉ

C'est au nom également de cet impératif de la révolution «anthropocentrique» qu'il convient d'augmenter encore, moyennant une première évaluation systématique (rec. 8) par les instances compétentes, (puisque beaucoup d'engouements, notamment en IA, ont été déçus), l'effort consenti en faveur des sciences de la cognition, et donc de relancer une action interministérielle «sciences de la cognition» (93-95) fortement remodelée (rec. 7). Avant de prétendre étendre l'interdisciplinarité «cognitiviste» aux sciences sociales autres que l'économie, il faut la renforcer au sein du noyau canonique des sciences cognitives, et donc permettre à la psychologie et à la linguistique (rec. 8) de coopérer sur un pied d'égalité avec les autres disciplines notamment les neurosciences, l'intelligence artificielle et l'ergonomie cognitive.

De manière générale il convient de protéger et de renforcer l'interdisciplinarité des sciences cognitives, interdisciplinarité qui conditionne le rendement global de l'augmentation de l'effort en leur faveur.

Pour rééquilibrer les rapports entre les disciplines au sein du champ des sciences cognitives, il faut une politique incitative différenciée et correctrice, notamment en faveur des sciences de l'homme et de la société (rec. 9 et 10).

Pour stimuler la confrontation interdisciplinaire il faut rendre permanent le débat dont le colloque de prospective a montré la richesse et la fécondité, dans le cadre d'une «maison de la cognition» à Paris (rec. 11) qui devrait être la vitrine internationale de la France en ce domaine.

Notre pays pourrait également apporter sa pierre à l'édification d'un «réseau européen d'instituts de recherche en sciences cognitives» (rec. 12), en créant un institut parisien, dans les locaux existants, qui permette

d'assurer la relève des générations pour les leaders du champ et d'organiser un véritable programme de recherche, au sens fort que ce mot a reçu dans les dernières décennies dans la communauté internationale.

III TRANSFERTS

L'impératif catégorique de la révolution anthropocentrique invite à corriger ce qu'ont de «fondamentalistes» les différentes actions du contexte institutionnel de la mission (sciences de la cognition, cognisciences, colloque de prospective) et, au contraire, à finaliser d'avantage la recherche, et à donner la priorité aux «transferts de technologies cognitives». Or, en dehors de quelques créneaux précis (systèmes experts, réseaux neuromimétiques, génie linguistique) les expériences sont encore modestes. C'est pourquoi ici aussi, comme du côté de la recherche fondamentale, il convient de rassembler, de rationaliser, d'organiser et d'intensifier les différentes petites actions dispersées dans la moitié des départements du MRT, dans les différents ministères (éducation, culture, défense, industrie), dans les différents établissements de recherche (INSERM, INRIA, CNET, etc.), d'enseignement supérieur et de valorisation (ANVAR), et qui du fait de cet émiettement ne sont pas assez anthropocentriques (faiblesse et relégation des SHS), dans le cadre d'un programme mobilisateur interministériel (rec. 3) qui unifie le pilotage de la politique de la science et surtout de la technologie dans le champ en utilisant toute la palette des moyens (crédit incitatifs, carte des DEA et des allocations de recherche, fléchages de postes et de moyens, conventions CIFRE, etc.). Il conviendrait en particulier de plaider auprès de l'éducation nationale la création de filières d'ingénieurs «cognitivistes» (rec. 5). Enfin, toujours du côté de l'offre de transferts de technologies cognitives sur financements publics (recherches finalisées), il conviendrait de rationaliser la création d'instituts de recherche en technologies cognitives, au sein des sept réseaux de cognisciences, en les spécialisant autour d'une dominante et en les orientant vers les transferts, sur le modèle des expériences allemandes (institut d'Ulm et de Kaiserslautern et, de manière générale, instituts Fraunhofer).

On a pu identifier huit créneaux ; dont six grands, de transferts de technologies cognitives : 1) génie bio-médical (soins du système nerveux, santé mentale, handicaps mentaux et moteurs, développement

psychologique de l'enfance, vieillissement ; diagnostic et colloque singulier médecin-patient ; épidémiologie, prévention, autodiagnostic et autothérapie) ; 2) génie linguistique (industries de la langue : dictionnaires, traduction assistée par ordinateur, aide à l'édition, interrogation en langage naturel, etc.) ; 3) génie «didactique» (enseignement, didactique, apprentissage, acquisition et transmission des connaissances, télé-enseignement, etc.) ; 4) génie «ergonomique» (interaction homme-machine, communication homme-homme médiatisée par des artefacts) ; 5) génie «praxéologique» (représentation des connaissances, aides à la décision, systèmes experts, modélisation et simulation) ; 6) reconnaissance des formes sonores et visuelles et traitement des connaissances non symboliques, en particulier imagées (reconnaissance et production de la parole, imagerie médicale, reconnaissance des formes visuelles, notamment de l'écriture manuscrite, vision artificielle, robotique, connaissance imagées, etc.).

Deux petits créneaux existent également :

1) génie statistique, correspondant au métier d'ingénieur statisticien (deuxième école de l'INSEE) : «wording» (questionnaires, données manquantes, non réponses, dialogue enquêteur-enquêté par téléphone, oral, etc.) taximonies, codification, agrégation, utilisation des réseaux hétérogènes de banques de données en temps réels, etc. ;

2) génie documentaire, correspondant aux métiers de documentalistes et de bibliothécaire : élaboration et traitement de l'information secondaire (indexation, codification, sélection) ; interface, information secondaire et information primaire ; édition assistée par ordinateur.

Certains de ces créneaux (le premier notamment, génie bio-médical) devront peut-être être éclatés. L'idée générale consiste à établir une carte française de ces créneaux avec un ou deux instituts spécialisés par créneau qui soit lui-même la tête d'un réseau thématique orienté vers les transferts sur le modèle des PRC-GRECO IA ou «informatique linguistique».

* *
*

L'ensemble de ces douze recommandations constitue un puzzle, qui une fois mis en ordre, conduit à une recommandation synthétique : créer une «mission pour la recherche cognitive», dont la maison de la cognition (rec. 11) pourrait être le domicile naturel, et qui aurait pour mission la mise en œuvre des différentes actions énumérées précédemment, à commencer par la création des instituts à Toulouse et à Paris, pour commencer, en privilégiant le cadre du PIR «cognisciences».

Pourquoi une mission ? Un défi important (la révolution anthropocentrique) est à relever, sans qu'on en identifie bien les contours et l'ampleur : il faut donc une structure de mission, légère et souple (par opposition à une administration de gestion), à géométrie variable, aussi bien du côté de la nébuleuse des disciplines scientifiques parties prenantes de l'aventure cognitiviste que du côté des créneaux de transferts de technologies, interministérielle (au moins MRT, et MENJS, mais optimalement également défense, industrie, culture, santé), ouverte sur les entreprises publiques et privées, grandes et moyennes d'abord, mais petites et individuelles nécessairement à terme.

Pourquoi une mission en plus du PIR cognisciences ? La solution la plus économique semble en effet que le PIR cognisciences prenne la suite de l'action «sciences de la cognition», quitte à le remodeler et à le renforcer. Pour cela il faut remédier à trois défauts : 1) il s'agit d'une structure CNRS et non interministérielle ; certes on pourrait à la rigueur l'élargir à l'éducation nationale (nomination conjointe des membres du comité scientifique, élargissement du conseil d'administration, attribution de crédits incitatifs des deux ministères, etc.) ; mais ce serait difficile pour les autres ministères (industrie, santé, défense, culture) et pour les autres établissements (INSERM, INRIA, CNET, etc.) ; 2) il n'est pas outillé pour organiser les transferts de technologies cognitives ; 3) son champ de compétence n'inclut pratiquement pas la communication homme-machine (interface avec le PIRTTEM et avec les départements SPI et SHS), ni l'économie et la gestion.

Le nombre et la complexité des modifications à apporter au dispositif actuel apparaissent rédhibitoires. Et d'autre part ils risqueraient de dénaturer la fonction purement CNRS du PIR, fonction fondamentalement nécessaire.

Il paraît plus sage d'articuler le PIR cognisciences en l'état à une structure d'agence susceptible de compléter par des actions incitatives et interministérielles dans la formation et les transferts les actions structurantes du CNRS du côté de la recherche fondamentale.

Tel paraît devoir être l'instrument à horizon long, mais révisable, d'une politique scientifique et technologique ambitieuse dans le domaine des sciences de la cognition. L'enjeu de cette politique est l'un de ceux de l'aventure des sciences de la cognition : que leurs retombées contribuent à la modernisation de notre économie. D'où le titre de ce rapport : cognition et modernisation.

INTRODUCTION

EXÉCUTION DE LA MISSION

Lors de mes entretiens deux questions permettaient de résumer la lettre de mission :

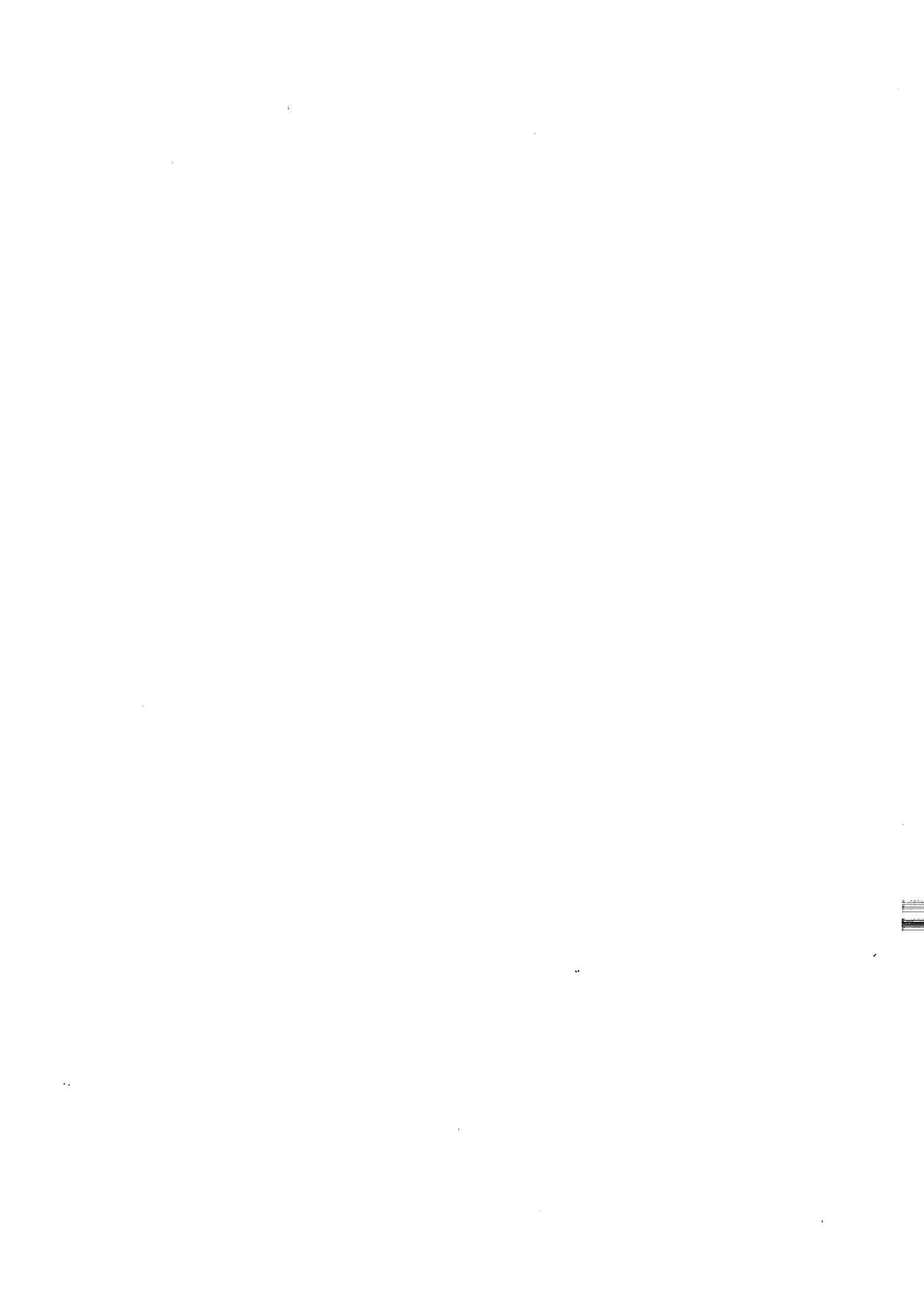
1) Comment *approfondir* l'interdisciplinarité qui fait l'originalité et le dynamisme des sciences cognitives, notamment pour les sciences humaines, psychologie et linguistique, et comment *l'étendre* aux sciences sociales (économie, anthropologie, sociologie, droit, sciences politiques, géographie, histoire, etc.) ?

2) Comment faire bénéficier la société civile (industrie, services, éducation, etc.) des transferts de technologies issus de ces recherches.

Ces deux questions correspondent aux deux idées directrices du discours du Ministre de la recherche et de la technologie qui concluait le colloque de prospective sur les sciences de la cognition tenu à Paris du 21 au 25 janvier 1991 : interdisciplinarité, transferts.

La très grande dispersion des réponses fournies m'a démontré rapidement combien les différents milieux que j'ai traversés étaient cloisonnés en une multitude d'univers différents, séparés par les disciplines, les choix épistémologiques et les cultures professionnelles, celles des chercheurs, celles des ingénieurs et celles des industriels. Chacune de ces grandes catégories se subdivise à son tour suivant des particularismes spécifiques : les découpages académiques pour les chercheurs, les objets d'application pour les ingénieurs, les branches d'activité pour les entrepreneurs, etc. Ces cloisonnements sont des entraves et à la recherche et aux transferts. Accessoirement ils ont été des obstacles pour cette mission. La première leçon de ces investigations est qu'il convient d'abaisser ces barrières en protégeant et en développant l'interdisciplinarité.

Chacun des interlocuteurs n'avait qu'un point de vue partiel et local. Il m'a fallu reconstituer patiemment un point de vue d'ensemble, et d'abord sur l'identité des sciences cognitives.



I L'IMPORTANCE DU DOUBLE ROLE SPÉCIFIQUE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES DANS LES APPLICATIONS DES SCIENCES DE LA COGNITION

Mais par contre il y a consensus sur l'importance des enjeux économiques et sociaux, même s'il est impossible, en l'état des moyens disponibles, d'en mesurer avec précision l'ampleur. Comme nos sociétés sont de plus en plus des sociétés de service, où le travail devient de plus en plus intellectuel et la richesse immatérielle, voire informationnelle, les applications issues de la révolution cognitive ne peuvent pas ne pas être décisives dans la compétition économique mondiale qu'affronte notre pays.

L'interaction homme-machine généralisée semble l'horizon probable de nos sociétés techniciennes. Dans celles-ci, le facteur humain, incontournable, est celui qui reste le plus mystérieux et qui résiste le plus aux investigations scientifiques malgré de beaux succès des sciences de la cognition. Leur progrès global passe donc par une priorité relative accordée aux disciplines spécialisées sur le facteur humain, les sciences de l'homme, mais également de la société, puisque l'homme est un animal social. Mais, deuxièmement, l'intelligence humaine ne doit pas seulement être objet de connaissance, elle doit être également le sujet qui s'approprie ces nouvelles techniques d'interaction homme-machine : les sciences de l'homme et de la société doivent être mobilisées pour les applications et la diffusion des sciences de la cognition.

II LE CARACTERE SUBSIDIAIRE DE LA MISSION

La mission avait à apporter deux éclairages spécifiques : il fallait éclairer le rôle particulier des sciences de l'homme et de la société dans les sciences de la cognition ; il fallait explorer les voies d'une promotion des transferts de technologie. De ce fait elle apparaît complémentaire - subsidiaire -, de quatre grandes entreprises, à peu près synchronisées, qui en constituent le contexte institutionnel.

1) L'action «sciences de la cognition» est conduite par les deux ministères de la recherche et de l'éducation nationale. Son comité scientifique est présidé par M. J.-P. Changeux. Elle s'achève en 1992. Se pose la question d'une suite éventuelle.

2) Celle-ci devrait être le PIR «cognisciences» du CNRS qui a été créé au printemps 1990. Son comité scientifique a examiné le 9 décembre 1991 les projets scientifiques des sept réseaux régionaux (dont trois à Paris), pour envisager de constituer des «pôles», sous forme d'instituts.

3) Le grand colloque de prospective sur les «sciences de la cognition» a eu lieu à Paris du 28 au 30 janvier 1991. Un comité de suivi a été mis en place. Son rapporteur, M. A. Berthoz, a remis son rapport le 19 novembre 1991.

4) Enfin, mais cela n'a rien de spécifiquement cognitif, les livres blancs de la recherche en région ont été élaborés, centralisés, confrontés aux schémas directeurs des organismes (notamment CNRS) et des ministères (notamment de l'éducation nationale) et évalués. Cette dernière entreprise est importante dans la mesure où les «comités scientifiques» des trois actions précédemment mentionnées demandent avec insistance la création éventuellement dans des locaux existants, d'un institut de recherche en sciences cognitives à Paris. Or, tous les schémas directeurs régionaux ont été à peu près stabilisés, sauf celui de l'Ile de France. Leur articulation avec Université 2000, reste encore indéterminée pour les priorités thématiques des éventuelles implantations.

Le présent rapport devait tenir compte de ces quatre calendriers. Mais il est remis alors que des informations importantes manquent, notamment celles qui sont relatives à la carte de la région parisienne.

Enfin, le principe de subsidiarité vaut également pour les opérateurs essentiels sur les *structures* de recherche : rue Dutot et quai Anatole France.

III SOURCES D'INFORMATIONS

Par tâtonnements successifs, j'ai mis au point un questionnaire et une sorte de présentation de la mission qui ont servi de base aux 180 entretiens avec 140 personnes. Il s'agissait de chercheurs surtout, puisqu'il fallait d'abord préciser les contours de l'offre de recherche interdisciplinaire et des émissions de transferts de technologies avant de prospecter une éventuelle demande. Mais j'ai également interrogé les responsables de la politique scientifique (MRT, MENJS, CNRS et Universités), les chercheurs des

établissements publics de recherche (INRIA, INSERM, INSEE) et d'enseignement (Universités, Télécom, Ponts, INPG, INPT, etc.).

Des déplacements en province, à Aix en Provence, à Marseille, à Grenoble, à Toulouse et à Compiègne ont permis de regrouper ces entretiens et d'appréhender certains pôles d'excellence dans leur cohérence globale. En participant, en tant qu'observateur, aux réunions scientifiques et administratives des quatre actions institutionnelles précédemment évoquées, j'ai rassemblé beaucoup de «littérature grise», notamment sur la politique scientifique dans le champ.

Je me suis également familiarisé avec le milieu des sciences cognitives, en participant à l'école d'été de l'ARC (Association pour la Recherche Cognitive) sur le thème «Langues et langage : carrefour des sciences de la cognition» (01-12.07.91). D'autres sociétés savantes, l'AF CET (informatique) et l'AFIA (Intelligence artificielle), m'ont également fourni conseils et documents.

Enfin j'ai dépouillé près de 400 documents remis par mes interlocuteurs. Les uns ont communiqué des notes spécifiques. Qu'ils en soient particulièrement remerciés. A l'extrémité diamétralement opposée de l'espace public se trouvent les ouvrages de librairie, qu'ils soient des synthèses pour le grand public ou pour les personnes averties, ou des prises de position critiques. Mais il y a surtout toute la littérature grise des rapports d'activité des laboratoires, des rapports d'évaluation, des actes de colloque, des notes, etc. Il manque des outils documentaires fiables et exhaustifs sur ce champ, a fortiori lorsqu'il s'agit, comme c'est le cas ici, d'éclairer la politique scientifique.

Sur l'étranger (Etats-Unis, Japon, Grande-Bretagne, Allemagne essentiellement) j'ai mobilisé les services des ambassades et les antennes du CNRS. En outre j'ai rencontré des chercheurs étrangers de passage en France et des chercheurs français de retour des Etats-Unis. En participant aux programmes FAST et DOSES de la Communauté, j'ai mobilisé les sources d'information correspondantes. Enfin j'ai recueilli des rapports spécialisés, essentiellement sur les applications des réseaux de neurones formels aux Etats-Unis et au Japon. Afin que le présent rapport puisse être réalisé de manière synchrone avec les quatre actions institutionnelles, j'ai différé des missions à l'étranger qui auraient pu recouper les informations recueillies.

Je remercie profondément toutes les personnes qui n'ont ménagé ni leur temps, ni leurs conseils, et qui m'ont permis d'élaborer les bilans et les propositions qui sont reproduits en complément («bilans et propositions»)

et à partir desquels j'ai pu opérer la présente synthèse. Mais j'assume évidemment seul la responsabilité des jugements et des erreurs éventuelles du présent document

Celui-ci s'intitule «cognition et modernisation» parce que la conviction à laquelle j'aboutis au terme de ce travail est que la *modernisation* de notre économie et de notre société passe par une diffusion et une appropriation des progrès que nous allons faire dans la maîtrise de «l'interaction homme-machine» ou de «l'ergonomie cognitive» (peu importe le nom qu'on donne à cette constellation de disciplines), progrès qui découlent eux-mêmes de ceux que nous *devons* faire dans les sciences fondamentales de la *cognition*.

L'ensemble des bilans me conduit à être moins optimiste qu'au départ de cette mission. Les temps ne sont pas encore mûrs pour que les bénéfices de l'interdisciplinarité «cognitive» puissent être étendus massivement et rapidement à la sociologie, au droit, aux sciences politiques. De même il est malheureusement trop tôt pour compter sur une demande solvable de recherches appliquées de la part des entreprises de service. S'il convient de composer avec le facteur temps, il ne faut pas renoncer aux deux objectifs que cette mission devait éclairer. Il faut étendre l'interdisciplinarité à l'ergonomie, l'anthropologie, l'économie et la gestion, et donc, préalablement, renforcer la psychologie et la linguistique, afin qu'elles puissent être sur un pied d'égalité avec les autres sciences cognitives (neurosciences et intelligence artificielle) et qu'elles puissent servir de pont entre ces dernières et les autres sciences sociales. Deuxièmement il faut dès aujourd'hui mettre en place les premiers maillons de la chaîne qui doit aller de la recherche fondamentale à la recherche appliquée, en attendant d'autres vers le développement proprement dit. Et c'est pour qu'un jour ces transferts de technologies puissent être importants et économiquement bénéfiques, qu'il convient d'inclure dans les sciences cognitives l'ergonomie, la gestion, l'économie et l'anthropologie pour qu'elles deviennent des sciences véritablement «anthropocentriques» et donc «sociocentriques».

CHAPITRE I

TRANSFERTS :

**un programme mobilisateur interministériel
et un réseau d'instituts spécialisés**

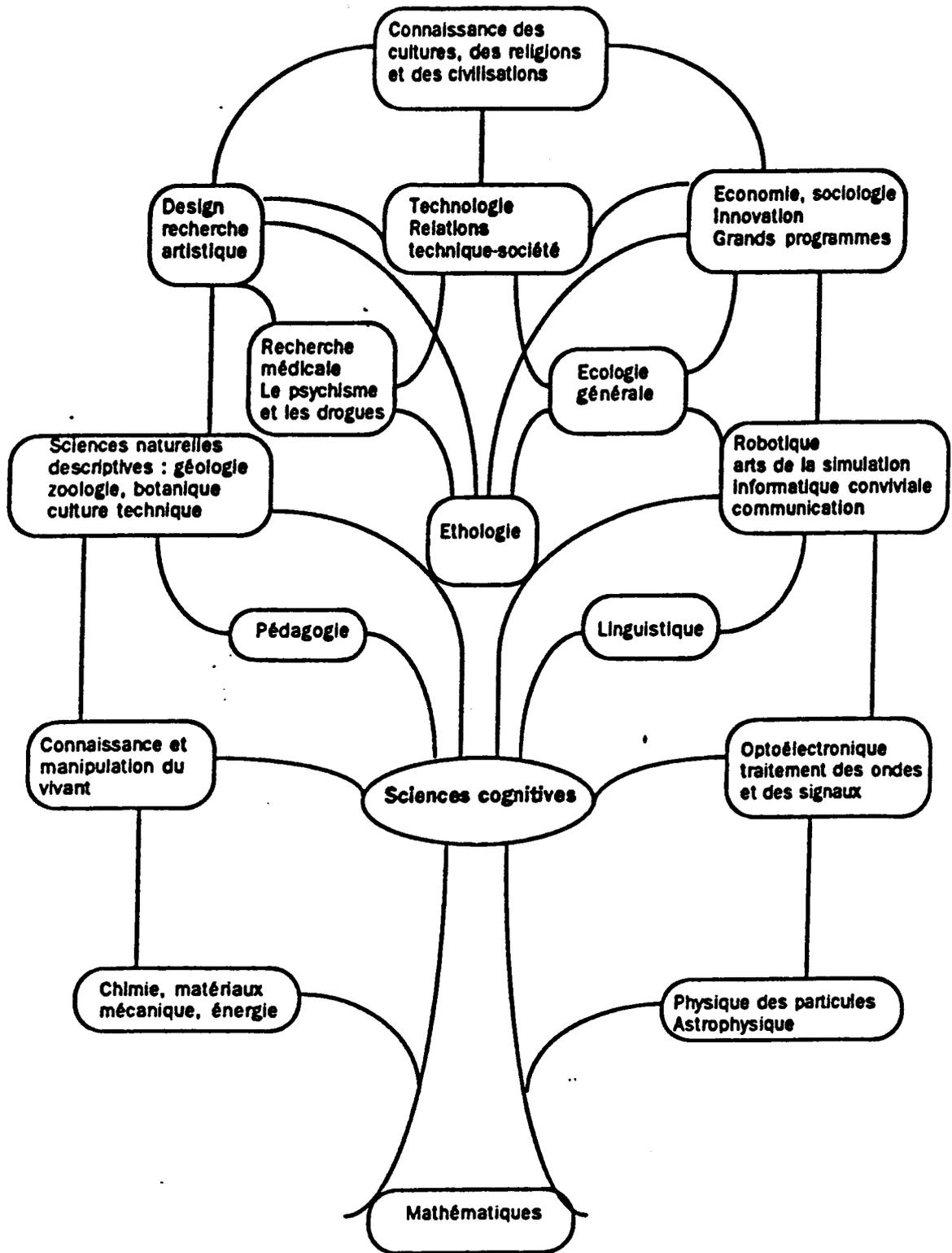
I MESURER L'AMPLEUR DES ENJEUX ÉCONOMIQUES

A long terme, au XXI^e siècle, les sciences cognitives joueront un rôle central. Premièrement, elles seront au centre de l'arbre de la connaissance, et la connaissance, donc la recherche, sera le moteur principal de l'économie. Deuxièmement, l'économie deviendra de plus en plus immatérielle (les services représentent déjà plus de la moitié de la valeur ajoutée) et de plus en plus «informationnelle». Le facteur le plus décisif dans la compétition internationale sera la valeur ajoutée qui incorpore de la qualification, du savoir-faire et des connaissances, bref tout ce dont les sciences de la cognitions cherchent à percer les secrets. L'«interaction homme-machine» qui fait l'objet des sciences cognitives symbolise ainsi assez bien dans la microéconomie la combinaison productive du capital et du travail. C'est donc le facteur H (Human-Computer Interaction) qui va être non seulement incontournable pour les ingénieurs, mais stratégique pour les économistes. Nous sommes à la veille d'une révolution copernicienne à l'envers : nous devons désormais mettre l'homme au centre de l'univers ; nous avons à relever le défi de créer une économie «anthropocentrique» (selon une expression avancée par le programme FAST). Pour comprendre les enchevêtrements d'hommes et de machines qui vont se complexifier, nous devons étudier la moitié, au moins, du problème, l'homme, bref mobiliser les sciences de l'homme. Et comme l'homme est un animal social, qui travaille dans des collectifs humains, il faut également mobiliser les sciences sociales (économie, sociologie, sciences juridiques et politiques, anthropologie, etc.) autour des problèmes ergonomiques des temps à venir.

D'ores et déjà l'inventaire des différentes expériences de transferts de technologies cognitives permet d'énumérer huit domaines de transferts de connaissances, dont six principaux :

1) génie bio-médical (soins du système nerveux, santé mentale, handicaps mentaux et moteurs, développement psychologique de l'enfance, vieillissement ; diagnostic et colloque singulier médecin-patient ; épidémiologie, prévention, autodiagnostic et autothérapie) ; 2) génie linguistique (industries de la langue : dictionnaires, traduction assistée par ordinateur, aide à l'édition, interrogation en langage naturel, etc.) ; 3) génie «didactique» (enseignement, didactique, apprentissage, acquisition et transmission des

Essai de cartographie simplifiée des recherches au 21^e siècle



connaissances, télé-enseignement, etc.) ; 4) génie «ergonomique» (interaction homme-machine, communication homme-homme médiatisée par des artefacts) ; 5) génie «praxéologique» (représentation des connaissances, aides à la décision, systèmes experts, modélisation et simulation) ; 6) reconnaissance des formes sonores et visuelles et traitement des connaissances non symboliques, en particulier imagées (reconnaissance et production de la parole, imagerie médicale, reconnaissance des formes visuelles, notamment de l'écriture manuscrite, vision artificielle, robotique, connaissance imagées, etc.).

Deux petits créneaux existent également qui participent des précédents :

1) génie statistique, correspondant au métier d'ingénieur statisticien (deuxième école de l'INSEE) : «wording» (questionnaires, données manquantes, non réponses, dialogue enquêteur-enquêté par téléphone, oral, etc.) taxinomies, codification, agrégation, utilisation des réseaux hétérogènes de banques de données en temps réels, etc. ;

2) génie documentaire, correspondant aux métiers de documentalistes et de bibliothécaire : élaboration et traitement de l'information secondaire (indexation, codification, sélection) ; interface, information secondaire et information primaire ; édition assistée par ordinateur.

Certains de ces créneaux (le premier notamment, «santé») devront peut-être être éclatés. L'idée générale consiste à établir une carte française de ces créneaux avec un ou deux instituts spécialisés par créneau qui soit lui-même la tête d'un réseau thématique orienté vers les transferts sur le modèle des PRC-GRECO IA ou «informatique linguistique».

Les zones de recouvrement de ces créneaux sont naturellement importantes et mouvantes.

Les secteurs qui vont bénéficier de ces six types principaux de transferts de technologies sont ceux qui occupent des employés qui travaillent avec des écrans, de la «matière grise» et des «relations» avec d'autres hommes. Ce sont des activités de services aux particuliers et aux entreprises : santé, assistance psychologique, professionnelle et juridique, conseil, enseignement, ingénierie, encadrement, banques, assurances, sécurité sociale, administrations, etc. D'ores et déjà ces secteurs (commerces, réparations, transports, services aux entreprises, enseignement, santé, assurances, banques, administrations, autres services marchands et non

marchands) représentent près de la moitié (2.560 milliards en 1988) de la PIB (5.233 milliards en 1988). Cette proportion ne peut qu'augmenter.

Ces secteurs réalisent très peu de recherches pour eux-mêmes. (En fait les instruments nous manquent pour pouvoir l'observer dans les entreprises privées). Si on appliquait mécaniquement les ratios observés dans l'industrie, (2,4 % de la V.A. pour l'effort total, soit 61,5 milliards, dont 5 % pour la recherche fondamentale, soit 3,6 milliards, dont 20 % à la charge des finances publiques, soit 700 millions), il faudrait que les autorités publiques consacrent 700 millions de francs à la recherche fondamentale à destination de ces secteurs. Il faudrait que la «recherche appliquée» représente une quinzaine de milliards. Quelle part devrait revenir aux «sciences de la cognition» ? Une part substantielle, certainement. Mais on ne peut le déterminer avec précision faute d'instruments d'observation statistique de l'effort de recherche dans les secteurs des services, de l'effort de recherche en sciences de l'homme et de la société (psychologie, linguistique, ergonomie) en dehors du secteur public, faute de méthode et faute de réflexions conceptuelles (économie de l'information, économie de l'innovation, économie des services). En tout cas il semble que nos efforts de recherches et de transferts soient insuffisants dans ces secteurs, dans un ordre de grandeur d'un facteur dix au moins. L'enjeu, intuitivement, est tellement important qu'il faut se donner les moyens de le mesurer et d'éclairer une politique scientifique et technologique ambitieuse et volontariste.

Recommandation 1 : Prospective

1) *Créer les instruments de connaissance statistique (enquêtes), économique (comptes) et prospective (prévisions, scénarios) :*

a - des besoins de recherche et de technologies des services, en particulier en sciences de l'homme et de la société ;

b du flux de transferts de technologies dont ils sont bénéficiaires, en particulier dans le secteur privé et dans les PMI ;

c - de la part qui revient dans la demande et l'offre de recherche et de technologie aux sciences de la cognition.

2) *Créer les instruments de représentation de la production de recherches fondamentales et appliquées en sciences cognitives (documentation, indexation, sources d'information à l'étranger,*

etc.), notamment pour des «maisons de la cognition» et la Bibliothèque de France.

La première tâche pourrait être supervisée par la Mission Synthèse et Planification (MSP) du MRT pour sa partie statistique et par le Centre de Prospective et d'Evaluation (CPE) du même ministère pour sa partie prospective. La deuxième tâche pourrait être confiée à l'INIST, suite aux travaux que lui a demandés le PIR «Cognisciences», ou à l'OST pour les instruments «scientométriques».

II ADOPTER LA DÉFINITION INTERNATIONALE DES SCIENCES COGNITIVES MISE À JOUR

Pour pouvoir effectuer ces travaux d'observation (statistique), d'analyse (économique) et de prospective, il faut préciser ce qu'on entend par ces «sciences de la cognition», dont tout le monde reconnaît qu'il s'agit d'une constellation instable de parties de disciplines, chaque fraction «cognitive» étant délimitée par des critères pragmatiques de pluridisciplinarité (ouverture vers une autre discipline «cognitive») et d'horizon de modélisation (deux modèles généraux sont en concurrence : l'ordinateur et le cerveau).

Le CNRS a officialisé une définition, suite aux travaux du Comité National, réuni en assemblée générale à l'UNESCO en février 1990 sur le thème de l'interdisciplinarité :

«Les sciences cognitives se constituent comme un nouveau champ de recherches pluridisciplinaires, lieu d'interactions entre les travaux sur le fonctionnement du cerveau, les propriétés du psychisme, les modèles physiques et formels de ces propriétés et les recherches théoriques et technologiques sur "l'intelligence". Ces recherches relèvent de plusieurs domaines entre lesquels existent des liens nombreux qu'il s'agit de renforcer pour faire émerger le maximum d'unité conceptuelle :

- les *neurosciences* en tant qu'elles étudient les bases neuronales des fonctions cognitives chez l'homme et chez l'animal, leurs déterminants génétiques et épigénétiques et leurs altérations pathologiques ; en tant également qu'elles collaborent avec des mathématiciens, des physiciens et des informaticiens pour la modélisation des fonctions nerveuses ;

- les recherches sur les *réseaux d'automates*, en physique statistique, en calcul parallèle, en microélectronique et en optique, qui, en interaction avec la neurobiologie,

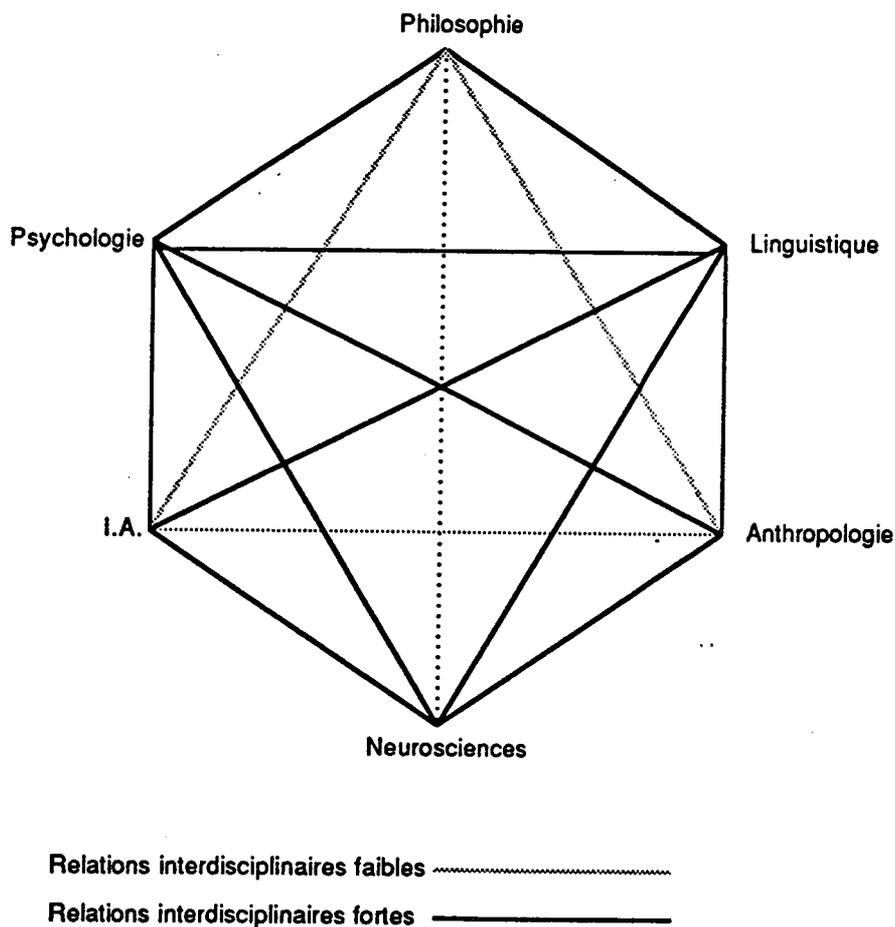
offrent des modèles de fonctionnement d'ensembles neuronaux et proposent une approche dite connexionniste de l'intelligence artificielle ;

- les recherches en *psychologie*, en *linguistique* et en *anthropologie* sur les activités intelligentes (langage, raisonnement, perception et action). Elles visent à repérer des invariants cognitifs et à reconstruire, voire à modéliser, les opérations qui sous-tendent les facultés et aptitudes humaines, individuelles et sociales ;

- *l'intelligence artificielle*, qui a doublement partie liée avec les Sciences Cognitives, soit qu'elle ancre ses constructions dans les connaissances provenant des sciences biologiques et des sciences humaines, soit qu'elle élabore à l'aide de l'informatique et de la logique, des modèles cognitifs généraux doués des facultés de raisonnement, d'action et d'apprentissage ; les approches pluridisciplinaires de la communication homme-machine ;

- enfin, la nature même des problèmes abordés par les recherches cognitives et leur complexité sollicitent la "*réflexion philosophique*" ».

Cette définition tire son origine du rapport demandé en 1978 par la Fondation Sloan. Gardner (1985) l'a popularisée sous le nom «d'hexagone cognitif».



Cet «hexagone cognitif» a été acclimaté en France par J.-L. Le Moigne (1986) : celui-ci a «traduit» philosophie (philosophie du langage aux Etats-Unis) par épistémologie, à cause d'une tradition française forte, et anthropologie par «sciences sociales» (communication, décision, économie, anthropologie) à cause de l'irruption de l'économie (H. Simon et Arrow, prix Nobel d'économie en particulier) dans les sciences cognitives. Ce contexte éclaire la création du Centre de Recherches en Epistémologie Appliquée (CREA) en 1982, haut lieu de la recherche en sciences cognitives en France, le lancement, avec l'appui de l'AFCEP, des colloques internationaux CECOIA (Colloques d'Economie et Intelligence Artificielle) et leurs succès chez les économistes et les informaticiens.

C'est à la même époque qu'à l'intérieur de l'Action de Recherche Interdisciplinaire (ARI) du CNRS, intitulée «sciences de la communication» et animée par D. Wolton, s'est autonomisé un programme de recherches intitulé «sciences cognitives».

En 1987, le programme FAST (DG XII de la CEE) a commandé un rapport, dont la confection a été supervisée par Michel Imbert : «Cognitive science in Europe» (a report from the FAST programme of the Commission of the European Commission-Bruxelles - Springer Verlag. 1988). Ce document a popularisé une autre définition des sciences cognitives, connue sous le nom de «prisme cognitif» et qui croise trois critères :

- 1) quatre «niveaux» : biologique, psychologique, computationnel, mathématique ;
- 2) quatre «compétences» : perception, langage, raisonnement, action ;
- 3) deux «temporalités» : diachronies de la phylogenèse et de l'ontogenèse, synchronie du fonctionnement «courant» (normal ou pathologique) de l'adulte des pays industrialisés.

Le «prisme cognitif» comprend donc trente deux cases théoriques. En pratique, le survey des «Research Directions in Cognitive Science : European Perspectives» que finit de publier la Commission, sous la direction de Niels Ole Bernsen, comprend cinq volumes, c'est-à-dire une division des sciences de la cognition en cinq domaines :

- 1) Cognitive psychology (1989) ;
- 2) Logic and linguistics (1989) ;
- 3) Human-Computer Interaction (1991) ;
- 4) Cognitive Neurosciences (à paraître) ;

5) Artificial Intelligence (à paraître).

Il convient de se rapprocher de cette définition internationale pour deux raisons. La première est qu'elle facilite l'insertion des chercheurs français dans la communauté scientifique. La seconde, la plus importante, est qu'elle corrige l'aspect «fondamentaliste» de la définition française : l'ergonomie cognitive (interaction homme-machine du volume 3) est l'étape incontournable dans la chaîne qui va de la recherche fondamentale aux applications dans l'économie.

D'autre part le CNRS, à juste titre, a pris en compte des avancées spectaculaires en mathématiques (réseaux d'automates) et en physique (physique statistique), imprévisibles il y a dix ans, pour mettre à jour ces définitions.

Il convient de compléter cette mise à jour du côté de la logique et de l'économie et donc d'intégrer cette dernière (surtout dans son versant gestion) dans les sciences cognitives pour les deux séries de raisons déjà mentionnées à propos de l'ergonomie et de l'interaction homme-machine.

Dans la mesure où dans la conjoncture actuelle se dessine en philosophie une réconciliation entre la tradition «analytique» (philosophie du langage) et la tradition «continentale» (phénoménologie), cet alignement sur la nomenclature internationale des sciences cognitives, mise à jour pour la physique mathématique du solide et pour l'économie (y compris sciences de la gestion), ne doit pas aller jusqu'à exclure la philosophie de leur champ, d'autant moins que cette originalité relative de notre pays constitue pour lui un domaine d'excellence.

Ce rapprochement avec la nomenclature internationale, mise à jour, des sciences cognitives permet également d'entériner l'émancipation des sciences cognitives vis-à-vis de leurs «nébuleuses» d'origine, les sciences de la communication, les sciences de l'information (documentation, informations spécialisées) voire, dans certains pays, les sciences de l'éducation. Ceci ne signifie évidemment pas, au contraire, qu'il ne s'agisse pas là de domaines privilégiés d'application des sciences de la cognition. Mais il convient de conforter les sciences cognitives dans leur exigence de scientificité, qui se traduit dans la définition du CNRS par la référence récurrente à l'horizon de la modélisation et de l'interdisciplinarité.

Recommandation 2 : Redéfinition

Aligner la définition française des sciences cognitives sur celle de la communauté internationale, la mettre à jour en y incluant la physique, l'interaction homme-machine et l'économie (y compris les sciences de la gestion).

Outre les critères d'ouverture interdisciplinaire et d'horizon de modélisation, les sciences cognitives sont définies par une liste de disciplines centrales [1) neurosciences ; 2) psychologie cognitive ; 3) linguistique ; 4) philosophie et logique ; 5) intelligence artificielle ; 6) communication homme-machine] et récemment associées [1) anthropologie ; 2) mathématiques et physique ; 3) économie et gestion].

Cette intégration de la communication homme-machine et de l'économie (y compris la gestion) dans les sciences cognitives implique l'admission de représentants de ces disciplines dans les instances de conseil et d'orientation, notamment dans le «conseil des sciences cognitives» (recommandation 7). Mais pour que ce remodelage de la définition ne soit pas purement théorique, il faut créer des structures qui le matérialisent, soit un institut de recherche finalisée en communication homme-machine et un laboratoire de recherche (ou au moins un GDR) en psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion qui amarre l'économie et la gestion aux sciences cognitives via la psychologie.

L'institut en communication homme-machine (recommandation 6) pourrait être créé à Toulouse. Le laboratoire mixte (CNRS, Université) en psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion pourrait être couplé à un laboratoire en «génie statistique» (recommandation 6), laboratoire mixte (CNRS, INSEE, Université) pour être implanté à Marne la Vallée, localisation probable à terme des deux écoles de l'INSEE.

Corollaire de la recommandation 2 : Intégration de la communication homme-machine et de l'économie.

Créer un institut sur la communication homme-machine et un laboratoire de recherche en psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion.

III LANCER UN PROGRAMME MOBILISATEUR INTERMINISTÉRIEL EN INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE

Cette liste de disciplines est étendue (9 champs élémentaires). C'est pourquoi, pour faire le bilan des expériences de transferts de technologies «cognitives» réalisées sous l'impulsion du Ministère de la recherche et de la technologie, on a été obligé de passer en revue la plupart des actions incitatives du Fonds de la recherche et de la technologie (FRT) de la moitié (cinq) des départements scientifiques et de la Délégation à l'information scientifique et technique (DIST).

Il a fallu également examiner les actions incitatives des autres ministères (défense et industrie surtout, mais également éducation nationale et culture, souvent en association avec le MRT d'ailleurs).

Il a fallu également faire le bilan des actions du CNRS, pas seulement au PIR «cognosciences», mais également au PIRTEM et dans le département SPI. Il a fallu également recenser les potentialités de transferts de technologies dans les réseaux de cognosciences en voie de constitution, notamment dans les technopôles de vieille tradition, Nancy, Grenoble et Toulouse.

Il a fallu également passer en revue les établissements autres que le CNRS (INSERM, INRIA, ONERA, CEMAGREF et INRP) et les laboratoires de recherche associés aux établissements d'enseignement qui forment des chercheurs, des informaticiens et des ingénieurs (Ecole Normale Supérieure, X, Télécom, écoles de l'INSEE, Université de Compiègne, INP de Grenoble, de manière non exhaustive) et les institutions spécialisées (ANVAR).

Si on fait la synthèse des différents thèmes abordés par toutes ces actions, souvent petites et dispersées, on peut dégager les huit «créneaux» de transferts de technologies, dont six sont plus particulièrement importants, et qui ont déjà été présentés :

1) génie bio-médical (soins du système nerveux, santé mentale, handicaps mentaux et moteurs, développement psychologique de l'enfance, vieillissement ; diagnostic et colloque singulier médecin-patient ; épidémiologie, prévention, autodiagnostic et autothérapie) ; 2) génie linguistique (industries de la langue : dictionnaires, traduction assistée par ordinateur, aide à l'édition, interrogation en langage naturel, etc.) ; 3) génie «didactique» (enseignement, didactique, apprentissage, acquisition et transmission des connaissances, télé-enseignement, etc.) ; 4) génie «ergonomique» (interaction homme-machine, communication homme-homme médiatisée par

des artefacts) ; 5) génie «praxéologique» (représentation des connaissances, aides à la décision, systèmes experts, modélisation et simulation) ; 6) reconnaissance des formes sonores et visuelles et traitement des connaissances non symboliques, en particulier imagées (reconnaissance et production de la parole, imagerie médicale, reconnaissance des formes visuelles, notamment de l'écriture manuscrite, vision artificielle, robotique, connaissance imagées, etc.).

Deux petits créneaux existent également :

1) génie statistique, correspondant au métier d'ingénieur statisticien (deuxième école de l'insee) : «wording» (questionnaires, données manquantes, non réponses, dialogue enquêteur-enquêté par téléphone, oral, etc.) taxinomies, codification, agrégation, utilisation des réseaux hétérogènes de banques de données en temps réels, etc. ;

2) génie documentaire, correspondant aux métiers de documentalistes et de bibliothécaire : élaboration et traitement de l'information secondaire (indexation, codification, sélection) ; interface, information secondaire et information primaire ; édition assistée par ordinateur.

Cette énumération sommaire (une analyse plus détaillée est présentée dans le rapport complémentaire «bilans et propositions» Ch. IV) montre qu'il y a beaucoup de petites opérations de transferts de technologies cognitives, dispersées dans beaucoup de programmes au MRT surtout (la moitié des départements) mais également dans d'autres ministères, dans les établissements de recherche, dans les réseaux de cognisciences, les écoles d'ingénieurs et les universités : la part «cognitiviste» de ces actions est petite et non identifiée a priori comme telle, à quelques exceptions près. Cet émiettement et cette opacité ont deux inconvénients : la somme des efforts consentis, même si le compte est difficile à établir avec précision, est loin d'être à la mesure du défi à relever ; le manque de communication latérale entre les institutions, les ministères, les disciplines, voire entre les départements du MRT dont les contours sont dessinés sur une base au fond disciplinaire, freine les coopérations entre eux et entre les chercheurs des différentes disciplines et, en particulier, ne comble pas le fossé entre les sciences de l'homme et de la société et les autres, ce qui est particulièrement préjudiciable pour tout ce qui touche à la communication homme-machine.

Il y a donc un biais systématique dans l'approche des nouvelles technologies, même lorsqu'elles sont «cognitives», qui consiste à privilégier la machine (le matériel) au détriment de l'homme (l'idéal). Or la mesure, même intuitive et approximative, des enjeux futurs conduit à souhaiter une révolution copernicienne à l'envers, une révolution «anthropocentrique», dont la révolution «cognitiviste» est la condition de possibilité.

Ce biais n'est pas spécifique à notre pays, encore qu'il y soit particulièrement accusé. Il n'est pas particulier au Ministère de la recherche et de la technologie. Dans le domaine de la défense par exemple, les programmes de recherche sont plus définis autour de l'arme (ou plutôt du système d'armes) qu'autour du combattant.

La révolution «cognitiviste» des années 80 permet donc de lancer la révolution «anthropocentrique» : mettre l'homme au centre des préoccupations scientifiques et techniques.

Recommandation 3 : Programme mobilisateur interministériel

Lancer un programme mobilisateur interministériel de transfert de «technologies cognitives» (santé, génies cognitif, linguistique, psychologique, ergonomique, organisationnel) intitulé «ingénierie de la connaissance» qui combine l'ensemble des moyens de la politique scientifique et technologique : crédits incitatifs, habilitation des diplômés, allocations de recherche, fléchages de postes, structuration des moyens, etc.

Ce programme devrait donc compléter du côté des transferts de technologies l'action (MRT-MENJS) «sciences de la cognition» plus fondamentaliste (cf. recommandation 7). Celle-ci en effet doit se terminer en 1992, de telle sorte que le PIR «cognosciences» paraît avoir la vocation de lui succéder d'autant plus naturellement que la coexistence de plusieurs instances sur un même champ avait brouillé la lisibilité du dispositif incitatif.

Certes les actions du CNRS sont interdisciplinaires par construction quand il s'agit de PIR, ici les PIR «cognosciences» et PIRTEM (travail, technologie, emploi, modes de vie). Mais il ne faut pas surestimer le pouvoir des PIR à contrarier les forces centripètes des disciplines : la pluridisciplinarité reste statistiquement un handicap pour la carrière des chercheurs lorsqu'ils sont

évalués par les sections ; la substance des moyens de recherche est d'abord gérée par les départements.

L'ergonomie cognitive (communication homme-machine) est un terrain qui est par construction interdisciplinaire : ce doit être la pierre de touche d'une politique scientifique orientée vers l'interdisciplinarité et les transferts de technologies. Or dans la définition CNRS des «cognisciences» la communication homme-machine ne tient pas beaucoup de place, ce que confirme l'absence de liens entre le PIR «cognisciences» et le PIRTEM.

D'autre part dans son extension actuelle, le comité scientifique, conséquence fortuite, mais malheureuse, des élections et du redécoupage, ne comprend aucun linguiste, et il ne comprend pas d'anthropologue, ni d'économiste.

Enfin, à la différence du futur PIR «ville», le PIR «cognisciences» est, par construction purement CNRS, là où l'interministérialité, au moins étendue à l'éducation nationale (pour ne pas citer la santé, l'industrie, la défense et la culture) semble extrêmement bénéfique, et donc indispensable (couplage DEA et AR).

Peut-on remodeler le PIR «cognisciences», pour mieux définir ses rapports avec le PIRTEM, par exemple en lui incorporant une action spécifique en «communication homme-machine» ? Peut-on le rendre interministériel (au moins en y associant l'éducation nationale) et représentatif de toutes les disciplines (notamment linguistique, ergonomie, économie) ? Peut-on le doter de moyens incitatifs (hérités de l'action «sciences de la cognition») complémentaires de son action structurante (bottom up) actuelle ? Il semble que ce soit trop compliqué et trop tard.

Une partie des critiques vaut également pour l'action «sciences de la cognition» : absence de l'ergonomie et de l'économie, absence de liens organiques avec SPI et le PIRTEM, orientation «fondamentaliste». C'est pourquoi il ne convient pas non plus de reconduire l'action «sciences de la cognition» en l'état.

Enfin, du côté du Ministère de la recherche et de la technologie, il convient également de réorganiser le dispositif de suivi de ces actions afin qu'on aboutisse à un pilotage simplifié, transparent et coordonné : cela implique qu'on remodèle les attributions et les rapports mutuels des différents départements concernés, à commencer par le département Homme Technologie Travail, particulièrement impliqué dans tout ce qui touche l'ergonomie cognitive et la communication homme-machine.

Comme depuis le décret d'organisation de mars 1989, il semble difficile d'inscrire un programme mobilisateur dans les structures du ministère, il convient de «l'externaliser» sous forme d'une mission interministérielle (sur le modèle de la MIRE) ou d'une structure interministérielle (Groupement d'Intérêt Public, GIP), qui permette d'associer conventionnellement les différents ministères concernés, à commencer par le MRT et le MENJS, et des partenaires publics et privés de la recherche (INRIA, INSERM, CNET), de l'industrie et des services.

Cette structure ou cette mission pourrait être domiciliée dans la «maison de la cognition» (recommandation 11).

Le programme proprement dit abonderait les différentes actions des départements du MRT et des autres ministères, où seraient mises en évidence des recherches cognitivistes, par une ligne ad hoc du FRT et par les lignes ad hoc des autres partenaires. Ces actions de transferts de technologies (par exemple au sein du PRC IA, «intelligence artificielle») sont différentes des actions incitatives de recherche telles celles qui sont gérées par l'action «sciences de la cognition» et qui devraient être reprises par une nouvelle action «sciences de la cognition» (recommandation 7) remodelée et intensifiée en 1993.

IV ORGANISER LE MARCHÉ DES TRANSFERTS DES TECHNOLOGIES COGNITIVES

Le marché des transferts des technologies cognitives ne comprend pour le moment que quelques segments étroits mais déjà mûrs : systèmes experts, industries de la langue, réseaux neuromimétiques, essentiellement. Il est loin d'être unifié et de posséder les institutions régulatrices qui permettent une confrontation ordonnée et régulière des offres et des demandes. Son évolution spontanée prévisible l'éloigne même de ce stade. En effet parmi les émetteurs de transferts de technologies figurent des disciplines (sciences humaines cognitives) qui sont toujours hors jeu des marchés, nonobstant l'exception, somme toute récente, de l'ANVIE.

Il faut donc que la «maison de la cognition» (recommandation 11), parmi les prestations qu'elle offre aux chercheurs, fournisse des aides juridiques, administratives et éventuellement financières au montage de contrats et à la création de structures relais, voire d'entreprises (start-up). Il faut également donner aux «clients» des transferts de technologies une information sur la

nature des services et des produits offerts et une évaluation de la qualité et des performances. La mission doit donc «réguler» et «moraliser» l'offre et la demande de transferts de technologies cognitives en combinant assistance aux chercheurs et évaluation pour les acheteurs et en s'appuyant pour cela sur la capacité d'expertise de son conseil scientifique et, à travers lui, de la communauté scientifique.

De l'autre côté, du côté de la demande, ce sont des PMI, voire des professions libérales individuelles, qui ont vocation à bénéficier des transferts de connaissance. C'est pourquoi les expériences classiques de start-up à partir de gros labos (CNET, INRIA) à destination de grandes entreprises (industrie, informatique, assurances, banques, etc.) ne fournissent pas la solution générale du problème.

D'autre part l'hypothèse de travail de la mission vis-à-vis de la deuxième question, celle des transferts, était que les temps étaient mûrs pour que les entreprises virtuellement bénéficiaires des retombées ultérieures commencent à prendre en charge une partie du financement de la recherche finalisée amont. Cela semble encore prématuré. Certes, il existe des expériences, mais elles sont localisées dans les grandes entreprises des banques et assurances et elles sont beaucoup plus en aval et encore balbutiantes. Mais l'objectif général demeure valable. Simplement l'atteindre prendra plus de temps que prévu au départ de la mission et nécessitera des jalons intermédiaires, des campagnes de sensibilisation et de pédagogie, des mécanismes d'incitation financière et la création d'un réseau national d'instituts de recherches finalisées spécialisés (recommandation 6).

Recommandation 4 : Organisation du marché des transferts

1) *Du côté de l'offre, domiciler dans la «maison de la cognition» une assistance juridique, administrative et financière pour aider les chercheurs à monter les contrats, à créer des associations et des start-up et à valoriser leurs résultats.*

2) *Du côté de la demande, sensibiliser les grandes entreprises des services à la recherche en sciences cognitives dans le cadre d'un salon annuel et les petites entreprises dans celui de journées d'information spécialisées.*

3) *Etudier et créer des mécanismes de financement et de mutualisation des «entreprises de capital risque» à créer.*

La première tâche (assistance aux chercheurs) et la seconde (salon et journées de sensibilisation) pourraient être confiées, la première année, à l'ANVIE.

Pour la dernière tâche (mutualisation et financement des risques de valorisation), l'idéal serait que les recommandations du rapport Derian soient suivies et qu'un «chargé d'affaires» de la «société en commandite par actions» envisagée soit le correspondant de la «maison de la cognition» sur le créneau.

V SUSCITER DES FILIERES D'INGÉNIEURS COGNITICIENS

Mais à long terme, les principaux obstacles à la valorisation des recherches en sciences cognitives sont moins institutionnels et financiers que culturels.

Ils sont de quatre types :

1) Les informaticiens sont formés en qualité (informatique théorique) et en nombre insuffisants pour qu'ils puissent être les véhicules d'une diffusion massive de la culture «cognitiviste» auprès des utilisateurs potentiels des progrès des sciences de la cognition dans les entreprises.

2) Le style dominant de culture mathématique en France (mathématiques de la physique et du calcul numérique) n'est pas celui qui facilite la familiarisation avec les sciences de la cognition.

3) Le système d'enseignement français, même celui qui est spécifique aux ingénieurs, ne valorise ni ne légitime l'intérêt pour l'observation, l'expérimentation, les applications et la pratique.

4) La place des sciences humaines cognitives (psychologie, linguistique, ergonomie) dans le bagage culturel moyen des ingénieurs, notamment informaticiens, est quasiment inexistante.

Recommandation 5 : Filières cognitivistes d'ingénieurs

Plaider auprès de l'éducation nationale la création de filières d'ingénieurs de la connaissance dans les 2^e et 3^e cycles.

VI CRÉER UN RÉSEAU D'INSTITUTS DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE SPÉCIALISÉS

Le quatrième pas [1) programme mobilisateur ; 2) organisation du marché des transferts ; 3) filières d'ingénieurs cogniticiens] d'une politique scientifique orientée vers les transferts de technologies cognitives consiste à passer de l'organisation de la recherche fondamentale, qui fait l'objet du PIR «cognisciences», à celle de la recherche finalisée. En effet le programme mobilisateur interministériel ne saurait se contenter d'être seulement incitatif. Il doit également structurer le potentiel de recherche et l'orienter vers les transferts de technologies. Cela suppose qu'au CNRS il n'ait pas pour seul interlocuteur «cognisciences», mais également le PIRTTEM, au département SPI tout ce qui touche à la «communication homme-machine», au département SDV, tout ce qui touche à la prévention, la santé mentale et le vieillissement (premier segment des huit répertoriés) et au département SHS, tout ce qui touche à l'économie et à l'organisation. Cela suppose qu'il n'ait pas pour seul interlocuteur, le CNRS, mais également les autres établissements (INSERM, INRIA, INRP, etc.) et les autres ministères (MENJS, Défense, Industrie, Culture, Santé) avec qui édifier, dans le cadre coordonnateur du programme mobilisateur «ingénierie de la connaissance» (recommandation 3), des instituts de recherche finalisés.

Un premier bilan de la constitution des sept réseaux de «cognisciences» montre que ceux-ci se ressemblent beaucoup par l'étendue des disciplines et des thèmes mobilisés et par le libéralisme de leur programmation scientifique. Le programme mobilisateur doit être plus sélectif par rapport aux thèmes et plus exigeant par rapport à l'articulation de la programmation scientifique, et s'inspirer, par exemple, des instituts Fraunhofer en Allemagne pour spécialiser fortement les pôles des réseaux et pour aboutir, par exemple, à une *carte* des instituts de recherches en «ingénierie» de la connaissance. L'importance de certains créneaux (documentation, etc., génie statistique, etc.) ne justifie pas de véritables instituts : un ou deux laboratoires, ou des réseaux (GDR), devraient suffire.

A titre indicatif cette carte pourrait être à long terme (10 ans), sous bénéfice d'une concertation plus forte :

1) génie bio-médical : Institut à Lyon (dans la mouvance de l'Institut des neurosciences du CNRS) ;

2) communication homme-machine : Institut à Toulouse (rationalisation et renforcement de PRESCOT) ;

3) reconnaissance des formes sonores et visuelles et traitement des connaissances non symbolique : Institut à Sophia-Antipolis (INRIA, CNRS) ;

4) représentation des connaissances et aides à la décision : Palaiseau (X, HEC, réseau Paris-Sud, Orsay) ;

5) industries de la langue : Institut à Nancy (INALF, INIST) ;

6) enseignement, didactique et apprentissage : Institut autour de l'INRP.

Pour les deux créneaux dont l'étroitesse commande d'envisager seulement un ou deux laboratoires pour chaque :

1) génie statistique des réseaux publics : laboratoire mixte (université, CNRS, INSEE) à Marne la Vallée ;

2) génie documentaire : laboratoire à Tolbiac auprès de la Bibliothèque de France.

Recommandation 6 : Réseau d'instituts de génie cognitif spécialisés

Sélectionner, grâce au comité international proposé par le «conseil des sciences cognitives» (recommandation 7), des instituts de génie cognitif spécialisés fédérés au sein d'un réseau dont le domicile soit la «maison de la cognition» (recommandation 11), et dont le conseil scientifique soit le «conseil des sciences cognitives» (recommandation 7).

Peut être affichée plus rapidement, outre la création de l'institut des neurosciences à Lyon, celle d'un institut orienté vers la communication homme-machine et le raisonnement en langage naturel à Toulouse, un laboratoire en «génie statistique», y compris réseaux, associé éventuellement à un laboratoire de psychologie cognitive appliquée à l'économie (corollaire de la recommandation 2).

Sur le site de Sophia-Antipolis pourrait être créé un «Salk Institute» à la française, donc avec des facilités de long séjour sur place pour les chercheurs français et étrangers.

CHAPITRE II

INTERDISCIPLINARITÉ :

**un pilotage unifié pour protéger et promouvoir l'interdisciplinarité
des sciences cognitives**



I RENOUVELER ET RÉORIENTER L'ACTION «SCIENCES DE LA COGNITION» EN 1993

Par rapport à la deuxième question de la mission, celle de l'interdisciplinarité, l'hypothèse de travail initiale était qu'elle était acquise à l'intérieur des sciences cognitives, et donc avec les sciences humaines cognitives (psychologie, linguistique), et qu'il était donc temps d'en étendre les bienfaits aux sciences sociales. Ce présupposé s'est avéré inexact, à une exception importante près, celle de l'économie et de la gestion (recommandation 2 et son corollaire).

Le bilan des actions institutionnelles (action MRT-MENJS «sciences de la cognition», PIR «cognisciences» du CNRS, colloque de prospective) montre en effet qu'en dépit d'un certain volontarisme correcteur, elles bénéficient de manière déséquilibrée aux différentes disciplines, même si on tient compte du fait que l'arrivée de certaines d'entre elles (physique par exemple) est récente.

Ainsi l'examen des appels d'offres MRT-MENJS sur trois ans montre qu'un tiers des projets ont pour dominante les neurosciences et un quart la psychologie qui au CNRS relève des sciences de la vie. A contrario, les projets à dominante SHS (au sens du CNRS : linguistique, philosophie, sciences sociales) représentent moins du huitième et proviennent d'un ou deux laboratoires, certes excellents.

La démarche du PIR «cognisciences» est ascendante (bottom up) : l'équilibre entre les disciplines des différents réseaux reflète les situations de fait locales, c'est-à-dire la faiblesse des sciences de l'homme et de la société ; les procédures d'agrégation sur la base du volontariat spontané et de décentralisation des enveloppes, voire de l'évaluation, ne permettraient pas, si elles n'étaient pas amendées, de corriger ces déséquilibres.

Le rassemblement des «dires d'experts» de l'éducation nationale au sujet des DEA susceptibles de devenir «cognitifs», en un certain sens, confirme cette impression globale de déséquilibre entre les disciplines, mais éclaire sur les perspectives d'intensification et d'extension de l'interdisciplinarité. Peu de DEA sont entièrement «cognitivistes» (12). D'un beaucoup plus grand nombre (50) sont venues des candidatures à des allocations de recherche «cognitives», jugées recevables par le Comité «sciences de la cognition». Mais si, en termes de «marketing», on estime dans chaque science de l'homme et de la société le nombre potentiel de DEA d'où pourraient

provenir de telles candidatures, on peut classer ces disciplines en trois catégories en fonction de la «part du marché» virtuelle des sciences de la cognition :

1) entre 30 et 60 % : psychologie, linguistique et sciences de l'éducation ; ce qui, à l'exception notable de cette dernière discipline, plutôt domaine de transferts que science, confirme l'appartenance de ces sciences au noyau des sciences cognitives ;

2) entre 10 et 20 % : économie, gestion et droit, alors que les parts observées aujourd'hui sont nulles ; les progressions potentielles sont donc considérables (recommandation 2) ;

3) quelques % : les autres sciences humaines (ethnologie, archéologie, anthropologie) et sociales (sociologie, sciences politiques, histoire, géographie) pour lesquelles un effort de sensibilisation doit préparer une éventuelle extension, de toute façon limitée.

C'est évidemment par une politique ambitieuse et persévérante de DEA et d'allocations de recherche qu'on pourra, à terme, constituer un potentiel de recherche susceptible de combler le gap entre l'offre de recherches et les besoins tels qu'on en a pris la mesure intuitive dans le chapitre précédent. Mais pour cela il faut un instrument interministériel pour distribuer les allocations de recherche sur un appel d'offres «sciences de la cognition» (MRT et MENJS) et avoir une politique de carte de DEA en «sciences cognitives (MENJS).

Comme on a vu qu'il était difficile de réformer le PIR «cogniscience» pour le rendre interministériel et lui faire assumer un rôle moteur en matière de transferts, notamment en communication homme-machine (PIRTEM, SPI), la solution la moins mauvaise consiste à créer en 1993 une nouvelle action «sciences de la cognition» qui en élargisse les compétences, en particulier aux transferts, et l'interministérialité (industrie, défense, santé, culture) et qui reflète la redéfinition des sciences cognitives (recommandation 2) notamment par intégration de la communication homme-machine et de l'économie (y compris gestion).

Recommandation 7 : Action «sciences de la cognition» 93-95

Renouveler en 1993, pour trois ans, une action interministérielle (MRT, MENJS, défense, industrie, santé, culture) «sciences de la

cognition» ; renouveler et élargir (communication homme-machine, économie et gestion) son comité scientifique, «conseil des sciences cognitives» à partir des sections du CNRS et du CNU ; lui faire établir une carte des DEA éligibles aux allocations de recherche en sciences cognitives ; lui faire lancer des appels d'offres différenciés par disciplines pour les allocations et pour les projets afin de rééquilibrer le champ.

Le «conseil des sciences cognitives» constituerait le comité scientifique du programme mobilisateur interministériel «ingénierie de la connaissance» (recommandation 3) et de la «maison de la cognition» (recommandation 11) dans laquelle serait domiciliée l'action «sciences cognitives» proprement dite, renouvelée et élargie en 1993 (crédits incitatifs, allocations de recherche, etc.).

II REVITALISER LES SCIENCES HUMAINES COGNITIVES

Manquent les instruments pour vérifier si la faiblesse de la présence des sciences humaines dans le champ de la recherche en cognition s'expliquerait par une valeur scientifique moindre. Abstraction faite du problème d'évaluation de la recherche en sciences cognitives stricto sensu, il convient de se doter de méthodes et d'outils pour apprécier l'excellence, notamment internationale, des différentes sciences de l'homme et de la société, quitte à ce qu'ils soient spécifiques et non «scientométriques».

Mais d'après les informations qui viennent des différentes institutions (CNRS, MENJS), il faut élever le niveau quantitatif et qualitatif de la recherche en psychologie et en linguistique, assurer le renouvellement des générations, et en particulier des leaders, afin que ces deux disciplines puissent coopérer sur un pied d'égalité avec les autres disciplines «cognitives». Ces tâches reviennent, par subsidiarité du MRT, au CNRS et à la DRED. Cette action de renforcement n'est pas spécifiquement «cognitiviste». Mais de son succès dépend le déblocage de la croissance de la recherche en sciences cognitives et, c'est particulièrement vrai pour la psychologie, tant c'est la discipline «plaque tournante» du champ : c'est la condition de possibilité de l'extension de l'interdisciplinarité vers la communication

homme-machine, l'économie et la gestion (recommandation 2) et les autres sciences sociales.

Le renforcement de la psychologie doit signifier également son émancipation relative, en France, vis-à-vis de la biologie. En effet la psychologie cognitive s'est développée aux Etats-Unis *contre* le behaviorisme. Les autres disciplines ont vu ainsi là-bas la psychologie cognitive assurer une fonction critique vis-à-vis d'une épistémologie ancienne (positiviste) et réductionniste et offrir des terrains d'observation et d'expérimentation ouverts à la confrontation scientifique interdisciplinaire. En France la recherche en psychologie est divisée en deux mondes qui s'ignorent ; l'un, celui du CNRS, appartient au champ de gravitation de la biologie ; l'autre, celui des Universités, participe au champ d'attraction de la psychanalyse et de la sociologie. En devenant cognitive et en puisant son énergie dans le dynamisme de la recherche internationale, la psychologie doit surmonter ces clivages pour devenir la plaque tournante nécessaire à la vitalité de l'interdisciplinarité interne aux sciences cognitives.

En linguistique, il faut assurer la relève des leaders, effectuer des investissements lourds dans les infrastructures et vaincre le manque d'empressement des informaticiens à la collaboration avec les linguistes, résistance assez spécifique à la France.

Recommandation 8 : Psychologie et linguistique

1) *Evaluation : de manière générale, créer les méthodes nécessaires et évaluer le niveau international des sciences de l'homme et de la société.*

2) *Psychologie : créer une commission CNRS-MENJS (conformément aux recommandations du rapport Curie-Bourguignon) pour renforcer et réorganiser la recherche en psychologie en France.*

3) *Linguistique :*

a) *programmer un plan d'investissements «lourds» (éventuellement dans le cadre de l'institut spécialisé de la recommandation 6) en linguistique : informatisation du TLF, dictionnaires électroniques, analyseur morpho-syntaxique du français, aide à la traduction, etc. ;*

b) *lancer une action incitative (éventuellement dans le cadre du «programme mobilisateur» de la recommandation 3) en «informatique linguistique».*

L'augmentation de la place de la communication homme-machine et l'intégration de l'économie et de la gestion (recommandation 2) dans les sciences cognitives complètent ce renforcement de la psychologie et de la linguistique pour rééquilibrer l'interdisciplinarité en faveur des sciences de l'homme et de la société.

III LANCER UNE ACTION CONCERTÉE «COORDINATION DES JUGEMENTS ET DES ACTES»

Pour conforter dans les recherches de base cette interdisciplinarité, notamment avec les disciplines en voie de renforcement (psychologie, communication homme-machine) ou d'intégration dans le champ (économie et gestion), il convient de choisir un thème transversal comme la «coordination des jugements et des actes», susceptible d'intéresser sociologues (actions communes légitimes), économistes (coopération), informaticiens (intelligence distribuée), roboticiens, psychologues sociaux (groupes) et psychophysiologues (motricité, perception), biologistes (coordinations neurales, immunologie, biologie des populations), linguistes (conversation, pragmatique) et philosophes.

Cette action incitative s'inscrirait dans la panoplie des appels d'offres démultipliés par disciplines de l'action renouvelée interministérielle «sciences de la cognition» (recommandation 7) dont elle constituerait, par exception, non pas un volet spécialisé par discipline, mais au contraire un volet transversal interdisciplinaire.

Recommandation 9 : Coordination des jugements et des actes

Lancer une action concertée interministérielle (MRT-MENJS) et pluridisciplinaire sur le thème de la coordination des jugements et des actes et sur les médiations naturelles, artificielles et sociales qui permettent cette coordination.

IV SENSIBILISER LES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ AUX RECHERCHES COGNITIVES

Lorsqu'on a passé en revue l'ensemble des disciplines des sciences de l'homme et de la société susceptibles de connaître des recherches en sciences cognitives, la carte est assez simple à dresser tant les laboratoires sont peu nombreux, mais d'excellent niveau. L'économie et la gestion jouent un rôle à part pour deux séries de raisons. La première est que de toutes les sciences sociales ce sont celles qui sont le plus familiarisées avec les techniques de la modélisation et les problèmes de la rationalité de l'action. La seconde raison est plus conjoncturelle. D'une part la théorie des jeux depuis une vingtaine d'années offre un cadre unificateur à la formalisation d'un certain nombre de modèles. D'autre part depuis une quinzaine d'années on assiste à une véritable explosion en logique mathématique de formalismes permettant de multiplier les approches de la rationalité et de la décision. Ensuite d'autres travaux permettent de lancer des passerelles entre théorie des jeux, logique et intelligence artificielle. Des recherches se développent également du côté de l'observation et de l'expérimentation en économie qui combinent des approches de psychologie cognitive, de statistique et de sociologie : économie expérimentale, théorie des jeux expérimentale, théorie de la décision expérimentale, psychologie économique, sémantique économique, théories évolutionnistes (biologie) de l'économie, etc. En France, il n'y a pas de recherches selon cette approche empirique et expérimentale. Par contre elle est susceptible d'y trouver un écho important. C'est pourquoi on a proposé d'intégrer l'économie et la gestion dans les sciences cognitives (recommandation 2). Ceci correspond à une mise à jour de la définition CNRS, analogue à celle relative à la physique et motivée par le développement et le succès des travaux de Simon et Arrow (pour ne citer que deux prix Nobel) et de leurs élèves. On a également (corollaire de la recommandation 2) recommandé de créer un laboratoire de recherche en psychologie cognitive appliquée à l'économie et la gestion, qui permettrait de jeter un pont entre la psychologie et l'économie (il n'en existe pas en France) et, à travers l'économie, la sociologie (en particulier l'école dite de «l'économie des conventions») et les autres sciences sociales.

Dans les autres sciences sociales (droit, sociologie, sciences politiques, anthropologie, ethnologie, archéologie, géographie) certes il existe des recherches «cognitivistes». Mais elles restent des expériences relativement

marginales dans chaque discipline. En balayant l'ensemble des DEA pour dresser la liste de ceux d'où pourraient provenir des thèses «cognitivistes» on s'aperçoit que, dans ces disciplines, ils ne peuvent que rester relativement peu nombreux. Mais comme le «cognitivisme» inspire plus ou moins une problématique «constructiviste» dynamique dans les sciences sociales, des actions directes ponctuelles et des actions de sensibilisation prépareront une extension ultérieure de l'interdisciplinarité cognitive.

Recommandation 10 : Sensibilisation des SHS

Lancer des actions directes en sciences de l'homme et la société en :

- 1) philosophie : épistémologie de la biologie, de la linguistique et de l'informatique ; confrontation de la philosophie du langage et de la phénoménologie ; limites épistémiques et éthiques des sciences cognitives ; fondements naturels de l'éthique ; connaissances par symboles et connaissances par images ;*
- 2) sciences sociales et biologie ;*
- 3) sciences sociales : journées de sensibilisation aux recherches cognitives.*

V CRÉER UNE «MAISON DE LA COGNITION» À PARIS

Il est très important, non seulement vis-à-vis de la communauté scientifique, des décideurs des entreprises et des administrations, mais également vis-à-vis de la société civile, de donner un symbole visible de la priorité accordée à la recherche en sciences cognitives. Ce signe, qui symbolise la reprise par notre époque de l'idéal des Lumières, doit être visible dans la Ville Lumière. La manifestation serait encore plus éclatante si elle était partie prenante de la symbolique qu'incarne la Bibliothèque de France et donc si une «maison de la cognition», ouverte à tous les chercheurs de France, de l'Europe et du Monde, pouvait en apparaître un prolongement naturel fonctionnellement (bibliothèque spécialisée dans le domaine des sciences cognitives) et physiquement (proximité géographique et liaisons étroites).

Faut-il que des équipes de recherche sélectionnées pour leur excellence, leur jeunesse et leur mobilité résident pour une durée déterminée dans cette maison ?

Il n'y a pas unanimité des chercheurs : les uns vantent les effets d'échelle dus à la vie scientifique parisienne et la stimulation que représente l'interdisciplinarité au quotidien ; pour les autres le fait qu'un institut n'ait pas de murs empêche de figer les contours des sciences cognitives dont l'histoire montre qu'ils ne sont pas encore stabilisés et empêche les équipes résidentes de se scléroser en bénéficiant de rentes de situation. D'autre part la carte d'aménagement de l'enseignement supérieur et de la recherche en Ile de France est encore très incertaine. Enfin, il paraît plus conséquent de définir avec précision un «programme scientifique» au sens qui a été popularisé aux Etats-Unis par Kuhn, avant de dégager les locaux permettant le regroupement des différentes équipes participantes en un seul endroit.

C'est pourquoi il convient de réaliser rapidement ce qui fait l'unanimité des chercheurs et des décideurs, une «maison de la cognition» et de créer, à côté des instituts de province (Lyon et Toulouse pour commencer) l'institut parisien qui permette à la France de proposer un réseau européen d'instituts de recherche en sciences cognitives. A la différence des instituts spécialisés (recommandation 6) qui sont orientés vers les transferts de technologies sur les six grands créneaux identifiés (outre les laboratoires en «génie documentaire» et en «génie statistique»), les institutions envisagées ici (maison et instituts) sont au service de la recherche fondamentale et de l'interdisciplinarité : elles ne doivent surtout pas être spécialisées.

Mais dans tous les cas il s'agit d'entreprises de longue haleine qui ne peuvent pas aboutir avant trois ou quatre ans de telle sorte que l'examen de la question de trouver dans les locaux existants de quoi abriter en un seul endroit les équipes de l'institut parisien doit s'effectuer dans le cadre des schémas directeurs concernés, a fortiori si on envisage, comme cela paraît souhaitable pour avoir suffisamment de place, de construire un immeuble ad hoc.

Recommandation 11 : Maison de la cognition

Créer une maison de la cognition à Paris, qui ne comprenne pas d'équipes de recherche françaises résidentes : bibliothèque, documentation, salles de réunion et de séminaire, moyens de diffusion et de circulation des informations et services à la disposition des chercheurs français et étrangers.

La maison pourrait être constituée sous forme d'une unité mixte CNRS-MENJS.

VI CRÉER UN RÉSEAU EUROPÉEN D'INSTITUTS DE RECHERCHE EN SCIENCES COGNITIVES (DONT UN PARISIEN)

La création d'instituts de recherche en sciences cognitives est une recommandation récurrente des différents rapports qui ont été réalisés sur les sciences cognitives (Michel Imbert pour la CEE en 87, Jean-Pierre Changeux pour MM. Curien et Jospin en 89, M. Berthoz pour M. Curien en 91). Il s'agit de matérialiser l'augmentation de l'effort quantitatif en argent et en chercheurs. Il s'agit également de renouveler les leaders de la communauté et de rajeunir les équipes. Il s'agit enfin de protéger l'interdisciplinarité, toujours fragile, contre les forces de désintégration et de sclérose des disciplines académiques. Les bilans qui ont été effectués confirment la pertinence des arguments avancés par les différents rapporteurs. Même si des progrès substantiels ont été réalisés grâce à l'action «sciences de la cognition» et du PIR «cognisciences», le potentiel de recherche de notre pays est loin encore d'être à la hauteur des enjeux économiques et sociaux (cf. supra chapitre I § I). Les recommandations du présent rapport vont donc dans le sens suggéré par les précédents rapporteurs. Grâce à l'action du PIR «cognisciences» les vœux des différents rapporteurs, et donc de la communauté scientifique, semblent devoir être comblés à Lyon assez rapidement et à Toulouse dans un avenir assez proche puisque plusieurs initiatives devraient pouvoir s'harmoniser pour y aboutir à une concentration et à une synergie significatives de laboratoires de recherche et d'expériences de transferts de technologies cognitives. Il ne faut pas exclure des initiatives semblables dans les autres réseaux (Marseille, Nancy, Sophia Antipolis). Le contexte a donc bien changé par rapport à 1989, où le rapport Changeux recommandait de constituer l'institut national de recherche en sciences cognitives. Compte tenu de la concentration de la recherche cognitive à Paris, la seule implantation raisonnable d'un seul institut ne pouvait être que la capitale. Si un pays comme la Hollande a créé deux instituts, notre pays peut raisonnablement envisager la création d'au moins un troisième à Paris. Une telle puissance d'attraction sur la communauté scientifique internationale, à côté des deux autres instituts en

bonne voie de constitution, également tournés vers la coopération internationale, constituerait un atout décisif pour notre pays, s'il voulait proposer, dans le cadre de la coopération scientifique européenne, la création d'un réseau européen d'instituts de recherche en sciences cognitives.

Dans le cadre du PIR «cognisciences» la création d'un institut à Lyon semble en bonne voie. L'intégration de plusieurs projets à Toulouse dans un ensemble cohérent déborde déjà par contre le seul cadre du PIR. A travers le PIR les autres réseaux (Marseille, Aix en Provence, Sophia Antipolis, Nancy, Grenoble, etc.) témoignent de l'existence de projets qui, s'ils paraissent moins avancés dans leur conception, méritent au moins autant d'être évalués (si possible par un jury substantiellement internationalisé) et éventuellement programmés dans le cadre d'une planification à long terme concertée, interministérielle, et si possible internationalisée. Il ne faut pas d'autre part pénaliser d'éventuels projets purement universitaires, notamment dans le Nord. Il s'agit là de l'offre spontanée des chercheurs qui mériterait un inventaire plus systématique. Mais d'autre part il conviendrait de soumettre cette offre à une régulation plus intelligente que la simple combinaison de la contrainte budgétaire et de l'ordre d'arrivée aux guichets. Une telle procédure est celle proposée par le rapport Changeux : constitution d'un jury fortement internationalisé ; sélection de leaders jeunes (moins de 45 ans) qui assurent la relève des générations, dans toutes les disciplines, y compris en faisant revenir des chercheurs français établis à l'étranger, voire des chercheurs étrangers ; élaboration de programmes scientifiques cohérents et articulés entre eux ; constitution d'équipes cohérentes autour des leaders et des programmes ; organisation d'une rotation systématique (4 ans de résidence maximum) dans les instituts. Il s'agit de faire bénéficier de cette procédure les nouveaux instituts, et non seulement celui qui sera à Paris, sauf celui de Lyon dont la constitution est trop avancée pour être remise en question. Les deux premiers candidats à examiner pourraient être à Toulouse et à Paris.

Des «instituts de recherche en sciences cognitives» orientés vers la recherche fondamentale et mobilisant l'ensemble des disciplines constituent donc la clef de voute du dispositif esquissé par les onze recommandations qui précèdent.

La question des murs de l'éventuel institut parisien a faussé le débat, en faisant de la mise à disposition de locaux existants ou de l'érection d'un bâtiment la condition sine qua non de l'existence de l'institution. Il

convient d'examiner les problèmes dans l'ordre rationnel : d'abord celui du contenu scientifique des projets, de la sélection de leaders jeunes (de moins de 45 ans), du renforcement ou de la constitution de leurs équipes ; ensuite celui du rassemblement de ces équipes au sein d'un même programme cadre, dans un bâtiment unique déjà existant ou à construire.

Telles devraient être les contributions (les trois instituts de Lyon, Toulouse et Paris pour commencer) de notre pays à l'édification d'un «réseau européen d'institut de recherche en sciences cognitives», comme recommandait de le réaliser le rapport Imbert (1987). Une amorce de coopération européenne existe à Nimègue. Mais elle est limitée à l'Allemagne et à la Hollande et à quelques disciplines (neurosciences, psychologie, linguistique).

La France pourrait relancer l'idée et proposer d'accueillir le siège du réseau européen des institut de recherche en sciences cognitives dans la maison de la cognition ou dans un des instituts de province.

Recommandation 12 : Réseau européen d'instituts de recherche en sciences cognitives

Créer des instituts de recherche en sciences cognitives, dont un parisien, par sélection par un jury international de leaders jeunes (moins de 45 ans) dans toutes les disciplines des sciences cognitives (recommandation 2), par constitution et/ou renforcement de leurs équipes autour de programmes scientifiques précis d'une durée de 4 ans (non renouvelable).

La constitution du jury international pourrait être confiée à l'action «sciences de la cognition» dès 1992. A défaut de jury international, la constitution de l'institut parisien pourrait lui être confiée.

CONCLUSION :

CRÉER UNE MISSION POUR LA RECHERCHE COGNITIVE

Les douze recommandations qui précèdent n'ont pas le même horizon temporel, ni la même urgence. Elles s'articulent entre elles et convergent pratiquement toutes vers la constitution de la «maison de la cognition» (recommandation 11). D'abord elle est le domicile de quatre institutions qui correspondent à quatre recommandations : la maison des chercheurs proprement dite (recommandation 11), le réseau européen d'instituts (recommandation 12), le programme mobilisateur (recommandation 3) et, à très long terme, le réseau des instituts spécialisés de recherche finalisée (recommandation 6). Elle permet de résoudre le problème de l'insertion du programme mobilisateur dans les structures permanentes actuelles (départements du MRT, différents PIR et départements du CNRS, établissements de recherche, différents ministères concernés) et dans les différentes actions publiques dans le domaine des sciences cognitives (action «sciences de la cognition», PIR cognosciences, suites du colloque de prospective).

La «maison» constitue donc un élément modeste, mais central, donc décisif, dans le dispositif proposé et qui constitue un invariant vis-à-vis des différentes options qui restent ouvertes. Mais le terme de «maison de la cognition» pêche par excès de litote et devient alors inapproprié : elle représente en fait une petite administration de mission interministérielle et permanente. On peut lui garder un statut purement administratif et l'appeler «mission» sur le modèle de la MIRE (mission interministérielle de la recherche expérimentation), cellule de politique incitative de recherche en sciences sociales commune aux cinq ministères sociaux. On peut insister au contraire sur l'objectif du transfert de technologies (recommandations 3, 4, 6) et prévoir qu'elle devienne dans quelques années une «agence» (en lui donnant éventuellement le statut de GIP ; ce qui permet d'associer les entreprises publiques et privées bénéficiaires potentiellement des retombées).

La structure doit être interministérielle (au moins MRT et MENJS). Elle est suffisamment plastique et à géométrie variable pour ne pas prétendre figer les contours de la nébuleuse des sciences cognitives dont l'expansion

continue à se dérouler sous nos yeux à vive allure. Elle doit d'autre part exister pour relever un défi aussi décisif que difficile à appréhender pour nos sociétés à l'orée du XXI^e siècle.

La formule «mission» semble le compromis le plus satisfaisant pour obéir à des contraintes contradictoires : se doter d'un instrument qui permette d'intensifier l'effort de recherche et de stimuler les transferts de technologies dans un domaine décisif, mais d'autant plus difficile à appréhender que la constellation des sciences cognitives connaîtra sans doute autant de bouleversements dans les dix années qui viennent que dans les dix qui précédent et que tout est à faire, ou presque, dans la confrontation entre l'offre de technologies cognitives et les besoins des petites entreprises de services.

La structure de mission est d'autre part particulièrement appropriée pour organiser l'interministérialité, l'interdépartementalité, l'interdisciplinarité et pour stimuler les transferts de technologies en direction du secteur privé. Enfin son statut précaire permet de réviser périodiquement la géométrie des contours scientifiques (redéploiement des contenus disciplinaires et thématiques) et administratif (partenariats publics et privés).

Dans cette perspective la «maison de la cognition» (recommandation 11) constitue une métonymie de la «mission pour la recherche cognitive». C'est en effet la partie (maison) pour la totalité des missions domiciliées dans cette maison :

- prospective (recommandation 1) ;
- programme mobilisateur interministériel (recommandation 3) de transferts de technologies ;
- organisation du marché des transferts (recommandation 4) ;
- tête du réseau des futurs et éventuels instituts de recherche en génie cognitif spécialisés (recommandation 6) ;
- secrétariat de l'action «sciences de la cognition» 93-95 (recommandation 7) et donc de ses appels d'offre généraux «coordination des jugements et des actes» (recommandation 9) ou spécifiques «sensibilisation des SHS» (recommandation 10) ;
- secrétariat du «réseau européen des instituts de recherche en sciences cognitives» (recommandation 12).

Cette «maison de la cognition» est également une métonymie de la «mission pour la recherche cognitive» dans la mesure où la création de la

maison des chercheurs, dès 1992, n'est que la première tranche annuelle pour le tout d'un ensemble d'entreprises pluriannuelles : programme mobilisateur, action «sciences de la cognition» 93-95, création au sein du «réseau européen des sciences cognitives», des premiers instituts, notamment à Paris.

C'est pourquoi le «comité de création de la maison», dont la nomination découle naturellement de la recommandation 11, a pour mission de créer ce dont la maison est la métonymie, la «mission pour la recherche cognitive». Il convient donc de constituer un «comité scientifique de la maison pour la recherche cognitive» nommé conjointement par les deux ministres (MRT et MENJS) et comprenant toutes les disciplines (recommandation 2), notamment la physique, la communication homme-machine et l'économie. Le comité devrait disposer d'un secrétariat composé des représentants personnels des deux ministres de la recherche et de l'éducation nationale et du directeur du PIR «cogniscience». Sa première mission serait de créer la maison, et les premiers instituts, après celui de Lyon, ceux de Toulouse et de Paris.

Corollaire de la recommandation 11

Créer un «comité scientifique de la mission pour la recherche cognitive» de huit membres nommés conjointement par les ministres de la recherche et de l'éducation nationale, un par discipline (neurosciences, psychologie, linguistique, intelligence artificielle, philosophie, communication homme-machine, physique et mathématiques, économie), assisté par un secrétariat de trois personnes, les deux représentants des ministres de la recherche et de l'éducation nationale et le directeur du PIR «cognisciences» ; ce comité recevrait des deux ministres le mandat de créer dès 1992 la «maison de la cognition» et les instituts qui suivront celui de Lyon à Paris et à Toulouse.

L'action MRT-MENJS «sciences de la cognition» pourrait dès 1992 rédiger les appels d'offres pour les instituts français du réseau européen et constituer le jury international, en attendant que le relai soit pris par le «conseil des sciences cognitives».

Le «comité scientifique de la mission pour la recherche cognitive» ne devrait pas durer plus du temps nécessaire pour créer la maison et la mission. Sa lettre de mission lui demanderait de préparer des modalités d'articulation de ses différentes actions, notamment le programme mobilisateur, l'action «sciences de la cognition», les instituts spécialisés et le «réseau européen des sciences cognitives», avec le CNRS, et plus particulièrement avec le programme «cognisciences».

Bernard GUIBERT

Paris, le 15 janvier 1992

RECAPITULATION DES RECOMMANDATIONS

I - TRANSFERTS :

un programme mobilisateur interministériel
et un réseau d'instituts technologiques spécialisés

I MESURER L'AMPLEUR DES ENJEUX ÉCONOMIQUES

Recommandation 1 : PROSPECTIVE

1) Créer les instruments de connaissance statistique (enquêtes), économique (comptes) et prospective (prévisions, scénaros) : a) des besoins de recherche des services, en particulier en sciences de l'homme et de la société ; b) et des flux de transferts de technologies dont ils sont bénéficiaires, en particulier dans le secteur privé et dans les PMI ; c) de la part qui revient dans la demande et l'offre aux sciences de la cognition.

2) Créer les instruments de représentation de la production de recherches fondamentales et appliquées en sciences cognitives (documentation, indexation, sources d'information à l'étranger).

II ADOPTER LA DÉFINITION INTERNATIONALE DES SCIENCES COGNITIVES MISE À JOUR

Recommandation 2 : REDÉFINITION

Aligner la définition française des sciences cognitives sur celle de la communauté scientifique internationale et la mettre à jour, en y incluant la physique, la communication homme-machine et l'économie (y compris la gestion).

Corollaire : INTÉGRATION DE LA COMMUNICATION HOMME-MACHINE ET DE L'ÉCONOMIE

Créer un institut sur la communication homme-machine et un laboratoire de psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion.

III LANCER UN PROGRAMME MOBILISATEUR INTERMINISTÉRIEL EN INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE

Recommandation 3 : PROGRAMME MOBILISATEUR INTERMINISTÉRIEL

Lancer un programme mobilisateur interministériel de transferts de technologies cognitives, intitulé «ingénierie de la connaissance» qui combine l'ensemble des moyens de la politique scientifique et technologique : crédits incitatifs, habilitation de diplômés, allocations de recherche, fléchages de postes, structuration des moyens, etc.

IV ORGANISER LE MARCHÉ DES TRANSFERTS DES TECHNOLOGIES COGNITIVES

Recommandation 4 : ORGANISATION DU MARCHÉ DES TRANSFERTS

1) Du côté de l'offre, domicilier dans la «maison de la cognition» une assistance juridique, administrative et financière pour aider les chercheurs à monter des contrats, créer des associations et des start-up et à valoriser leurs résultats.

2) Du côté de la demande, sensibiliser les grandes entreprises des services à la recherche en sciences cognitives dans le cadre d'un salon annuel et les petites entreprises dans celui de journées d'information spécialisées.

3) Etudier et créer des mécanismes de financement et de mutualisation des «entreprises de capital risque» à créer.

V SUSCITER DES FILIERES «D'INGÉNIEURS COGNITIVISTES»

Recommandation 5 : FILIERES COGNITIVISTES D'INGÉNIEURS

Plaider auprès de l'éducation nationale la création de filières d'ingénieurs de la connaissance dans les 2^e et 3^e cycles.

VI CRÉER UN RÉSEAU D'INSTITUTS TECHNOLOGIQUES SPÉCIALISÉS

Recommandation 6 : RÉSEAU D'INSTITUTS DE GÉNIE COGNITIF SPÉCIALISÉS

Sélectionner, grâce à un jury international proposé par le «conseil des sciences cognitives» (recommandation 7) des instituts de génie cognitif

spécialisés fédérés au sein d'un réseau qui élise domicile à la «maison de la cognition» (recommandation 11) et dont le conseil scientifique soit le «conseil des sciences cognitives» (recommandation 7).

II - INTERDISCIPLINARITÉ :
un pilotage unifié pour protéger et promouvoir l'interdisciplinarité
des sciences cognitives

I RENOUELER ET RÉORIENTER L'ACTION «SCIENCES DE LA COGNITION» EN 1993

Recommandation 7 : ACTION «SCIENCES DE LA COGNITION» 93-95

Renouveler en 1993 pour trois ans une action interministérielle élargie (MRT, MENJS, défense, industrie, santé, culture) «sciences de la cognition» ; renouveler et élargir son comité scientifique, «conseil des sciences cognitives», à partir des sections du CNRS et du CNU ; lui faire établir une carte des DEA éligibles aux allocations de recherche en sciences cognitives ; lui faire lancer des appels d'offres différenciés par disciplines pour les allocations et pour les projets, afin de rééquilibrer le champ.

II REVITALISER LES SCIENCES HUMAINES COGNITIVES

Recommandation 8 : PSYCHOLOGIE ET LINGUISTIQUE

1) Evaluation : de manière générale, créer les méthodes et évaluer le niveau international des sciences de l'homme et de la société.

2) Psychologie : créer une commission CNRS-MENJS (conformément aux recommandations du rapport Curie-Bourguignon) pour renforcer et réorganiser la recherche en psychologie en France.

3) Linguistique : a) programmer un plan d'investissements «lourds» (éventuellement dans le cadre de l'institut spécialisé ad hoc de la recommandation 6) : informatisation du TLF, dictionnaires électro-

niques, analyseur morpho-sémantique du français, aides à la traduction, etc. ;

- b) lancer une action incitative en «informatique linguistique» (recommandation 3).

III LANCER UNE ACTION CONCERTÉE «COORDINATION DES JUGEMENTS ET DES ACTES»

Recommandation 9 : COORDINATION DES JUGEMENTS ET DES ACTES

Lancer une action concertée interministérielle (au moins MRT-MENJS) et pluridisciplinaire sur le thème de la coordination (naturelle, institutionnelle, langagière ou artificielle) des jugements et des actes et sur les médiations naturelles, artificielles et sociales qui permettent cette coordination.

IV SENSIBILISER LES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ AUX RECHERCHES COGNITIVES

Recommandation 10 : SENSIBILISATION DES SHS

Lancer des actions directes en sciences de l'homme et de la société en :

1) philosophie : épistémologie de la biologie ; confrontation de la philosophie du langage et de la phénoménologie ; limites épistémiques et éthiques des sciences cognitives ; fondements naturels de l'éthique ; connaissances par symboles et connaissances par images ;

2) sciences sociales et biologie ;

3) sciences sociales : journées de sensibilisation aux recherches cognitives.

V CRÉER UNE «MAISON DE LA COGNITION» À PARIS

Recommandation 11 : MAISON DE LA COGNITION

Créer une «maison de la cognition» à Paris qui ne comprenne pas d'équipes de recherche françaises résidentes.

Corollaire de la recommandation 11 : COMITÉ DE SCIENTIFIQUE DE LA MISSION POUR LA RECHERCHE COGNITIVE

Nommer conjointement (MENJS, MRT) un «comité scientifique de la mission pour la recherche cognitive» :

- composé de huit membres, un par discipline (neurosciences, psychologie, linguistique, IA, philosophie, communication homme-machine, mathématiques et physique, économie) ;

- assisté d'un secrétariat composé de trois personnes, les deux représentants des ministres de la recherche et de l'éducation nationale et le directeur du PIR «cognisciences» ;

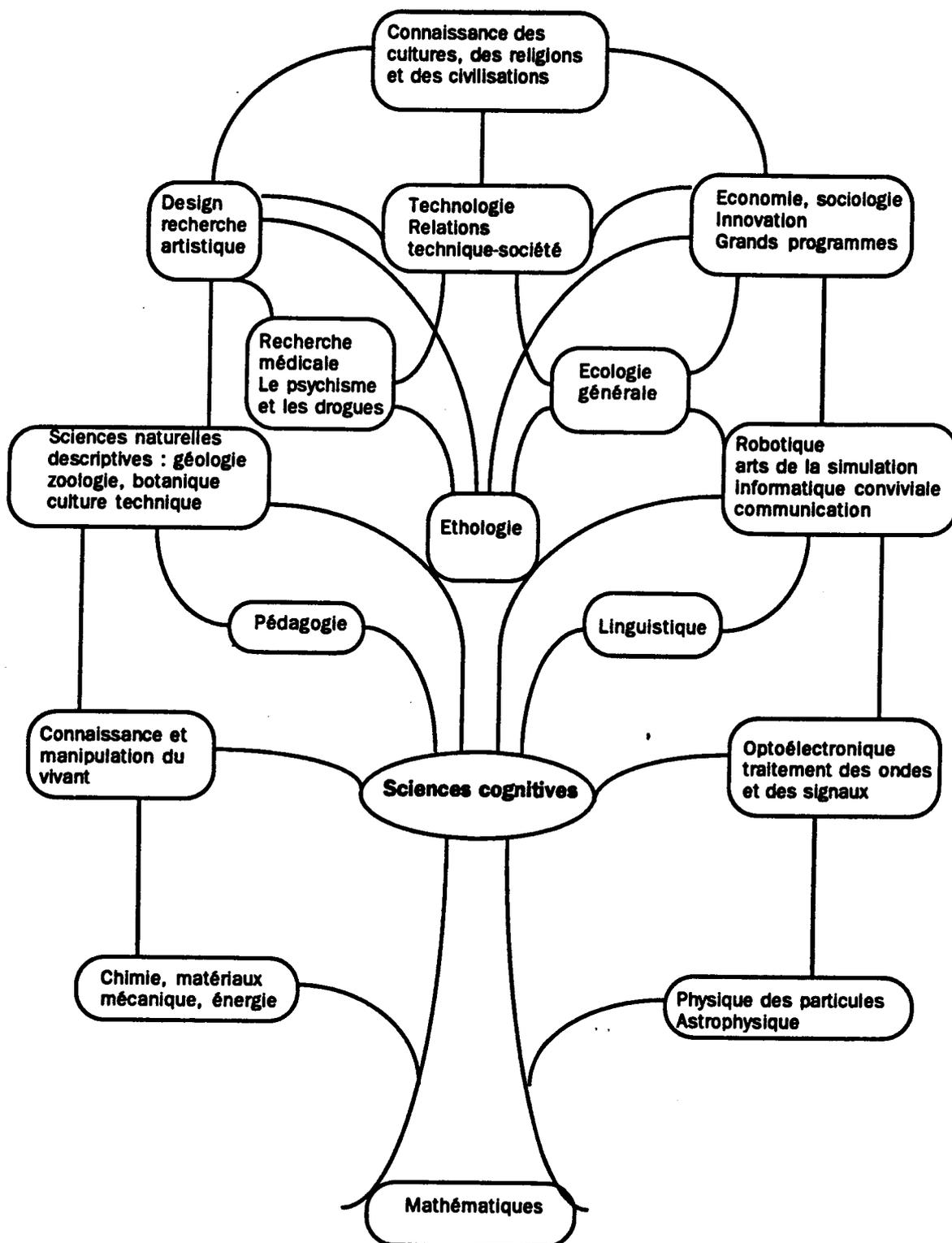
- mandaté pour créer la «maison de la cognition» (recommandation 11) et les instituts qui suivront celui de Lyon, à Paris et à Toulouse.

VI CRÉER UN «RÉSEAU EUROPÉEN D'INSTITUTS DE RECHERCHE EN SCIENCES COGNITIVES» (DONT UN PARISIEN)

Recommandation 12 : RÉSEAU EUROPÉEN D'INSTITUTS DE RECHERCHE EN SCIENCES COGNITIVES

Créer des instituts de recherche en sciences cognitives dont un parisien, par sélection par un jury international de leaders jeunes dans toutes les disciplines des sciences cognitives (recommandation 2), par constitution et/ou renforcement de leurs équipes autour de programmes scientifiques précis d'une durée de 4 ans (non renouvelable).

Essai de cartographie simplifiée des recherches au 21^o siècle



I LES ENJEUX ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX À LONG TERME DES APPLICATIONS DES SCIENCES DE LA COGNITION

A très long terme ¹ (2100 comme l'horizon que propose Thierry Gaudin), le XXI^e siècle sera celui de la «révolution de l'intelligence». L'emphase de ces discours, qui ont été à l'origine d'expériences malheureuses en informatique, ne doit néanmoins pas dissimuler la réalité et l'ampleur des enjeux.

D'abord les innovations techniques se nourrissent en grande partie des progrès dans le traitement et la communication des informations. C'est ce que montre l'arbre généalogique des innovations techniques du XXI^e siècle de Thierry Gaudin, qui place dans le tronc les «sciences de la cognition». C'est ce que montrent également les bonzaï du programme japonais NIPT ² (New Information Processing Technologies).

Puis les économistes viennent à la rescousse des prospectivistes. En effet nous sommes, selon eux, déjà entrés dans l'ère de l'économie «informationnelle» ³ : plus de la moitié de la valeur ajoutée serait en réalité non pas utilisée à élaborer la matière, mais à transformer des informations. Et en tout cas nous sommes entrés dans l'ère des services ⁴ : le primaire (agriculture, mines) et le secondaire (industries manufacturières) font désormais moins de 40 % de la valeur ajoutée dans la plupart des pays industrialisés. Et les biens immatériels s'incorporent de moins en moins dans le capital circulant des entreprises et de plus en plus dans le capital fixe, de telle sorte que le partage entre le travail vivant et le travail mort non seulement s'inverse massivement (de 80-20 on passe à 20-80), mais en outre il réfléchit de plus en plus le partage entre le capital immatériel et le capital

¹ GAUDIN Thierry (sous la direction de) *2100, récit du prochain siècle*. Payot. Oct. 1990, 600 p. «La révolution de l'intelligence» sera selon cet ouvrage une des quatre révolutions à venir. Voir également la présentation de ce livre (04/10/90) au Ministre de la recherche et de la technologie (9 p.) dont on a tiré «l'essai» de cartographie simplifiée des recherches au 21^e siècle reproduit ici. C'est cette «révolution de l'intelligence» que poursuit le premier («culture technique») des douze programmes mondiaux pour le prochain siècle présentés par Thierry GAUDIN aux Jeudi du CPE (12/12/91). Voir également du même auteur *La pensée, modes d'emploi*. CPE Etudes Aditech, n° 118, 09/01/89, 175 p.

² NIPT : New Information Processing Technologies. «Overview of New Information Processing Technologies» MITI. Japon. Mars 1991, 17 p. (documents aimablement communiqués par M. Roucairol, Président de l'AF CET).

³ Cf. Anne MAYERE. *Economie de l'information*. CNRS. 1991.

⁴ Cf. Bernard PREEL (BIPE). *Prospective des services*. Rapport pour le programme mobilisateur TET. Août 1989.

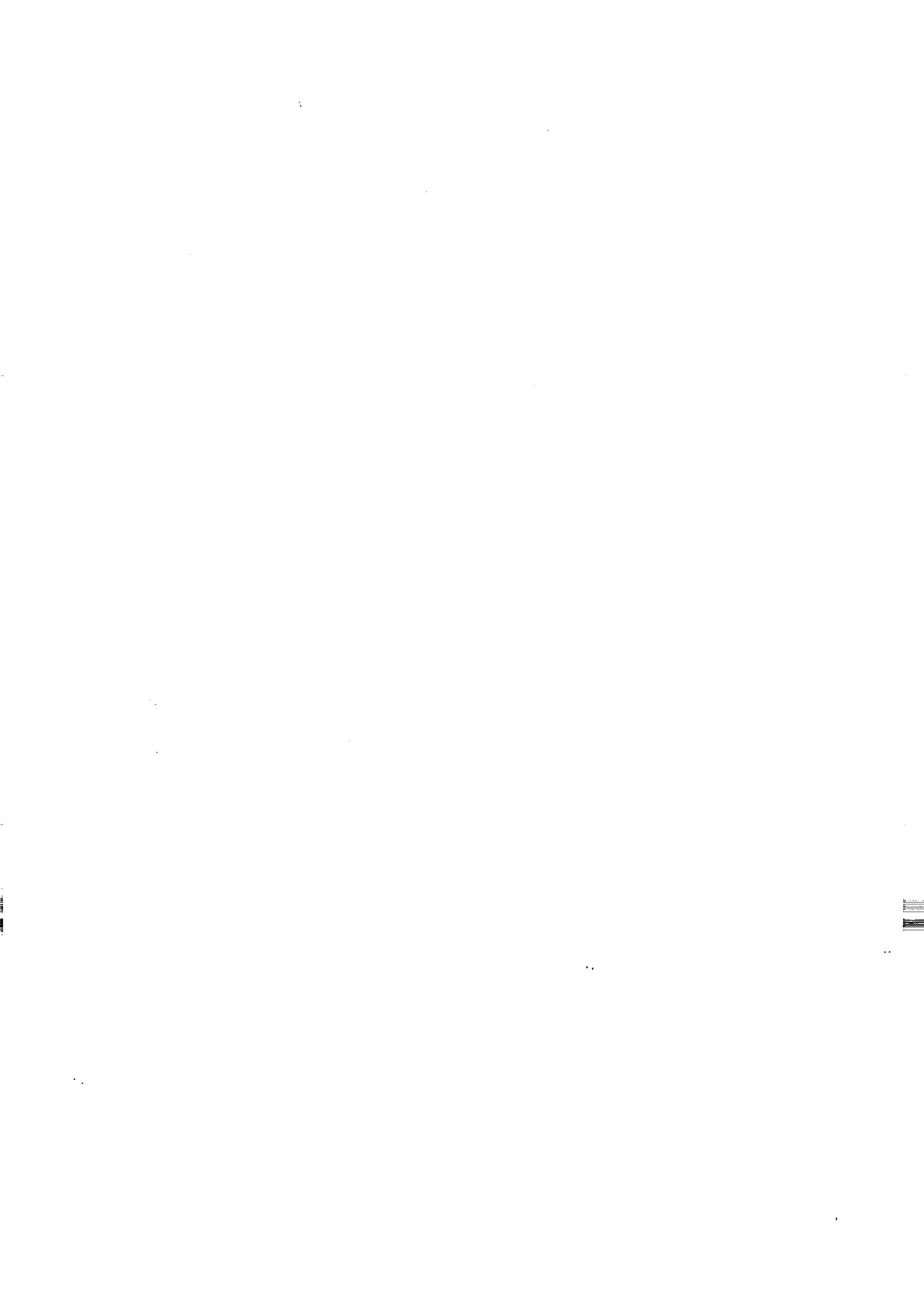


CHAPITRE IV

UN PROGRAMME MOBILISATEUR INTERMINISTÉRIEL EN «INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE»

Le premier mot d'ordre sur lequel se terminait le discours du Ministre de la recherche et de la technologie, Monsieur Hubert Curien, qui concluait le colloque de prospective sur «les sciences de la cognition» était «*interdisciplinarité*». Le second était «*transferts*». Mais dans la chaîne qui va de la recherche fondamentale aux applications de la vie quotidienne, le lien de ces dernières aux «sciences de la cognition», telles qu'on a voulu en donner une définition exigeante sur le plan scientifique (chapitre I) devient très ténu. On est obligé pour essayer de mesurer les enjeux économiques et sociaux de ces transferts de relâcher cette exigence et d'accepter une définition des «sciences de la cognition» en compréhension, comme recherche sur la connaissance humaine, définition qui devient fatalement plus extensive : cela s'étend aux sciences de l'information, de la communication, de l'éducation, et bien évidemment à l'ergonomie. L'enjeu à long terme c'est l'amélioration de la productivité de la «matière grise» et de l'investissement intellectuel dans notre économie : enjeux aussi importants que difficiles à quantifier !

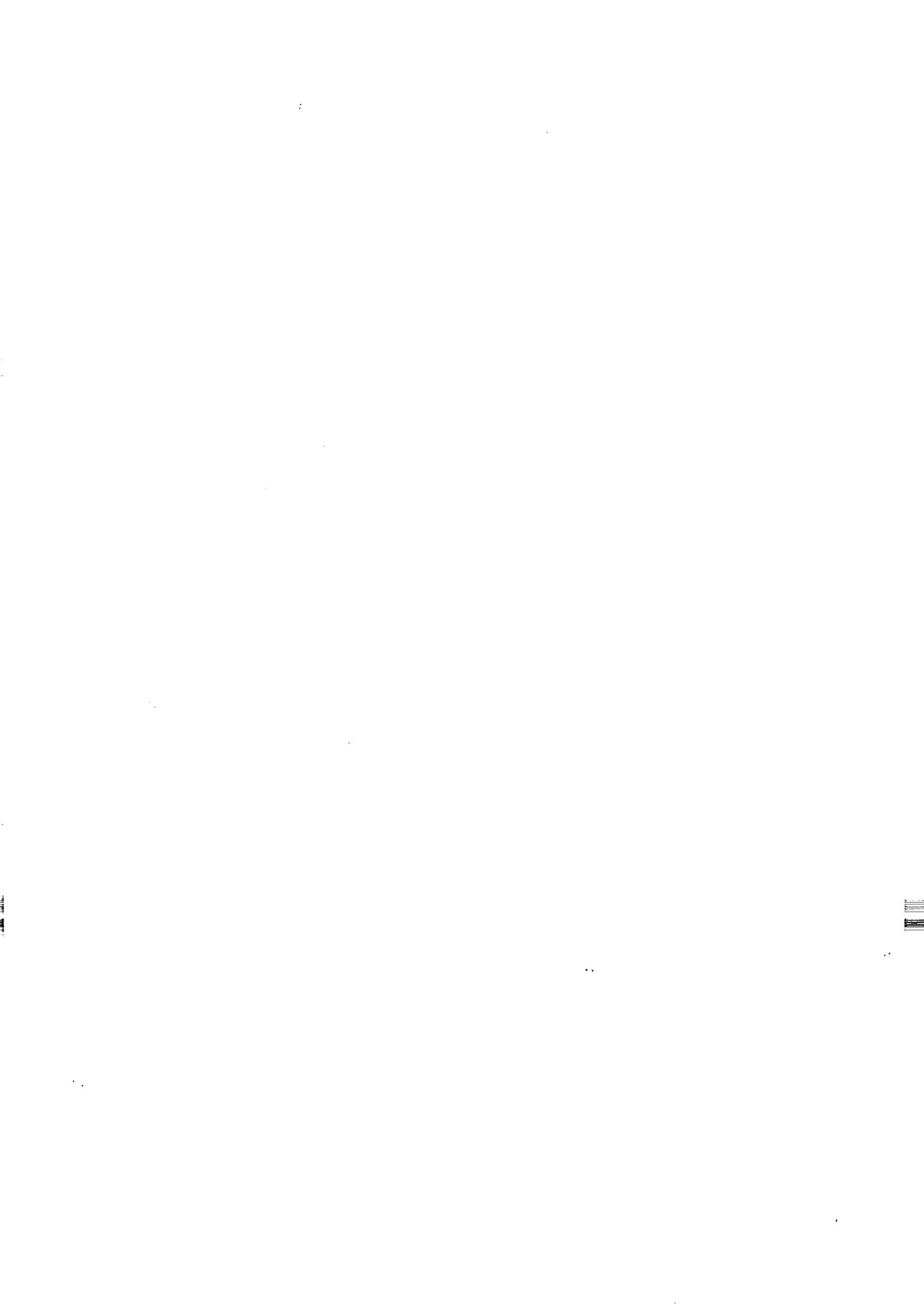
Selon ce point de vue, on passera ensuite en revue l'utilisation des crédits qui ont pour finalité les transferts de technologie [(le Fonds de la Recherche et de la technologie FRT) par les différents partenaires scientifiques]. Ces actions, relativement dispersées, peuvent se regrouper autour de sept champs qui se recouvrent en partie, mais qui sont approximativement distincts.



DEUXIEME PARTIE

TRANSFERTS :

**intensifier, organiser et réguler l'offre ;
révéler et solvabiliser la demande**



En attendant, l'extension de l'interdisciplinarité «cognitiviste» aux sciences sociales doit sans doute marquer le pas, à l'exception de l'économie (et de la sociologie économique) et de la gestion. Ces deux sciences, sans doute parce qu'elles sont mathématisées maintenant depuis longtemps parce qu'elles ont importé des concepts inspirés de la biologie (adaptation, sélection, innovations, etc.) et parce qu'elles essaient d'intégrer dans leurs modèles la subjectivité et l'éventuelle irrationalité des agents, sont susceptibles de devenir en partie «cognitivistes» grâce à un mariage avec la psychologie cognitive et l'intelligence artificielle. Pour les autres sciences sociales, la «maison de la cognition» pourra mettre en œuvre une pédagogie de sensibilisation, de motivation et de mobilisation de longue haleine.

Il s'agit de soutien lorsque les initiatives ont déjà été prises par les chercheurs. Ainsi CECOIA 3 doit se dérouler au Japon (Tokyo) en 1992. Son comité scientifique est présidé par Jacques Lesourne. De même l'Association Internationale de Sciences Economiques projette d'organiser un colloque international sur la «rationalité limitée» dont la réalisation a été confiée à Christian Schmidt. De manière plus modeste les sociologues de l'association DOXA, organisent à Aix-en-Provence un atelier sur le thème «sociologie et linguistique».

Si la «maison de la cognition» disposait d'une enveloppe pour aider ce genre d'initiatives, son comité scientifique pourrait en faire une évaluation systématique. Mais d'autre part son programme scientifique devrait consister, en particulier, à susciter de telles initiatives là où elles ne sont pas spontanées.

Conclusion

La lettre de mission, dans son volet relatif à l'interdisciplinarité, présupposait que cette dernière fonctionnait de manière satisfaisante avec la psychologie et la linguistique, et qu'en conséquence la question principale de la conjoncture scientifique actuelle était l'extension des bénéfices de cette interdisciplinarité des sciences de la cognition aux sciences sociales. Les informations recueillies montrent que l'hypothèse de départ était en grande partie erronée : il convient avant de penser à l'extension de l'interdisciplinarité, de consolider celles des sciences de l'homme qui font partie «officiellement» des sciences de la cognition, afin qu'elles puissent être sur un pied d'égalité avec les autres, et ainsi avoir des échanges qui ne soient pas inégaux avec elles.

Cette tâche, renforcer la recherche de base en psychologie et en linguistique, revient d'abord, — principe de subsidiarité du Ministère de la recherche et de la technologie —, aux acteurs directement responsables, le CNRS et les Universités. Les mesures proposées consistent à faciliter la coordination de ces tâches. Elles dépassent le seul champ des sciences de la cognition à l'intérieur des deux disciplines. C'est un travail de longue haleine. Mais il est d'autant plus décisif pour l'interdisciplinarité dans les sciences de la cognition, que les deux sciences humaines «cognitives», et plus particulièrement la psychologie, ont vocation à en être les plaques tournantes et à opérer la médiation avec les sciences sociales stricto sensu.

les structures de parenté, les taxinomies botaniques et animales, etc. les temps semblent venus ici aussi d'organiser un atelier de sensibilisation ⁷¹.

e) *Archéologie*

En archéologie les travaux et les séminaires de Jean-Claude Gardin ont effectué un travail de sensibilisation depuis longtemps en faveur de l'utilisation de l'intelligence artificielle pour formaliser les raisonnements savants.

f) *Géographie*

La géographie a eu un colloque de prospective (fin 90) où les applications du traitement informatique des images, des techniques de représentation des connaissances, des systèmes experts et de l'intelligence artificielle étaient sollicitées. Il serait aisé au GIP «Reclus» de servir de relais pour une sensibilisation des géographes aux sciences cognitives ⁷².

Suggestion 22 :

Doter la maison de la cognition d'une enveloppe qui lui permette de soutenir et de susciter des colloques de «sciences de la cognition» à l'intérieur de chaque science sociale.

-
- ⁷¹ Les travaux d'ethnométhodologie (classifications des plantes, des animaux, etc.) font l'objet de quelques recherches assez isolées en France.
Voir ATRAN Scott. *Cognitive Foundations of natural history. Toward an anthropology of science* (Cambridge. Univ. Press. 1990, 360 p.). Voir également du même auteur le dossier (48 p.) «Acquisition du savoir empirique sur le monde naturel : biologie populaire Maya-Itza et systématique scientifique» (nov. 1991).
Au carrefour de l'anthropologie culturelle et de la sociologie on trouve beaucoup de recherches en Californie qui s'inspirent notamment des travaux de Aaron Cicourel (voir «*La sociologie cognitive*». PUF. Paris. 1979, 239 p.).
Voir de Bernard Conein son article sur l'éthologie cognitive dans la *Revue française de sociologie* et sa recherche (Appel d'offres 1990 de l'action «sciences de la cognition») sur l'étude cognitive des recettes de cuisine par observation vidéo directe.
Enfin il faut surtout mentionner l'effort de regroupement au sein d'un PRI (Programme de Recherches Interdisciplinaires) de plusieurs laboratoires de l'EHESS : «Apprentissage, cognition et culture», projet de PRI présenté par Blandine Bril (déc. 90, 11 p. + annexe 27 p.) et qui a été accepté le 12/02/91.
- ⁷² L'OTAN s'y emploie déjà activement. Cf. NATO-ASI «Cognitive and linguistic aspects of geographic space» (OTAN. Advanced Study Institute : ASI). Colloque en Espagne (08.20/07/90).

- les représentations sociales de la stratification sociale (ethnoso-
ciologie) ⁶⁷ ;
- les mécanismes d'exclusion (méconnaissance, racisme, pathologie de la
connaissance) et les éthologie cognitives «inversées» ⁶⁸ ;
- les processus d'interaction gestuelle et communicationnelle de la vie
quotidienne et du travail observés et enregistrés par les nouvelles
techniques audiovisuelle ⁶⁹ ;
- l'intelligence artificielle comme outil de modélisation des
argumentations et des décisions sociales (prises de décision, dénonciations,
apprentissage et coopération technique) a été utilisée au Centre de Sociologie
de l'Innovation (CSI) (machine Hume) et au Centre d'Etudes de l'Emploi
(CEE) (machine Prothèse). Une association spécialisée (DOXA) a le projet
d'organiser un colloque à Aix-en-Provence en avril 1992 ⁷⁰.

d) Anthropologie et ethnologie

L'anthropologie cognitive de l'épidémiologie des représentations (Dan Sperber) n'a pas eu auprès des ethnologues le succès de la pertinence auprès des pragmaticiens. Mais avec la banalisation de l'informatique pour décrire

⁶⁷ Voir POLITIX n° 10-11, 1990. «Codifications». Voir Dodier Nicolas. Représenter ses actions. Le cas des inspecteurs et des médecins du travail. Raisons Pratiques I, 1990. «*Les formes de l'action*», pp. 116-148. Voir également FORSÉ Michel. *L'ordre improbable. Critique et processus sociaux*. PUF, 1990.

⁶⁸ D'après entretiens avec Thierry Gaudin et Bernard Conein.

⁶⁹ Témoignages de recherches en Californie rapportés par Daniel Andler, Bernard Conein et Scott Atran. Voir en particulier les projets de Dick Nisbett de constituer des réseaux sur «Culture, cognition and social conflict» suite à un workshop (Richard Nisbett, Patricia Gurin et Hazel Markus organisateurs) sur le thème «social structure, culture and cognition» (06-09/06/91) à Berkeley.

⁷⁰ Sur la machine Hume : Teil G., Akrich M., Michelet B., Latour B. : La machine de Hume. Les réseaux d'association peuvent-ils faire plus que les règles formelles ? (CSI - ENS des Mines, déc. 89).

Sur Prothèse, F. Chateauraynaud a constitué un dossier historique de 11 documents : 1) Prothèse zéro, nov. 87, 14 p. ; 2) Projet Prothèse 1988, 2p. ; 3) un programme de traitement symbolique en sociologie, sept. 88, 64 p. ; 4) Présentation nov. 88, 4 p. ; 5) Prothèse CEE, déc. 88, 13 p. ; 6) Le traitement symbolique dans les sciences sociales, 2 p. ; 7) une expérience, avril 89, 2 + 4 p. ; 8) Colloque INRIA, sept. 89 à Antibes, 6 p. ; 9) document de travail, 40 p. ; 10) une machine interprétative, sept. 90, 35 p. ; 11) projet de communication au colloque d'Aix-en-Provence de 1992.

L'association DOXA (une dizaine de membres) organise un colloque «*sciences sociales et sciences cognitives*» à Aix-en-Provence les 8-9-10 avril 92.

a) Droit

En droit un petit nombre de laboratoires travaillent au carrefour du juridique, de l'informatique, de la logique et de la linguistique : au Conseil d'Etat le laboratoire «Intelligence artificielle, droit et linguistique» dirigé par Madame Danièle Bourcier ⁶³, à Limoges (Prieur) et à Montpellier (IRETIJE).

b) Sciences politiques

En sciences politiques il y a peu de chose en dehors du CREA (Bernard Manin, Jon Elster, Jean-Pierre Dupuy, Olivier Mongin). Mais la réception en France des idées de John Rawls et de Jürgen Habermas devrait faciliter le lancement d'une réflexion autour du Groupe de Sociologie Morale et Politique de Luc Boltanski (Paul Ladrière, Jean-Marc Ferry, Philippe Corcuff notamment ⁶⁴).

En géopolitique et stratégie un potentiel s'est constitué autour de la FEDN (général Poirier, Rudnianski) et de l'association qui s'est créée au sujet de ces question, l'Association de Recherches et d'Etudes Stratégiques Appliquées (ARESA) ⁶⁵.

c) Sociologie

En sociologie ⁶⁶ plusieurs champs peuvent être identifiés, outre celui des conventions et des normes qui a été présenté précédemment :

-
- ⁶³ IDL : Informatique, Droit et Linguistique. CNRS - ERA 430. Président Lucien Mehl. Directrice Danièle Bourcier. Linguistique mathématique appliquée à l'informatique juridique (présentation sept. 91, 2 p.).
Voir également Danièle Bourcier DEUST (Diplôme d'Etudes Universitaires Supérieures Techniques) «Droit, informatique et systèmes d'information» (Paris I - UFR Droit des affaires).
Voir également le projet de réseau européen de Ian White «Foundations of legal reasoning» dans le cadre du programme Esprit (projet de 18 p. communiqué par D. Andler).
- ⁶⁴ Voir le rapport rédigé par Jon Elster pour le compte de la Maison des Sciences de l'Homme sur la rationalité politique.
Voir également de Philippe Corcuff une note (janvier 90, 3 p.) «Vers un groupe de science politique cognitive ?» et, du même auteur, un article «Eléments d'épistémologie ordinaire du syndicalisme» (*Revue française de science politique*, vol. 41, n° 4, août 91, pp. 515-536).
- ⁶⁵ Rudnianski «Quelques extensions de la théorie des jeux de disuasion : étude de faisabilité». 17/10/91, 94 p. Etude pour le SGDN.
Le colloque organisé à Bonn par l'ARESA (Association des Recherches et d'Etudes Stratégiques Appliquées) les 22 et 23 novembre 1989 a rassemblé 140 personnes. Les actes ont été publiés en 1991 : Avenhaus R., Karkar H., Rudnianski M., Edrs, «*Defense decision making. Analytical Support and Crisis Management*» (Springer Verlag, 1991).
- ⁶⁶ D'après entretiens avec L. Boltanski, B. Conein, P. Corcuff, L. Thèvenot, Mme C. Paradeise, M. Callon.

conventions» est susceptible d'intéresser les informaticiens ⁶⁰ (informatique répartie et distribuée, coordination «d'animates»), les psychologues (communication et interaction dans les groupes et les foules) et les biologistes (sociétés d'insectes, biologie des populations, immunologie) ⁶¹.

Ce thème, à l'intérieur des sciences sociales, est susceptible d'intéresser également les juristes (émergence des normes), les politologues (émergence d'une opinion publique, consensus sur la justice sociale), les stratèges militaires (théorie des jeux), les logiciens (logiques non standard, non monotones, etc.) et les ethnologues (institutions sociales et culturelles).

Suggestion 21 :

Lancer une action incitative interministérielle (MRT, MEN, Industrie, Défense) sur la «coordination des jugements et des actes».

2) Sensibilisation aux sciences cognitives dans les sciences sociales

On a vu lors de l'analyse de l'influence des sciences de la cognition au niveau des DEA qu'en dehors de l'économie et de la gestion, on ne pouvait escompter un «taux de pénétration» très élevé dans les autres sciences sociales. Comme néanmoins la confrontation interdisciplinaire est stimulante, il convient de généraliser les expériences de sensibilisation aux sciences cognitives à l'image de celle qui a été réalisée en droit en octobre 1991 ⁶². La «maison de la cognition» pourrait confier à des laboratoires déjà actifs, le soin d'organiser, discipline par discipline, des journées de mobilisation. Les équipes existent dans presque toutes les disciplines.

⁶⁰ Cf. Erceau Jean, Ferber Jacques. L'intelligence artificielle distribuée. *La Recherche*, n° 233, juin 1991, vol. 22, pp. 750-758.

De manière générale c'est le problème de la planification multi-agents. Voir les manifestations MAAMAW (Modeling Autonomous Agents in a Multi Agent World) dont la troisième édition (MAAMAW 91) a eu lieu à Kaiserslautern (05-07/08/91) en Allemagne.

⁶¹ Sur la convergence de cette problématique en biologie, sociologie et linguistique, voir la démonstration du théorème de von Foerster (in : Colloque de Cerisy 1990 sur la Complexité, autour de l'œuvre de Henri Atlan) et de Henri Atlan et Benny Shanon : «Von Foerster's Theorem on Connectedness and Organization : Semantic Applications» in : *New Ideas in Psychology*, vol. 8, n° 1, 1990, pp. 81-90.

⁶² IDL (Informatique, Droit, Linguistique). Université de Québec. Danièle Bourcier éditeur. «Sciences du texte juridique : approches linguistique, cognitive, informatique», déc. 1991, 260 p.

Suggestion 20 :

Créer un laboratoire de psychologie cognitive appliquée à l'économie, à la gestion et à la statistique.

VIII LES SCIENCES SOCIALES

1) La coordination des jugements et des actes

Si on revient vers la recherche théorique en sciences sociales et vers les promesses du cadre problématique de *l'économie des conventions*, ce dernier offre assez de possibilités de coopération avec l'informatique, l'intelligence artificielle, la psychologie, la linguistique et la biologie si on remplace la solution (l'économie des conventions) par le problème qu'elle prétend résoudre : la coordination des décisions. Le marché et l'argent permettent cette coordination en faisant l'économie de la médiation du langage, ou en la réduisant au minimum. Les «conventions» et les «règles» sont d'autres médiations qui utilisent d'avantage le langage, mais qui mettent également en œuvre un principe d'économie : ne pas remettre en cause les routines, les habitudes, les usages, sinon qu'exceptionnellement. Une décision économique ou sociale (choix du conjoint, jugement judiciaire, vote politique, etc.) combine à la fois des délibérations, des jugements et des actes plus ou moins motivés ou justifiés. Un jugement rapporte un acte à une norme : l'émergence des conventions est également celle des normes qui président aux évaluations.

Enoncé comme celui de la «coordination des jugements et des actes» ou de «l'émergence des normes», le problème de «l'économie des

Mais le problème privilégié par les chercheurs qui se retrouvent à l'AFCEC dans le groupe de «Systémique et Cognition» animé par Evelyne Andreewsky (*Systémique et Cognition*. Dunod. Oct. 1991, 195 p.) est celui de «l'ingénierie des systèmes complexes». D'où le titre de l'enseignement de P. Bourguin : «Intelligence artificielle et ingénierie des systèmes complexes» (1991), l'intitulé du laboratoire de J.-L. Le Moigne : «Groupe de Recherche en Analyse de Système et Calcul Economique» (GRASCE) (voir rapport d'activité 87-91, juillet 1991, 145 p.) et le titre du livre de J.-L. LE MOIGNE. *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. (PUF. Juin 1984, 320 p.). D'où également l'intérêt porté par les animateurs de l'AFCEC, et en particulier son Président, M. Roucairol, pour les théories de la «coordination». Le MIT a d'ailleurs créé un «Centre des sciences de la coordination», financé par des cotisations élevées des industriels et dirigé par le Professeur Thomas W. Malone. («What is coordination Theory ?» MIT. Fév. 88, 25 p. Center for Information Systems Research. Working Paper n° 182 «Center for Coordination Science. Proposal for corporate Sponsors». Mai 1990, 14 p.).

coopération ou au contraire de conflits, etc.⁵⁷. On étudie la rapidité de la convergence ou de la divergence des procédures, la stabilité des états limites, etc.⁵⁸.

4) Les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD)

Ces «salles d'économie expérimentale» permettent également de mettre au point des systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) qui essaient de simuler le comportement humain sur différents types de marchés.

Les colloques CECOIA et les salons consacrés aux «systèmes experts» ont banalisé ce genre d'outils⁵⁹. Le problème est plutôt ici de fournir aux clients éventuels des évaluations pour «moraliser» le marché

57 Informations recueillies auprès de Michel Hollard et Bernard Ruffieux à Grenoble (04/12/91) : «Compte rendu de la mission aux Etats-Unis relative à l'implantation à l'ENSGI d'un laboratoire d'économie expérimentale» (nov. 91, 11 p. + annexe 2 p.) et leur «Projet de salle informatique devant servir de laboratoire d'économie expérimentale et de salle d'aide à la décision de groupe pour la recherche et l'enseignement de l'économie et de la gestion» (nov. 91, 3 p.).

De Michel Hollard également voir le rapport scientifique 1988-91 du GDR 895 (GSIP : Groupe de Sociologie Industrielle et de Productique) et la demande de renouvellement à quatre ans (nov. 91, 25 p.).

58 Le numéro spécial pour son centenaire du *The Economic Journal* (101, Ja. 91) donne, outre les articles de Alvin E. Roth et Charles R. Plott déjà cités, celui de John A. Kay «Economics and Business» (pp. 57-63).

De Plott (CALTECH) on pourra consulter le survey «An updated Review of Industrial Organization» : Applications of experimental Methods» in : «Handbook of Industrial organization». Edited by Schmalensee and Willig Elsevier Science Pub 1989 (Ch. 19, pp. 1111-1173).

Voir également Stephen Rassenti «Computers in Experimental Economics» (*Social Science Computer Review* 8 : 4 Winter 90, pp. 521, 523. qui donne en particulier la liste des laboratoires qui font ce genre de recherches.

59 D'après entretiens avec MM. Roucairol (Président de l'AFCE), Jean-Louis Le Moigne (Directeur du GRASCE), Paul Bourguine (CEMAGREF), Bernard Walliser (Ponts et Chaussées - CREA) et Jean-Louis Roos (INSEE) et les contributions écrites (12 p.) de MM. J.-L. Le Moigne et de J.-L. Roos.

Voir en particulier de MM. Bourguine, Le Moigne et Walliser la préface des actes de CECOIA 2 (juillet 1990) : «An interdisciplinary research between economic and cognitive science» (6 p.). CECOIA 1 (Colloque international sur l'économie et l'intelligence artificielle) a eu lieu en 1986 à Aix-en-Provence (31/08 - 04/09/86), CECOIA 2 à Paris en 1990 (02-06/07/90) (Actes : 404 p.) et CECOIA 3 aura lieu en 1992 à Tokyo (31/08-04/09/92) sous la présidence de Jacques Lesourne.

Dans ces colloques CECOIA une partie importante est consacrée aux applications des systèmes experts. Voir également les colloques spécialisés à Avignon (systèmes experts en général) et à Bruges (systèmes experts appliqués à la gestion).

Une application à l'analyse de la conjoncture économique est développée par Jean-Louis Roos à l'INSEE : «Une synthèse économique rédigée par un économiste de synthèse» (INSEE. 13/12/90, 16 p.). Voir également «Une leçon rapide pour créer des bases de connaissances et réaliser un diagnostic avec SAM» (INSEE. Aix-en-Provence. 24/07/91, 54 p. + annexe de 74 p.).

c'est que des passerelles sont ainsi jetées entre la théorie des jeux et les logiques non standard ⁵³.

Les théoriciens sont conduits à relaxer les contraintes sur la rationalité des agents et sur leurs processus de choix ⁵⁴. Au lieu de se conformer aux axiomes du calcul des probabilités (additivité, axiomes de Bayes), les théoriciens créent des quasi-probabilités moins contraignantes (plausibilités, possibilités) et ils explorent les rapports de ces nouveaux formalismes avec ceux de la théorie des jeux et des ensembles flous ⁵⁵.

2) Psychologie et économie

Grâce à cette multiplication des formalismes, les chercheurs américains combinent psychologie cognitive et économie pour faire de la théorie des jeux expérimentale et simulée ou de la théorie de la décision expérimentale et simulée ⁵⁶. Si de telles méthodes étaient acclimatées en France, la micro économie pourrait ajouter à l'observation et à la vérification statistiques, toujours valables en macro économie, l'expérimentation et la simulation psychologiques.

3) L'économie expérimentale

Mais ce qu'on appelle «économie expérimentale» aux Etats-unis est encore autre chose. Il s'agit, grâce à des réseaux de micro-ordinateurs interconnectés, de simuler les processus de tâtonnement et d'apprentissage collectif qui aboutissent à un prix, à des conventions, à des règles de

53 Voir notes 41, 42, 43, p. 77.

54 Voir note 46, p. 78.

55 Voir note 46 p. 78.

56 D'après entretiens avec Bernard Walliser, Bernard Conein, Michel Hollard notamment. A l'exception des travaux de H. Touzard à Paris V sur les rapports entre les représentations sociales et les conduites, notamment économiques, il n'y a pas de travaux de ce genre en France.

Les travaux américains se focalisent sur l'attitude face au risque. Cf. D.B. Hertz «Risk perception and knowledge in economics models» (CECOIA 2 - 01-06/07/90). Cf. Hogart R., Reder M.W. ed. «Rational choice : the context between Economics and Psychology». Chicago Uy Press. 1986.

Mais il s'agit là de considérations encore théoriques. Tout autre est le point de vue provocateur de Charles R. Plott : «Economics in 2090 : the Views of an Experimentalist» (*The Economic Journal*, 101, Ja. 1991, pp. 88-93).

Sur la théorie des jeux expérimentale voir dans ce même numéro (centenaire de *The Economic Journal*) l'article de Alvin E. Roth «Game Theory as a Part of empirical Economics» (*The Economic Journal*, 101, Ja. 1991, pp. 107-114).

droit, politique, ethnologie, etc.) les techniques deviennent des techniques auxiliaires des sciences de l'homme et de la société comme a su les développer J.C. Gardin ⁴⁷ : langages documentaires, techniques de classification et d'indexation, représentation des documents, formalisation et heuristique des raisonnements savants, inférences etc.

Quand les représentations sont «*communes*», c'est-à-dire ordinaires et collectives ⁴⁸ (biens publics), on peut se reporter au «*prisme*» des sciences cognitives et opposer le problème de la genèse ⁴⁹ de ces conventions, de ces règles, de ces habitudes et de ces institutions (constructivisme) à celui de la décision individuelle ⁵⁰, le système des représentations étant donné.

VI L'ÉCONOMIE ET LA GESTION

C'est en économie où les perspectives semblent les plus stimulantes intellectuellement, où le potentiel d'extension semble le plus important et où les trois problématiques semblent pouvoir être mises en œuvre. Pour avoir un panorama synthétique de ces perspectives on peut se reporter à l'ouvrage de Jacques Lesourne ⁵¹.

1) L'économie des conventions

Avec «*l'économie des conventions*» ⁵² on semble en effet disposer d'une voie prometteuse qui permette de reconstituer la genèse des institutions économiques, parmi lesquelles le marché et l'entreprise. Il s'agit donc d'un mouvement qui s'inscrit dans ce qu'on appelle également «*l'économie industrielle*» : comment s'organisent et se différencient les entreprises ? Pourquoi font-elles faire plutôt qu'elles ne font par elles-mêmes ? Cette problématique remonte à Coase et a été illustrée notamment par les travaux d'Herbert Simon. Ce qui est extrêmement excitant sur le plan scientifique

⁴⁷ Cf. J.C. GARDIN. *Le calcul et la raison*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme. 1991.

⁴⁸ C'est la notion de «*Common Knowledge*» popularisée en France par Jean-Pierre Dupuy. Voir son article dans le numéro spécial «*Economie des conventions*» de la «*Revue économique*».

⁴⁹ Voir colloque «*Economie des conventions*» déjà mentionné (p. 45).

⁵⁰ Jean-Louis LE MOIGNE. *La théorie du système général : théorie de la modélisation*. PUF. Juin 1984, 320 p.

⁵¹ Jacques LESOURNE. *Economie de l'ordre et du désordre*. Economica. ESA. Sept. 1991, 213 p.

⁵² Voir note 45.

Plutôt que par disciplines, les recherches se distribuent par types d'instruments formels utilisés, d'abord la théorie des jeux⁴⁵ et les logiques non standard⁴⁶, ensuite les systèmes experts et les outils de représentation des connaissances. Quand les discours sont «savants» (archéologie, histoire, droit, politique, ethnologie, etc.) les techniques deviennent des techniques

économique» (n° 5, sept. 91, pp. 801-832) sous le titre «Logique épistémique et théorie des jeux».

Voir du même auteur également «Instrumental rationality and cognitive rationality» dans *Theory and Decision* 27 (1989), pp. 7-36. Voir également HATH David et SUDDERTH William «Coherent Inference from Improper Priors and from Finitely Additive Priors». *The Annals of Statistics*. 1989. Vol. 17, n° 2, pp. 907-919.

- 43 Voir de Jacques Henri JACOT la note sur «articulation entre économie et sciences cognitives» (sept. 1991, 3 p.) et dans le rapport scientifique pour le renouvellement de l'URA 945 (ECT) «Economie des changements technologiques» les perspectives d'application des sciences cognitives à l'appropriation des changements techniques (pp. 67-70).

Le rapprochement s'effectue ici entre la théorie de l'évolution (biologie) et la théorie des jeux (économie) à partir de l'ouvrage pionnier de MAYNARD SMITH. *Evolution and Theory of Games* (1982).

- 44 Le troisième rapprochement entre les sciences cognitives et l'économie s'effectue à travers l'analyse psychologique de la spéculation boursière et des crises. Les travaux pionniers ont été en France ceux de Michel AGLIETTA et André ORLEAN (*La violence de la monnaie*. PUF. 1980) et aux Etats-Unis ceux de Daniel KAHNEMANN et Amos TVERSKY. *On the psychology of prediction* (in *Psychological Review*, 1973, vol. 80, pp. 237-251).

Voir le numéro spécial de la «Revue économique» consacré à «Fonctionnement micro-économique et organisation des marchés financiers» (vol. 41, n° 5, sept. 90, pp. 751-941) avec des articles en particulier de A. Orléan, P.M. Larnac, P. Artus, etc.

- 45 Pour un survey voir : BOCCARD N., BOUCHET B., BRUEL P., ROSENWALD F. (INSEE - CREST - ENSAE n° 9101, janv. 1991, 77 p.) «Survey de théorie des jeux : connaissance et rationalité». Voir également KRAMARZ F. (INSEE) : *Belief versus Knowledge ; Partitions and Probabilities*. INSEE. 1991, 18 p.

Voir également SCHMIDT Christian. «Disuasion, rationalité et magasins à succursales multiples» (*Revue d'Economie Politique*, n° 2, 1990, pp. 297-304). Tous les trois ans se tiennent à Upsalla (Suède) des colloques en «épistémologie et histoire des sciences». Les rapports entre sciences cognitives et théorie des jeux ont fait une entrée remarquable à celui d'août 1991 (voir notamment l'intervention de JUDEA PEARL sur la notion de causalité).

- 46 Ce sont toutes les recherches sur les limites de la rationalité qui ont été développées à la suite des travaux de Herbert Simon et qui lui ont valu son prix Nobel : notion de rationalité limitée, ou située, de rationalité procédurale plutôt que substantielle, etc. Mais ce n'est qu'assez récemment que ces notions de rationalités diverses ont été soumises à la logique mathématique. M. Ballot a fait pour l'AFSE (Association Française de Sciences Economique) en 1988, un survey des applications en économie de la théorie des types. Au colloque CECOIA 2 (02-06/07/90 à Paris) Daniel Kahneman a fait une communication intitulée «Behavioral studies of bounded rationality» (16 p.) et EHN D KALAI sur «Bounded Rationality and Strategie Complexity in Repeated Games». Voir, pour un aperçu de l'éventail de ces formalismes, DIDIER DUBOIS et HENRI PRADE «Les logiques du flou et du très possible» (*La Recherche*, n° 237, nov. 1991, pp. 1308-1315) et des mêmes auteurs «Théorie des possibilités» (Masson. 1985). L'application de la théorie des ensembles flous à l'économie avait été proposée très tôt par G.L.S. SHACKLE (*Décision, déterminisme et temps*. Dunod. 1971).

Les quatre lieux principaux sont à Paris. Le CREA ³⁹ (Centre de Recherche en Epistémologie Appliquée), laboratoire de recherche de l'Ecole Polytechnique est dirigé par Jean-Pierre Dupuy et comprend 25 chercheurs. Le CSI (Centre de Sociologie de l'Innovation) est un laboratoire de recherche de l'Ecole des Mines et il est dirigé par Michel Callon ⁴⁰. Le CEE (Centre d'Etudes de l'Emploi) est un établissement de recherche sous la double tutelle du Ministère de la recherche et de la technologie et du Ministère de l'emploi et il est dirigé par François Eymard-Duvernay. Le GSMP (Groupe de Sociologie Morale et Politique) est un laboratoire de l'EHESS dirigé par Luc Boltanski. Les trois derniers laboratoires sont liés avec le CREA en ayant souvent des chercheurs associés. Par ce biais ils sont reliés entre eux et ils constituent un milieu relativement homogène.

Les recherches en sciences sociales cognitives» sont à la fois économiques et sociologiques. Le colloque sur «l'économie des conventions» ⁴¹ qui a eu lieu à Paris en mars 91, a permis de faire connaître l'ensemble des travaux et des chercheurs.

On trouve également quelques embryons en province à Marseille (GREQE de Gérard André-Varet) ⁴², à Lyon (Jacot) ⁴³ et à Nanterre (M. Aglietta, O. Favereau) ⁴⁴.

par Philippe Mongin. Lors du colloque à Cerisy organisé en nov. 1989, s'est tenue une table ronde sur le thème «sciences sociales et sciences cognitives». Le CREA a consacré un de ses cahiers (cahiers du CREA, n° 10, déc. 86, 273 p.) au thème «sciences sociales et sciences cognitives» avec des contributions de Scubla, Anspach, Livet et Dupuy. Voir également le rapport rédigé en 1989 pour la section 34 du CNRS (sociologie) par John Stewart sur le thème «sciences cognitives et communication». Voir enfin le projet de recherche de Dan Sperber soutenu en 1989 par l'action MRT-MENJS «sciences de la cognition» qui s'intitule «Recherches sur les contributions potentielles des sciences de l'homme et de la société aux sciences cognitives» (CREA, 1989).

39 Pour mieux connaître les axes de recherche du CREA on peut se reporter au rapport à 4 ans (88-91) rédigé par D. Andler et J.-P. Dupuy, à l'actualisation de ce rapport rédigée en décembre 1990 et à la demande de renouvellement rédigée en septembre 1991.

40 Voir rapport d'activité du CSI rédigé par Michel Callon. 1991.

41 «*Economie des conventions*» Colloque international organisé par le CREA, le CAESAR (Nanterre) et le Centre d'Etudes de l'Emploi (CEE) à l'ancienne Ecole Polytechnique les 27 et 28 mars 1991. Tome I : fondements (500 p. environ). Tome II : Modèles (500 p. environ). Voir également le numéro spécial de la «*Revue économique*» intitulé aussi «*Economie des conventions*» (1989) coordonné par Olivier Favereau.

42 Le GREQE a organisé un séminaire (90-92) sur le thème «Logiques épistémiques et sciences sociales», sous la direction de L.A. Gérard-Varet (GREQE), P. Livet (Aix-en-Provence), P. Mongin (CREA) et B. Walliser (Ponts et Chaussées, CREA). (Voir texte de présentation de 6 pages.) Les textes qui ont circulé (outre ceux des animateurs, voir Lucas, Nielsen, Lismont, Dubucs, etc.) font une liaison entre l'économie formalisée par la théorie des jeux et les logiques non classiques, comme les logiques modales, épistémiques, déontiques, non monotones, etc. Une synthèse est présentée par Bernard Walliser dans la «*Revue*

en procède, est, par construction, «symbolique», «computationnelle» ou «cognitiviste»³⁴. Certes les réseaux de neurones formels sont implantés sur des machines symboliques ou des machines dédiées (connexion machines) qui, conceptuellement, ne sont pas différentes. Aussi l'idée d'une clarification épistémologique de l'opposition entre les deux disciplines aboutirait à leur dialogue de sourds parce qu'elles n'ont ni les mêmes objets, ni les mêmes méthodes, ni les mêmes problématiques. Si on souhaite trouver un terrain d'entente commun, il vaut mieux les inviter à comparer les limites de leur modélisations spécifiques³⁵.

Suggestion 18 :

Lancer une action incitative d'épistémologie sur les limites des modélisations connexionnistes et symboliques.

Les limites du symbolique en particulier sont celles de tout codage³⁶ : y a-t-il une connaissance qui fasse l'économie de tout symbole, par exemple en utilisant directement des images³⁷ ou des formes (Gestalt) ?

Suggestion 19 :

Lancer une action incitative sur les représentations iconiques des connaissances et leur manipulation.

V LA CARTE DES SCIENCES SOCIALES COGNITIVES

La carte des «sciences sociales cognitives» en France est malheureusement assez simple à tracer parce qu'elle comporte un petit nombre de concentrations et quelques embryons relativement isolés³⁸.

³⁴ Il existe des tentatives de troisième voie : Amy Bernard, Giacometti Arnaud, Grumbach Alain, Midenet Sylvie. «Modèles symbolico connexionnistes» (contrat DRET. 1990, 168 p.).

³⁵ Idées dues à M. Vuillierme (Vice président de l'AFCEP).

³⁶ Une troisième voie entre la langue «code» et la langue «compétence» est proposée par la «pertinence» de D. Sperber et D. Wilson. SPERBER Dan et Wilson DEIRDRE. *La pertinence. Communication et cognition*. Ed. de Minuit. Sept. 89, 397 p.

³⁷ Voir LAFORIA. Rapport d'activité scientifique. 1988-1990. Juillet 1990, 128 p. (J.-F. Perrot).

³⁸ Voir le numéro spécial de la revue «Préfaces» (analyses de livres en sciences de l'homme et de la société) sur «Sciences sociales et sciences cognitives» (1990), numéro coordonné

Mais c'est sans doute en direction des sciences sociales ³⁰ qu'il convient d'inciter à des coopérations : ethologie animale et humaine, psychologie animale et humaine, sociologie animale et humaine. Sauf en ce qui concerne la neurophysiologie de la mémoire et de l'apprentissage, et la neuropsycholinguistique, on voit qu'il faut accepter de solliciter d'autres sous-disciplines de la biologie que les neurosciences, comme l'écologie ou la biologie des populations ³¹. L'immunologie de son côté développe une analyse de la métaphore de l'information qui ouvre sur les notions de réflexivité (qu'est-ce qu'est le corps propre ?) et de socialité (foules de corps et d'anticorps redondants). Le problème est que les communautés de chercheurs correspondantes sont numériquement faibles.

Enfin les biologistes demandent une réflexion épistémologique sur les concepts fondamentaux de leur discipline et une réflexion éthique sur les rapports entre la responsabilité morale et juridique et le fonctionnement physiologique du corps humain (en prolongement du colloque «science et droit») ³².

Suggestion 17 :

Lancer des actions incitatives sur les thèmes suivants :

- *éthologie animale et humaine ;*
- *sociologie animale et humaine ;*
- *incidences biologiques de l'environnement social ;*
- *épistémologie et histoire de la biologie ;*
- *bases naturelles de la responsabilité éthique et juridique.*

2) L'intelligence artificielle ³³

Alors que les neurosciences ont plutôt des affinités avec le paradigme «néoconnexionniste», l'informatique, et donc l'intelligence artificielle qui

³⁰ D'après entretiens avec J.-P. Changeux, S. Atran (CREA), D. Sperber (CREA), Marc-Vergnes (Toulouse), Thon (Toulouse).

³¹ D'après entretiens avec F. Varela (CREA), Lenay (Compiègne), Walliser (Ponts et Chaussées).

³² Cf. Colloque organisé par la FIDIA (The Fidia-George town Institute for the Neurosciences) et la Fondation pour la recherche médicale «Natural Foundations of ethic» (22-23/11/91. Paris). Présentation (23 p. + 4 p.).

Cf. Testard Jacques. L'œuf transparent. Flammarion, 1989. Ou comment la morale devrait d'avantage commander les programmes scientifiques.

³³ D'après entretiens avec MM. Borillo (IRIT, Toulouse), Colmerauer (Marseille), Ganascia (LAFORIA - Paris VIII), Kayser (Paris XIII), Nivat (Paris VII), Perrin (Paris VII), Pitrat (Paris VII), Raccah (I et L), Roos, Sakarovich, Simon.

- la philosophie du langage, la pragmatique et la philosophie de la logique.

Ces deux actions incitatives devraient être de taille modeste et pourraient contribuer à l'animation de la «maison de la cognition» (suggestion 4).

Suggestion 15 :

Lancer une petite action incitative sur l'épistémologie de la linguistique.

Suggestion 16 :

Lancer une petite action incitative en «philosophie du langage», pragmatique et «philosophie de la logique».

IV BIOLOGIE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La perspective générale de ce rapport n'est pas d'abord d'examiner les problèmes des disciplines des sciences de la cognition qui ne sont pas humaines et sociales. Néanmoins elles offrent des possibilités spécifiques d'approfondissement et d'extension de l'interdisciplinarité ²⁹.

1) Les sciences biologiques

Le niveau de la recherche en neurosciences dans notre pays est de réputation internationale. Cela a des effets d'entraînement positifs sur l'ensemble des sciences de la cognition surtout si il y a effectivement des coopérations pluridisciplinaires. Elles sont traditionnelles et naturelles avec la psychologie. Il en existe également avec la linguistique (aphasies, psycho physio linguistique, etc.).

Le développement des «réseaux de neurones formels» permet certains rapprochements en fait assez superficiels. Le rapport Kordon «neurosciences et informatique» a analysé ces potentialités. Enfin il faut signaler les recherches réalisées notamment au Japon sur les cerveaux hybrides, mi naturels, mi informatiques.

²⁹ D'après des entretiens avec Henri Atlan, Jean-Pierre Changeux, Soumireu, John Stewart, Suzanne Tyc-Dumont, Francisco Varela.

décevantes ²⁶. Mais l'enjeu des industries de la langue ²⁷ est très important. Il faut reconstituer d'abord un potentiel de recherche sur ce domaine (traduction automatique) dans notre pays. Il faut ensuite lui assigner des objectifs plus modestes que la traduction entièrement automatique, comme des aides informatiques à la traduction en ligne (ce qui comprend notamment des dictionnaires électroniques et des analyseurs morpho-syntaxiques).

Le deuxième grand domaine de collaboration entre informaticiens et linguistes est sans doute le domaine des relations entre hommes et machines en langage naturel (ergonomie cognitive).

Il y a également les processus d'apprentissage, notamment des langues étrangères.

D'autre part il y a la représentation des relations sémantiques entre les notions et les mots et l'analyse sémantique des actions (planification, coordination) en langue naturelle ²⁸.

Cette liste n'est sans doute pas exhaustive.

Suggestion 14 :

Lancer une action incitative interministérielle (MRT, MEN, Industrie, Culture, Défense) «informatique et linguistique».

Cette action pourrait être confiée éventuellement au «conseil des sciences cognitives» (suggestion 3). Plus strictement, dans le cadre des «sciences de la cognition», il conviendrait de susciter des recherches en philosophie dans deux directions :

- l'épistémologie de la linguistique ;

26 Pour une présentation d'EUROTRA voir Laurence Danlos : présentation du projet EUROTRA (11 p.) ; génération automatique de textes en langue naturelle (16 p.) ; plaquette EUROTRA (11 p.).

27 Cf. Bierin, Moulin, Pichault. «Les industries de la langue : un marché en devenir». Observatoire Wallon des Industries de la langue. 1990. Voir également les colloques «Génie linguistique» organisés à Versailles (16-17/01/91). Actes en trois volumes.

28 Voir les programmes de l'IRIT (URA 1399), du CNRS (URA 1033), d'ARAMIISHS (UMR 115 CNRS) dans le cadre de PRESCOT, réseau toulousain de sciences cognitives : groupe «langue, raisonnement, calcul» (1991, 17 p.).

Voir également Moscovici Serge LAPSARLAC (Laboratoire de psychologie sociale, d'analyse des représentations, du langage et de la communication). Demande de création d'URA (section 34), 1991, 142 p. Voir le colloque «Langage, logique et information» à Leuven (école d'été) du 30/07/90 au 10/08/90.

Ce plan devrait comprendre notamment :

- l'informatisation du thesaurus FRANTEXTE du trésor de la langue française (TLF) sous forme éventuellement d'un GIP et en liaison avec la Bibliothèque de France, et l'édition d'un CD-ROM analogue à l'Oxford's Linguistic Dictionary ²¹ ;

- la réalisation de dictionnaires électroniques de base dans le cadre de GENELEX par exemple ²² ;

- la réalisation au niveau européen d'un dictionnaire électronique multilingue par exemple dans le cadre de l'action EUREKA intitulée EUROLANGUES ;

- la réalisation d'un analyseur morpho-syntaxique du français (de l'ordre de 200 MF) ²³ ;

- la confection d'une banque de données phonologiques et dialectologiques du français ²⁴ ;

- la réalisation d'un correcteur orthographique du français.

Ces investissements ne sont pas des actions de recherche, a fortiori en sciences de la cognition, mais ils en conditionnent le développement.

De même il convient, au-delà des seules sciences cognitives, d'inciter linguistes et informaticiens à coopérer dans le cadre d'une action incitative «linguistique et informatique», ce qui comprend la linguistique computationnelle, dans le type du PRC «informatique linguistique» ²⁵.

De l'avis général (linguistes et informaticiens) les recherches en traduction automatique (EUOTRA plus particulièrement) sont

²¹ D'après entretiens avec MM. Martin (INALF) et Gross (LADL).

²² D'après entretiens avec MM. Mathieu (Industrie), Chaudiron (MRT-DIST), Borillo (IRIT), Seité (MRT-MTI), Gross (LADL). Voir le séminaire organisé par la DIST sur GENELEX (19/12/91). Voir dossier EUREKA sur les industries de la langue, notamment GENELEX, communiqué par M. Robin (MRT-MTI).

²³ Voir au séminaire PARINFO organisé par la DIST-MRT l'intervention de M. Rouault (p. 10).

²⁴ Voir rapport de la 42.

²⁵ Cf. PRC. «Informatique Linguistique (voir supra note 3, p. 39). Il existe une société savante de linguistique computationnelle, l'ACL (Association for Computational Linguistic).

(p. 24), le défaut d'une épistémologie normative de la linguistique (p. 5), le retard en ethnolinguistique (p. 15) et en analyse de l'écriture (p. 27), et surtout «les "turbulences méthodologiques" liées à l'émergence d'un nouveau champ — celui des sciences cognitives —» (p. 20) infligées à la psycholinguistique.

D'autre part le dialogue avec les sciences du vivant est entravé par le succès chez ces dernières de la seule problématique du MIT (Chomsky), alors que celle-ci est concurrencée, non sans succès, par d'autres approches dans les autres centres d'excellence de la recherche en linguistique aux Etats-Unis, au nord et au sud de la Californie, mais également dans des universités qui ne sont ni sur la côte Est, ni sur la côte Ouest. Certaines de ces problématiques sont anciennes (grammaires de Kleene, de Harris, etc.), ou au contraire dépassent le niveau exclusivement syntaxique auquel se limite la théorie des grammaires génératives pour aborder ceux de la sémantique (grammaires de Montague et de Gazdar), voire de la pragmatique ¹⁸.

Or pour les investissements lourds, qui ne sont pas à proprement parler de la recherche, mais qui en constituent l'équivalent des grands équipements de la physique, comme les thésaurus (TLF) ou les dictionnaires électroniques, il n'est pas sûr qu'on ait besoin d'outils théoriques trop sophistiqués dont la durée de vie risque d'être trop courte, mais plutôt d'instruments simples et robustes ¹⁹. C'est pourquoi un défaut d'œcuménisme théorique serait préjudiciable à la réalisation des investissements dont toute la communauté a besoin et qui sont en retard en France ²⁰.

Suggestion 13 :

Faire élaborer par la section 34 un plan d'investissements à moyen terme (5 ans) d'équipements lourds en linguistique.

-
- 18 Cf. F. Rastier éditeur «Sciences du langage et recherches cognitives». Numéro spécial de la revue «*Histoire, épistémologie, langage*», tome 11, fascicule I, 1989, 170 p. Cf. RASTIER François *Sémantique et recherches cognitives*. PUF. Formes sémiotiques. Paris, juin 1991, 262 p.
- 19 D'après entretiens avec MM. Gross, Descles, Lebrave, Mathieu. Voir également Balme René Pierre «La compréhension de la langue naturelle». 01 Informatique, n° 1179 (27/09/91). Voir également Gross M., Cartiem, eds. «Traitement des langues naturelles». Annales des télécommunications. Tome 44, n° 1-2, janv.-fév. 1989, 120 p.
- 20 Voir PRC «Informatique linguistique» (CNRS). Rapport (juin 1991), 4 p. Demande de renouvellement 89-91. Juin 89, 14 p. + annexes (20 p.). Voir LADL «Institut Blaise Pascal». Rapport d'activité pour l'UA 819, 12 p. + annexes (28 p.).

III LA LINGUISTIQUE ¹⁵

De même qu'on aurait pu penser que naturellement la psychologie avait vocation à médiatiser l'interdisciplinarité entre la biologie et les autres disciplines des sciences cognitives, de même on aurait pu penser que la linguistique aurait pu jouer un rôle analogue avec l'intelligence artificielle et l'informatique. S'il n'en est que médiocrement ainsi c'est pour des raisons inverses : alors que la biologie a exercé une force attractive excessive sur la psychologie, l'informatique imprimait une force plutôt répulsive sur la linguistique. Pour les informaticiens en effet, les recherches en linguistique computationnelle ne font souvent qu'utiliser l'informatique, sans correspondre à de véritables recherches dans cette discipline. Dans les autres pays, aux Etats-Unis en particulier, il n'en est pas ainsi, et les laboratoires de linguistique computationnelle appartiennent partout aux départements informatiques. Cela rend compte de certaines dissonances entre les évaluations par les départements du CNRS concernés (SHS et SPI) de laboratoires de linguistes connus (Gross, Mme Danlos, etc.) ou de projets ambitieux (EUROTRA, TLF par exemple).

Comme celle de la psychologie, l'histoire de la linguistique en France est singulière ¹⁶. Ici les disciplines de référence sont la philosophie et la littérature et non la biologie. Or notre tradition philosophique nous a fait ignorer longtemps la philosophie du langage dite encore analytique. C'est ce qui explique, selon le rapport de conjoncture de l'année 1989 (encore valable) de la section 42 du CNRS, le retard de notre pays en pragmatique ¹⁷ (p. 24), le défaut d'une épistémologie normative de la linguistique (p. 5), le

¹⁵ D'après les entretiens avec Mme Andrée Borillo (Mirail), M. Chaudiron (DIST), Mme Danlos (EUROTRA), M. Descles (Cognicentre), M. Gross (LADL), M. Lebrave (SHS-CNRS), M. Martin (INALF), M. Mathieu (Industrie : SERICS), M. Petitot (CREA-EHESS), M. Sperber (CREA). D'après également la participation à l'école d'été de l'ARC à Bonas (01-12/07/91 : «Langues et langage : carrefour des sciences de la cognition» (Actes, 586 p.). D'après également le rapport de conjoncture 1989 de la section 42 «sciences du langage» (CNRS, 1989, 41 p.). L'approche connexionniste en linguistique fait l'objet de recherches intensives. Voir le projet de GDR préparé par Daniel Andler «Approches connexionnistes des langues naturelles» (1991, 23 p.). Voir également le colloque organisé à Royaumont (en mai 1991) sur la «constituance» par l'Association «Cognition et Société», dont les actes ont été édités par Daniel Andler, Elie Bienenstock et Bernard Laks.

¹⁶ Voir le numéro spécial de la revue «*Histoire, épistémologie, langage*» : «Sciences du langage et recherches cognitives» avec des contributions de F. Rastier, Descles, Mme Dubois, Lavorel, Prince et Villard. F. Rastier éditeur, tome 11, fascicule I, 1989, 170 p.

¹⁷ Voir le rapport pour le CNRS sur la «pragmatique» (groupe de 10 laboratoires) de Kayser et Saint-Dizier.



de ces progrès interdit à la psychologie de faire plus longtemps l'impasse sur les dimensions sociales et sémantiques (contextuelles et pragmatiques) de la connaissance. L'enjeu est l'intégration de la psychologie dans l'ergonomie cognitive et plus spécialement dans l'étude des interactions homme-machine : il faut donc tenir ensemble les liens avec les sciences de la vie, les sciences sociales (sociologie, économie, gestion) et les sciences pour l'ingénieur (informatique, intelligence artificielle).

La place de la psychologie est centrale, non seulement pour l'interdisciplinarité dans la recherche fondamentale, mais également, pour la politique de transfert qui fait l'objet des derniers chapitres de ce rapport.

Suggestion 12 :

Répondre favorablement à la demande du rapport Bourguignon-Curie de créer une commission de «psychologie», interministérielle (CNRS, Universités) et interdisciplinaire (sciences de la vie, sciences pour l'ingénieur, sciences de l'homme et de la société), qui définisse et suive une politique de renforcement, de structuration (allocations de recherche, fléchages et création de postes, création de laboratoires) et de coopération interdisciplinaire.

Ce travail dépasse le seul champ de la psychologie cognitive. Mais au-delà des effets de mode qui font que cet adjectif a tendance à qualifier toute psychologie, on a vu que cela représente près de la moitié de la discipline. La psychologie pourra être sur un pied d'égalité avec les autres disciplines cognitives ; elle permettra d'étendre l'interdisciplinarité en direction des autres sciences de l'homme et de la société, la linguistique, par la prise en compte des dimensions sémantique et pragmatique de la communication humaine, et les sciences sociales, par la prise en compte, comme aux Etats-Unis, de la dimension sociale et collective des représentations mentales.

années 70 a fait mésestimer la psychologie expérimentale. Pour cet ensemble de raisons, la psychologie ne pouvait pas être très prestigieuse ; elle ne pouvait pas être prospère ; elle ne pouvait pas connaître la révolution «cognitiviste» autant qu'aux Etats-Unis ¹⁴.

La recherche à l'Université a en outre pâti de la pression de la demande sociale : le nombre d'étudiants en psychologie, intéressés plus par les débouchés de la clinique et de l'orientation professionnelle (psychologie sociale) que par ceux de la recherche fondamentale (psychologie expérimentale, psychophysiologie, psycholinguistique, psychologie du développement, psychologie animale, etc.) a beaucoup augmenté ; d'autre part les entreprises et les établissements d'enseignement et de santé ont demandé des conseils, des expertises, etc. pour l'orientation, la prévention, les soins psychologiques, etc. La satisfaction de ces besoins s'est faite au détriment de la recherche. Les spécialisations disciplinaires et thématiques du CNRS et de l'Université sont différentes. Les communautés scientifiques elles-mêmes sont éclatées. Absorbée par cette pression de la demande sociale la psychologie universitaire n'a pas su assurer la relève des maîtres behavioristes des années 50. A cause des spécialisations différentes, les efforts de recherche de l'université ne peuvent être relayés par ceux du CNRS.

Dans le récent redécoupage des sections, la création de la section 34 va dans le sens de la consolidation des sciences de la cognition (linguistique, psychologie, informatique, etc.). Mais elle écartèle la psychologie entre les sciences de la vie (section 29) et les deux départements qui ont la co-tutelle de la section 34, le département SHS et le département SPI. Dans la conjoncture actuelle il est très important de ne pas laisser passer une nouvelle révolution en psychologie, qui est liée à celle des appareillages de recueil des observations (abaissement considérable des contraintes de temps dans les réactions visuelles ou autres) et à celle du traitement des données (augmentation et miniaturisation des puissances informatiques). L'existence

¹⁴ Voir néanmoins Jean-Paul CAVERNI, Claude BASTIEN, Patrick MENDELSON, Guy TIBERGHEN. *Psychologie cognitive : modèles et méthodes*. PUG. Sciences et technologies de la connaissance. Grenoble, 1990, 472 p. Pour une mise en rapport avec les sciences cognitives, voir le rapport d'activité de l'URA 665 (Grenoble), Laboratoire de psychologie expérimentale : «Psychologie cognitive et sciences de la cognition» (Rapport d'activité 90-91, juin 1991, 97 p.). Voir également Jacques Requin : «Information et incertitude dans la préparation de l'action». *Journal clinique et biologique*. Voir également Lellier Jean-Marie et Larrue Jeanne (URA 259) «Personnalisation et changements sociaux» (demande de renouvellement 92-95. 1991, 88 p.).

Aux Etats-Unis la révolution cognitiviste se réalise en psychologie *contre* le behaviorisme ¹² : il s'agit de pénétrer à l'intérieur de la boîte noire, de prendre comme objets d'investigation les *significations* (sémantique), les *intentions* (intentionnalité), les *faits* de langage immatériels (pragmatique). La référence à Chomsky, psychologue à l'origine, est trompeuse par rapport à l'évolution de la discipline en France. En effet, comme cela apparaît dans le fameux débat entre Chomsky et Piaget à Royaumont ¹³, le premier en «naturalisant» et en rendant héréditaire une capacité universelle à l'apprentissage des langues, trahit sa discipline d'origine en l'évacuant de la chaîne qui va du niveau biologique aux compétences supérieures du cerveau : l'apprentissage de telle langue maternelle ne relève pas de l'apprentissage et de la psychologie du développement, mais de la spécification d'un certain nombre de paramètres de la grammaire universelle, paramètres caractéristiques de la langue en question. L'élection de telle valeur du paramètre se fait par élimination des autres valeurs. Le processus est interne au langage : la linguistique absorbe la psychologie ; aux neurosciences de trouver cette base biologique universelle (indépendante de toute culture) ; il n'y a pas de place spécifique pour une psychologie du langage.

En France la philosophie du langage sur laquelle s'appuyait la révolution cognitiviste aux Etats-Unis, était mal reçue, par provincialisme et par réticences idéologiques. La recherche en psychologie est restée longtemps behavioriste dans la mouvance de la biologie : cette discipline, au CNRS, relève des sciences de la vie ; à l'Université (CNU), prestige de la tradition philosophique oblige, elle relève des sciences de l'homme et de la société. D'autre part les étudiants en psychologie clinique étaient très attirés par la psychanalyse, qui, en France, n'a pas suivi le chemin des psychothérapies américaines, ni celui de l'anthropologie culturelle. La révolte des milieux intellectuels contre l'unidimensionalité et la manipulation des masses a discrédité la psychologie sociale. Enfin l'antipositivisme dominant dans les

12 Cf entretiens avec Daniel Andler et Danièle Dubois. Cf. Jerry FODOR. *La modularité de l'esprit. Essai sur la psychologie des facultés*. Paris. Ed. de Minuit. 1986. Cf. Rastier ed. «Sciences du langage et recherches cognitives» (op. cit.). Voir également le numéro spécial de la revue *SH : sciences humaine*, n° 8, juillet 1991 «Le cerveau aux commandes : psychologie et neurosciences» (pp. 16-31).

13 Cf. Centre Royaumont pour une science de l'homme. *Théories du langage. Théories de l'apprentissage. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky*. Organisé et recueilli par Massimo PIATELLI-PALMARINI. Ed. du Seuil (Points). 1979, 533 p.

de coopération interdisciplinaire entre sciences sociales et biologie, sans doute par l'intermédiaire de la psychologie : cette discipline est donc appelée à jouer le rôle de plaque tournante en sciences de la cognition ¹⁰.

II LA PSYCHOLOGIE

Or, selon les conclusions générales du rapport Bourguignon-Curie ¹¹, cette discipline ne semble pas assez forte pour répondre à ces attentes.

Cela tient à son histoire et aux traits caractéristiques des sciences de la cognition en France. En effet la psychologie dans la plupart des pays, surtout chez nous, est née au XIX^e siècle dans le milieu des philosophes. La première révolution (Wundt) a consisté à introduire la démarche expérimentale, de telle sorte qu'elle est devenue une discipline objective d'observation plus qu'une spéculation subjective d'introspection. La deuxième révolution est celle du behaviorisme : l'objet n'est plus le moi, mais l'autre, dont le comportement devient observable dans des expériences mesurables et répétables ; mais au passif de cette démarche est l'impasse, — sinon l'interdit —, faite sur les états mentaux internes inobservables : la psyché devient une boîte noire qui donne des réponses à des stimuli. Alors que l'Université française reste sous influence allemande, donc philosophique, jusque vers les années 60 et 70, la recherche (Frasse, Pierron, Oleron) est très behavioriste. Piaget pourtant, qui vient des neurosciences, a une grande influence latérale, dans la psychologie du développement par opposition à la psychologie expérimentale. Il offrait une voie originale, ni anglo-saxonne, ni behavioriste, «constructiviste» avant la lettre.

¹⁰ Cf. Jérôme BRUNER. ... *car la culture donne forme à l'esprit. ... de la révolution cognitive à la psychologie culturelle*. Eshel. 1991.

¹¹ BOURGUIGNON, O. ; CURIE, J.. *La recherche en psychologie*. Rapport à M. Garden. Sept. 91, 33 p. Les conclusions de ce rapport sont recoupées et confirmées par les entretiens avec J. Bessières (DRED), Mme Dubois (CNAM), Mme Hatwell (Grenoble), Mme Jodelet (Laboratoire de psychologie sociale de M. Moscovici), M. Lebrave (SHS-CNRS), M. Nespoulous, M. Pavart (ARAMIIMS), M. Politzer (Paris VIII), Mme Schreiber et Mme Siksou (Paris VII).

développement, classification, etc. Par contre les métaphores structuralistes connaissent un grand succès, le plus souvent légitime, en critique littéraire, en philosophie, en sociologie, en psychanalyse, en sociologie, etc.

Dans les deux cas se réalisait un certain projet de modernisation et de dynamisation des sciences de l'homme et de la société. Ces deux tentatives semblent avoir échoué par rapport à leurs objectifs primitifs. Mais entre temps il y a eu deux transformations sociales, que les deux mouvements de mathématisation précédemment évoqués ont plus accompagnés que provoqués, et qui changent considérablement le contexte actuel des rapports entre mathématiques et sciences de l'homme. Le premier est, à partir de la réforme Zamansky, la banalisation relative de la culture mathématique. De plus en plus, même les étudiants en sciences humaines, sont devenus familiers des outils mathématiques. A fortiori les chercheurs qui ont de plus en plus fréquemment la double formation «littéraire» et «scientifique». C'est encore plus vrai de ceux, en général les plus brillants, qui s'investissent dans les sciences de la cognition. Le second phénomène de société décisif est la banalisation de l'informatique : les responsables de la politique scientifique en sciences sociales attendaient les mathématiques ; ce fut le micro qui arriva. Celui-ci, en soi, n'impose pas la modélisation. Mais son usage quotidien désacralise et dédramatise le rapport aux formalismes et aux quantifications. A cause de ces deux transformations sociales il semble que les temps soient venus de rapports rassérénés entre les mathématiques et les sciences de l'homme et de la société ⁸.

Cela a des conséquences en termes de politique scientifique. Certes les sciences humaines et sociales peuvent plus facilement satisfaire au critère méthodologique (horizon de la modélisation) d'appartenance aux sciences de la cognition. Mais l'interdisciplinarité ⁹ ne peut raisonnablement se développer que de manière locale ; ici plus avec l'intelligence artificielle qui participe du monde de l'informatique et des mathématiques, qu'avec les sciences biologiques. A contrario il conviendra de veiller à frayer une voie

⁸ C'est ce dont semblent témoigner la création de la section 34 au CNRS, qui constitue un pari sur cette conciliation, et «le schéma stratégique du CNRS 91-93» (Plan d'action du département des sciences de l'homme et de la société ; note d'Alain d'Iribarne AI/AF SHS 80. 1991, 18 p.). Mais il y a en la matière une certaine continuité, comme on peut le constater avec la plaquette rédigée par Laurence Coutrot : «Les sciences de l'homme et de la société» (CNRS. 1990, 69 p.).

⁹ Cf. Joëlle PROUST. *L'interdisciplinarité dans les sciences cognitives*. CREA. Groupe de recherche sur la cognition. Déc. 90. Rapport pour l'UNESCO, 56 p.

philosophique qui ne les familiarise pas avec les mathématiques et la culture des sciences naturelles.

L'histoire des rapports entre les mathématiques et les sciences humaines depuis la dernière guerre est assez mouvementée⁵. Il y a eu deux tentatives malheureuses de marier ces ensembles de disciplines. L'essor du connexionnisme constitue un troisième essai qui semble devoir cette fois être couronné d'un succès relatif.

La première phase commence dans les années 50 dans la mouvance du programme scientifique que Lazarsfeld a promu aux Etats-Unis, suite aux enquêtes empiriques lancées par l'Ecole de Francfort sur les classes sociales en Allemagne, puis en Autriche⁶. L'innovation consiste à utiliser des techniques statistiques et quantitatives pour exploiter des entretiens et des questionnaires en quantité massive : cela correspond, parallèlement, à l'essor des sondages d'opinion, et, en économie, à l'adaptation des outils de la recherche opérationnelle, mis au point d'abord à des fins militaires (programmation linéaire, théorie des jeux, théorie de la décision, etc.), qui donneront progressivement les méthodes de l'économétrie. En France cette période correspond à l'essor de la planification et donc de la modélisation et de la comptabilité nationale (INSEE, DP, Plan)⁷. La réception de ces méthodes se fait plus du côté du monde des grandes écoles, d'où la naissance d'un milieu d'ingénieurs économistes, formés pour la plupart d'entre eux par le prix Nobel Maurice Allais, que du côté des universités.

La seconde époque est celle de l'âge d'or du structuralisme (années 60) qui prend comme modèle de rigueur scientifique la linguistique, plus précisément celle des grammaires génératives popularisées par Noam Chomsky. C'est en quelque sorte la revanche des mathématiques de la qualité (algèbre : monoïdes, groupes, automates, graphes, etc.) sur celles de la quantité. Les domaines où la modélisation est effective sont en nombre limité : relations de parenté, linguistique, documentation, psychologie du

⁵ Cf. Les messages. «Mathématiques et sciences humaines : des années 60 aux années 80». In : «*La vie des sciences*». Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Série générale. Tome 6. Première partie : n° 1, pp. 59-76. Janv.-fév. 1989. Deuxième partie : n° 2, pp. 139-165. Mars-avril 1989. Voir également la revue «*Mathématiques (informatique) et sciences humaines*» dont le Directeur est Marc Barbut et qui est éditée par le Centre d'Analyse et de Mathématiques Sociales qui fait partie du réseau parisien Cognicentre dans «cognisciences ...».

⁶ Cf. Mikaël Pollak. «Une entreprise multinationale : Paul Lazarsfeld». *Actes de la recherche en sciences sociales*. 1975.

⁷ Cf. François FOURQUET. *Les comptes de la puissance*. Coll. Encres. Paris, 1980.

Ce sont ces difficultés bibliographiques qui justifient la proposition de confier à l'INIST un travail méthodologique spécifique (suggestion 6).

Mais ce travail serait-il fait, il faudrait également ne pas être exclusivement tributaire des dépouillements anglo-saxons et avoir des instruments qui ne méconnaissent pas la coexistence de communautés scientifiques qui ne communiquent pas toutes entre elles.

Suggestion 11 :

Demander à l'observatoire des sciences et techniques (OST) de réaliser :

- 1) *une étude méthodologique sur l'évaluation des sciences de l'homme et de la société en général ;*
- 2) *une étude de faisabilité d'un dispositif de dépouillement de la littérature scientifique de langue française en sciences de l'homme et de la société ;*
- 3) *une monographie sur l'évaluation de la psychologie et de la linguistique cognitives ;*
- 4) *une comparaison des excellences internationales des différentes composantes des sciences de la cognition.*

2) La formalisation et les sciences de l'homme et de la société

Les détracteurs des sciences de l'homme et de la société avancent une cause pour expliquer la moindre scientificité, à leurs yeux, et donc la moindre excellence de ces disciplines : les difficultés, sinon les réticences, vis-à-vis des outils mathématiques de quantification, de modélisation, de formalisation, etc. Les difficultés seraient à la fois objectives et subjectives. D'abord en effet les comportements humains et sociaux ne semblent pas au premier abord obéir à des causalités linéaires et mécaniques : le sens commun voit là une manifestation de la liberté humaine et la source d'un indéterminisme radical, qui va à l'encontre des idéaux de toute démarche scientifique. Mais d'autre part, surtout dans notre pays⁴, les chercheurs en sciences sociales ont la plupart du temps reçu une formation humaniste et

⁴ Cf. Wolf LEPENIES. *Les trois cultures. Entre science et littérature, l'avènement de la sociologie*. MSH. Paris, mai 1991, 409 p. Dans cet ouvrage on compare la place des sciences sociales vis-à-vis des humanités d'une part (la littérature du sous titre) et des sciences «exactes» d'autre part dans les trois grands pays européens : la France, la Grande-Bretagne et l'Allemagne.

ces investigations est décevant : on n'a pu que constater la carence de fait et de droit de telles évaluations.

De fait de tels indices (Citation Science Index, CSI) manquent, parce que les sciences de l'homme et de la société ne sont pas répertoriées comme sciences dans les instruments scientométriques². Il existe certes quelques outils de substitution. Mais l'interprétation et la généralisation des indications données sont problématiques.

D'autre part, selon les spécialistes consultés, la légitimité de telles évaluations, si elles existaient, serait très douteuse. En effet il faudrait faire fi des différences de tradition intellectuelle entre les pays et des degrés d'internationalisation inégaux. Par exemple la France possède un certain nombre de philosophes internationalement connus, mais qui s'inscrivent dans la tradition continentale, dont les revues, de niveau international, ne sont pas de langue anglaise. Le même phénomène se rencontre également en histoire. Or on constate une certaine affinité, compréhensible, des producteurs anglophones des instruments scientométriques pour leur langue maternelle. Il y a donc des biais systématiques lorsque, comme c'est encore le cas dans la plupart des sciences humaines, la communauté scientifique internationale n'est pas linguistiquement homogène. Dans le domaine des sciences cognitives, même celui de l'interaction homme-machine, il est frappant de constater comment varie la nationalité des citations des bibliographies de fin d'article avec la langue maternelle de l'auteur³.

La deuxième objection technique est spécifique aux sciences de la cognition : le champ est trop récent, pas assez stabilisé dans ses contours (cf. Introduction supra) et ses taxinomies (cf. Préambule supra) pour qu'on puisse avoir dans les ratios des numérateurs et des dénominateurs homogènes et significatifs : lorsque tel texte ou tel auteur est cité, est-ce en tant qu'il est «cognitif», et en quel sens historiquement (avant la révolution «connexionniste» ou pas ?) et géographiquement (selon l'acception de tel ou tel pays ?) ?

² Voir par exemple «*Sciences et Technologies : indicateurs 1991*» (OST - Economica. 1991, 286 p.). Dans les annexes méthodologiques, on signale qu'il n'existe pas d'indicateurs «scientométriques» (Citation Science Index, CSI) pour les sciences de l'homme et de la société. Voir également «*Recherche et Technologie*» (MRT), n° 80, oct. 1991, p. 18.

³ Cf. «*Research Directions in Cognitive Sciences ; European Perspectives*». Vol. III : *Human-Computer Interaction*. Edited by Jens Rasmussen and Niels Ole Bernsen. L.E. Bruxelles. 1991, 217 p.

CHAPITRE III

LES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ ET LES SCIENCES DE LA COGNITION

Le chapitre I (actions institutionnelles) adoptait le point de vue de l'administration de la recherche : il constatait un déséquilibre entre les disciplines à l'intérieur des sciences de la cognition et concluait à la nécessité d'un rééquilibrage en faveur des sciences de l'homme et de la société notamment. Cette nécessité objective est-elle accueillie favorablement par les chercheurs de ces disciplines, ou bien, leurs intérêts scientifiques subjectifs étant ailleurs, le volontarisme de certaines actions publiques risque-t-il de rester sans effet, comme on peut le craindre à partir de l'analyse de l'action «sciences de la cognition» ?

Le passage en revue des différentes disciplines va montrer que les réponses sont différentes de l'une à l'autre et qu'en conséquence il convient d'imaginer des dispositifs spécifiques.

I L'ÉVALUATION DES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ

Mais il faut d'abord examiner une objection de principe : si les sciences humaines ont de moins bons scores que les neurosciences dans les appels d'offre, c'est que la qualité de leurs recherches laisserait à désirer et, en tout cas, ne serait pas de niveau international ; sinon comment expliquer qu'on ne publie pas les études scientométriques (fréquences de citations des auteurs dans les revues internationales) relatives aux sciences de l'homme et de la société ?

1) La scientométrie et les sciences sociales

Dans le cadre de cette mission, on a donc posé le problème de l'évaluation des sciences de l'homme et de la société aux quelques laboratoires et institutions qui en France ont quelque expérience en la matière ¹. Le bilan de

¹ D'après les entretiens avec Rémy Barré, Directeur de l'Observatoire des Sciences et des Technologies (OST), avec Michel Callon, Directeur du Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI) de l'École des mines de Paris, avec Jean-Pierre Rouault, Directeur du Centre de Recherche en Informatique et Sciences Sociales (CRISS) à Grenoble.

Conclusion

Il faut donc que notre pays matérialise l'augmentation de son effort de recherche en sciences de la cognition en se dotant d'institutions ad hoc, les premières (maisons) qui offrent à toute la communauté scientifique les services (documentation, locaux, réseaux, etc.) qui augmentent sa productivité scientifique, les secondes (instituts) qui permettent de pratiquer l'interdisciplinarité au quotidien, notamment avec les sciences de l'homme et de la société, de concevoir et de réaliser des programmes pluriannuels de recherche «à l'américaine».

Comme il s'agit là d'une œuvre de longue haleine (3 ou 4 ans au moins), la démarche proposée est progressive :

1) créer en 1992 une «maison de la cognition» à Paris, sans équipe de recherche française résidente, qui soit

2) l'exécutif du «conseil des sciences cognitives» (coordination interministérielle de la proposition 3) et qui soit

3) la base institutionnelle à partir de laquelle soient conçus et créés les autres instituts, à commencer par l'institut des neurosciences de Lyon et par celui d'ingénierie de la connaissance de Toulouse ;

4) cette «maison» recevra également mandat d'explorer différentes hypothèses de localisation en région parisienne d'un troisième institut en fonction des schémas directeurs des différentes parties concernées.

l'hypothèse Marne la Vallée implique essentiellement l'éducation nationale, celle de Palaiseau relève exclusivement du CNRS qui finance la recherche de l'Ecole polytechnique : la création d'un institut à cet endroit ne peut pas passer pour un très grand effort de décentralisation.

3) A la Défense doit être constitué un centre de recherche international orienté vers les entreprises et les transferts de connaissances (formation permanente, séminaires de haut niveau, etc.). Il existe à Nanterre un potentiel de sciences sociales cognitives. D'autre part dans le programme scientifique du centre tourné vers le travail existent des projets explicitement cognitifs.

Le principal handicap de cette hypothèse est son caractère artificiel : dans le contexte universitaire local il n'y a pas de potentiel de recherche important en neurosciences, ni en intelligence artificielle, ni en linguistique ou en psychologie.

Les principaux avantages sont le prestige du lieu, les relations avec les entreprises, les possibilités de cofinancement, et la place encore vacante, et dans les locaux, et dans les programmes scientifiques.

4) L'hypothèse Tolbiac est la plus indéterminée des quatre, la plus tributaire d'options intermédiaires, et de ce fait la plus éloignée sans doute dans le temps. En outre elle implique un ministère supplémentaire, celui de la culture. Par contre c'est la plus centrale et c'est celle où il serait particulièrement opportun de faire coïncider la maison et l'institut, s'il était confirmé que la Bibliothèque de France devait posséder des extensions thématiques, dont une sur les sciences cognitives. Enfin la redistribution des implantations universitaires au centre de Paris permettrait de rationaliser celles des laboratoires des Universités et du CNRS qui sont partie prenantes des trois réseaux parisiens.

Suggestion 10 :

Faire explorer au « conseil des sciences cognitives » et à son exécutif, la « maison de la cognition » les différentes hypothèses d'implantation d'instituts de recherche en sciences cognitives en région parisienne.

passant, par la redistribution générale des implantations qui se programme. En l'état actuel des informations disponible quatre hypothèses méritent d'être explorées.

1) A Marne la Vallée, dans la cité Descartes, seront implantées non seulement une université nouvelle à dominante informatique, mais également des écoles d'ingénieurs (ESIEE, Institut de Génie Informatique, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, les deux écoles de l'INSEE), des écoles supérieures (Trésor, des transports, Institut français d'urbanisme, école de l'IGN, etc.) et des laboratoires de recherche (Ponts et Chaussées, Centre d'Etudes de l'Emploi, Bull). Le contexte d'ingénierie tournée vers l'informatique, mais également vers l'économie, la statistique, la gestion, la linguistique (liens avec le LADL de Paris VII) semble favorable à la création d'un institut de recherche en sciences cognitives. Parmi les départements envisagés à Paris XIV il y en a un sur les risques, et les rapports stratégiques internationaux. Deux modalités sont envisageables : un département à l'intérieur de l'université ; un département (article 30) à côté de l'université. Un des atouts de cette hypothèse est de permettre de faire un certain volontarisme en direction des sciences sociales, notamment l'économie (création d'un laboratoire de recherche en psychologie appliquée à l'économie et à la gestion) et en direction des transferts. Un des handicaps est la quasi inexistence des neurosciences. Un autre avantage est que l'état d'avancement est plus élevé que dans les trois autres hypothèses : les premiers étudiants arrivent à l'automne 92.

2) A Palaiseau, l'Ecole polytechnique, avec ses laboratoires de recherche, ses chaires en biologie et en informatique, souhaite aménager le plateau en collaboration avec l'autre grande école voisine, HEC. A proximité est la plus grande concentration de mathématiciens en France et le réseau de «cognisciences» de Paris Sud centré sur l'Université d'Orsay. Ce site possède plus de prestige international que celui de Marne la Vallée. Ainsi Xerox envisage d'y créer un centre de 50 chercheurs et Sony s'intéresse aux activités de recherche de l'école polytechnique. Enfin, l'X et HEC souhaitent développer un laboratoire commun de recherche en gestion. Ici aussi donc il y a de fortes possibilités en direction des sciences sociales, de l'économie et de la gestion. Il y a également des potentialités en biologie. La création de la fondation X devait également stimuler les transferts. Mais alors que

Comme l'ONERA envisage de créer un institut (sous forme d'association ou de société) de taille réduite (5 ou 6 chercheurs), mais avec des chercheurs étrangers prestigieux, il conviendra d'articuler les deux entreprises.

Les cas particuliers de l'ONERA à Toulouse (Ministère de la Défense) et de la Bibliothèque de France en région parisienne montrent que la coordination interministérielle aura parfois à s'étendre au-delà du couple de la recherche et de l'éducation nationale. Le plus simple consistera pour le «conseil des sciences cognitives» (suggestion 3) à mandater les responsables de la maison pour qu'ils recueillent les informations à ce sujet et négocient les coordinations nécessitées par des objets précis (compte tenu de l'ampleur des enjeux ce ne saurait être le cas si l'hypothèse d'un département «sciences cognitives» de la Bibliothèque de France s'avérait vérifiée).

IV PISTES POUR UN INSTITUT EN RÉGION PARISIENNE

Pour la région parisienne, à la date de remise de ce rapport, les orientations générales ne sont pas connues avec suffisamment de clarté pour qu'on puisse faire des propositions précises. Mais comme le processus de création d'un institut est suffisamment long (3 ou 4 ans) pour coïncider avec le terme de la redistribution des implantations des universités parisiennes, la mesure conservatoire consiste à proposer de confier le mandat au «conseil des sciences cognitives (suggestion 3), et donc à son exécutif, la maison de la cognition, d'explorer les différentes hypothèses d'implantation qui paraissent raisonnables :

- Marne la Vallée ;
- Palaiseau ;
- La Défense ;
- Tolbiac.

Il semble en effet peu crédible de penser qu'on pourra persuader les pouvoirs publics qu'on ne peut pas faire de la recherche en sciences cognitives en dehors de Paris, a fortiori en dehors du quartier Latin, a fortiori encore plus en dehors de la Montagne Sainte Geneviève. Par contre il est fonctionnel qu'une «maison de la cognition» se situe à proximité de toutes les équipes des deux réseaux Cogni-seine et Cogni-centre, qui, en général, ont des problèmes de locaux. Mais ces derniers, à eux seuls, ne peuvent justifier un rassemblement en un seul lieu ; ils seront résolus, en

pose entre les trois autres réseaux de «cognisciences», sauf insistance très forte de la DRED pour le réseau lillois qui n'a pas beaucoup d'équipes associées au CNRS. Or les deux réseaux Est (Nancy-Strasbourg) et Sud (Aix-Marseille-Sophia) sont en fait bipolaires, le pôle principal étant chaque fois comme dans le réseau Rhône-Alpes à dominante biologique. Si on veut rééquilibrer les disciplines, il convient de choisir soit le pôle secondaire (Nancy ou Grenoble) des dipôles, ce qui favoriserait une sciences humaine (linguistique ou psychologie respectivement), soit le réseau de Toulouse.

Mais si on veut également donner la priorité aux transferts, en anticipant sur la deuxième partie de ce rapport, il convient de favoriser des villes où il y a un arrière pays industriel porteur en haute technologie, avec des écoles d'ingénieurs et des universités qui ont une bonne expérience de collaboration avec les entreprises. C'est le cas de Grenoble et de Toulouse. Comme la taille de cette dernière est plus élevée et comme Grenoble appartient au réseau Rhône-Alpes en voie d'être doté, il convient de choisir Toulouse.

Suggestion 8 :

Créer un institut de recherche en sciences cognitives orienté vers le transfert de technologie à Toulouse.

Compte tenu du poids de l'informatique (IRIT) et de l'Université Paul Sabatier (sciences exactes), cela implique un rééquilibrage local volontariste en faveur de l'Université du Mirail (lettres et SHS), qui est associée au réseau toulousain «programme de recherches en sciences cognitives de Toulouse» (PRESCOT), et en faveur des sciences de l'homme et de la société (maison de la recherche du Mirail, dont un des quatre axes est «langage et cognition»).

Suggestion 9 :

Lancer des appels d'offres (CNRS ET MEN) pour concentrer à Toulouse surtout des équipes de recherche (CNRS et universités) en sciences de l'homme et de la société sur la base d'un programme scientifique proposé par PRESCOT au «conseil des sciences cognitives» (suggestion 3).

4) Animation scientifique de la maison

Mais cette maison ne jouera son rôle que si elle conduit un programme d'animation scientifique du milieu. Son encadrement, s'il doit rester léger, doit être à la fois administratif et scientifique. Son responsable administratif doit concilier une bonne connaissance du champ scientifique et une bonne expérience de la politique et de la gestion de la recherche. Le responsable scientifique devrait être un chercheur suffisamment ouvert à l'ensemble des disciplines. En particulier il conviendrait qu'il ait une solide formation dans les sciences humaines (linguistique ou anthropologie) tout en étant reconnu par les chercheurs des neurosciences et de l'intelligence artificielle. Comme l'ethnologie (Levi-Strauss) et la linguistique (Benveniste, Dumézil, Jakobson, etc.) ont joué un grand rôle dans l'histoire récente des sciences humaines et sociales en France, le comité de coordination qui servira de comité de pilotage de cette maison choisira sans doute un linguiste ou un anthropologue.

Suggestion 7 :

Confier à l'instance de coordination interministérielle (suggestion 3) la définition du programme d'animation scientifique de la maison et à un directeur scientifique la responsabilité de sa réalisation.

III UN INSTITUT DE RECHERCHE ORIENTÉ VERS LE TRANSFERT À TOULOUSE

La création d'instituts en province est déjà envisagée par le CNRS dans le cadre du PIR «cognosciences». Mais comme ces instituts éventuels ne seront pas sans effets sur la carte de l'enseignement supérieur, il convient que ces décisions soient prises en concertation avec l'éducation nationale, par exemple dans le cadre du «conseil des sciences cognitives» (instance de coordination interministérielle de la suggestion 3).

Mais en restant dans le seul cadre du CNRS et conformément au point de vue qui est celui de cette mission, il convient de rééquilibrer les rapports entre les disciplines.

Ainsi le CNRS a décidé de créer un institut de neurosciences à Lyon. Dans le cadre de sa politique de décentralisation il met comme préalable à la création d'un institut à Paris, celle d'un second institut en province. Dans la conjoncture politique actuelle, très favorable à la déconcentration, le choix se

- facilités de calcul et de simulation (à l'exception des matériels lourds et/ou dédiés) ;
- service d'aide à l'hébergement pour les étrangers et les provinciaux (en liaison avec la Maison Suger) ;
- domiciliation des financements non étatiques.

En anticipant sur la fin de ce rapport (partie «transferts») cette maison pourrait piloter la **politique** de transferts en «ingénierie de la connaissance» sans être elle-même une **structure** de transfert, puisqu'elle n'est pas censée avoir d'équipe de recherche résidente.

A plus long terme la maison aura sans doute à avoir un statut plus consistant que celui d'unité mixte de service du CNRS, peut-être celui de groupement d'intérêt public (GIP).

3) Investissements préalables

Plusieurs investissements sont nécessaires pour édifier cette maison, en particulier sa bibliothèque et son système de documentation.

En effet on a rapporté dans le préambule combien les outils documentaires et bibliographiques manquaient et combien le problème est difficile à résoudre puisque le champ évolue très vite et que le vocabulaire lui-même n'est pas stabilisé.

Suggestion 6 :

Confier à l'INIST la tâche de construire et de mettre en œuvre les outils bibliographiques et documentaires nécessaires à la maison.

Il est possible que la Bibliothèque de France (ou encore Très Grande Bibliothèque), qui doit s'installer à Tolbiac, développe en dehors du dépôt légal des extensions thématiques et que l'une de celles-ci soit justement consacrée aux sciences cognitives. Dans cette hypothèse, dont il est prématuré d'évaluer la probabilité, la «maison de la cognition» devrait s'installer à proximité de la Bibliothèque de France et collaborer étroitement avec elle. Cela impliquerait que la coordination interministérielle (suggestion 3) s'étende au ministère de la culture. Enfin cela impliquerait que l'INIST, à qui seraient confiées la conception et l'élaboration des outils bibliographiques, coopère avec les services de la Bibliothèque de France afin qu'il y ait compatibilité.

Suggestion 5 :

Confier au «conseil des sciences cognitives» (instance de coordination interministérielle de la suggestion 3) le pilotage de la création de la maison de la cognition à Paris et des instituts de recherche en sciences cognitives.

2) Contenu de la «maison»

Cette «maison» doit offrir des équipements et des services :

a) Equipements :

- bibliothèque spécialisée à rayons ouverts, comportant ouvrages et revues ;
- accès à des bibliothèques généralistes, en particulier Bibliothèque de France ;
- centre de documentation, comportant des serveurs télématiques, accessibles en particulier aux autres «maisons» régionales :
 - salles d'enseignement pour les étudiants ;
 - salles de réunion où puissent se tenir des séminaires parisiens, nationaux et internationaux pour les chercheurs ;
 - des bureaux d'accueil (courrier, téléphone, etc.) pour les provinciaux et les étrangers.

b) Services :

Autour de ces équipements matériels, il est souhaitable d'offrir aux chercheurs des prestations de service. Par ordre de priorité décroissante :

- bulletin d'information et de liaison de la communauté scientifique française (et en particulier des différents réseaux) ;
- service d'aide à la reproduction et à la diffusion des matériaux ;
- aide juridique à la rédaction de contrats de recherche et à la constitution de structures de transfert (associations, sociétés, GIE, etc.) ;
- domiciliation des fonctions de valorisation, de diffusion et de transfert en direction de l'industrie ;
- domiciliation de certains segments «fléchés» d'administration de la recherche : secrétariat des comités d'appels d'offres, comités d'attribution de bourses, patronage de conférences spécialisées (comme les conférences Marc Bloch), gestion des échanges avec l'étranger ;

cognition, il semble raisonnable de rationaliser la spécialisation thématique des nouvelles implantations en envisageant la création d'un institut dans la région parisienne regroupant une centaine de chercheurs (soit le quart du potentiel parisien environ).

La maison de la cognition par contre peut être créée très rapidement. Elle pourrait servir de relais pour le pilotage de la création des différents instituts qu'ils soient parisiens ou provinciaux.

Pour que les instituts de province puissent attirer des chercheurs parisiens, il faut que l'institut parisien naisse après les autres.

Suggestion 4 :

Créer une «maison de la cognition» à Paris (intra muros).

II UNE «MAISON DE LA COGNITION» À PARIS

Pour que l'affichage ait toute son efficacité symbolique il convient de créer cette «maison de la cognition» rapidement, en 1992.

1) Une montée en régime progressive

Pour cela le statut d'unité de service mixte (CNRS-enseignement supérieur) est le plus commode. Une adresse postale pourrait provisoirement être installée à la Maison des Sciences de l'Homme, qui a joué un rôle pionnier et moteur dans les sciences de la cognition. D'autre part, grâce à la Maison Suger, elle peut faciliter l'accueil et le séjour des chercheurs étrangers en France. Cette institution par contre n'a pas les locaux disponibles pour les salles spécialisées de documentation, de bibliothèque, de conférence, etc. Il conviendra de trouver d'autres locaux. Le patrimoine immobilier de l'éducation nationale est plus important que celui de la recherche et est appelé à s'accroître considérablement. Il revient sans doute à ce ministère de trouver une solution durable dans le cadre du réaménagement des implantations universitaires.

La création de cette maison pourrait être suivie par le «conseil de la cognition» c'est-à-dire l'instance interministérielle qui suit l'action «sciences de la cognition», puis par l'instance qui prendra sa suite (cf. supra suggestion 3). Cette même instance pourrait superviser la création à plus long terme des différents instituts en province et dans la région parisienne.

et, abstraction faite de sa pénurie de locaux, il n'est pas sûr que cette synergie se maintienne au-delà d'une certaine taille. Nos mœurs universitaires ne nous ont pas fait adopter le mode de vie du «campus». C'est pourquoi, sauf à vouloir créer un Salk Institute à Sophia-Antipolis, il convient de distinguer deux problèmes, celui de la «maison» et celui de «l'institut».

Une «maison» offre un ensemble de prestations de service horizontales à toute la communauté scientifique (salles de réunion, documentation, bibliothèque) mais ne regroupe pas en permanence des laboratoires de recherches résidents. Un «institut» par contre réunit plusieurs équipes autour d'un programme cohérent de recherches. En pratique un institut offre également des prestations de service. Mais celles-ci sont subordonnées à ses orientations scientifiques particulières. La Maison des Sciences de l'Homme par exemple abrite un institut, l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. La Maison des mathématiciens (dénommée Institut Henri Poincaré) est par contre distincte géographiquement de l'Institut de Bures sur Yvette.

4) Créer des instituts pour augmenter l'effort, notamment en SHS

Les sciences de la cognition ont besoin de maisons et d'instituts. En effet la recherche en ce domaine doit rester prioritaire, et comme on le verra au chapitre suivant on ne peut se contenter de consolider l'existant. En ce qui concerne la psychologie et la linguistique il convient en effet de faire preuve d'un certain volontarisme dans le cadre d'un programme scientifique interdisciplinaire cohérent, donc d'un institut.

5) Les contraintes de localisation pour une maison ou un institut

Pour la localisation de la maison jouent naturellement les contraintes de centralité : les communications nationales, internationales et régionales convergent à Paris intra muros. La région parisienne concentre plus de la moitié du potentiel de recherche et les effets de la déconcentration, souhaitable, ne se feront pas sentir avant plusieurs années. Il est donc nécessaire et raisonnable de créer rapidement une maison de la cognition à Paris.

Pour la localisation de l'institut par contre ne jouent pas aussi fortement ces contraintes de centralité. Comme néanmoins dans le contexte de la réorganisation de l'enseignement supérieur en région parisienne il y restera un potentiel important d'enseignants-chercheurs en sciences de la

programmes ambitieux en intelligence artificielle par les fondations américaines (notamment la Sloan Foundation) est révolu et que la conjoncture est plutôt au reflux ou au redéploiement sur d'autres thèmes, comme la complexité, la constituance, etc. Mais la conclusion ne saurait être qu'il ne faut rien faire ni sur les anciens thèmes, ni sur les nouveaux. Il s'agit plutôt de traduire dans nos institutions (statut des chercheurs du CNRS, statut des enseignants-chercheurs de l'Université, formes juridiques des laboratoires de recherche, etc.) et nos mœurs, l'esprit qui a présidé au lancement des «programmes» à l'américaine. Il semble que c'est cette traduction qu'on a tentée en 1982 en général avec les «programmes mobilisateurs» et les groupements d'intérêt public (GIP) de la loi d'orientation de 1982. Les Universités peuvent également créer en leur sein des Instituts autonomes (article 30). La synergie recherchée dans un programme «à l'américaine» est la concentration massive, mais limitée dans le temps, de moyens en personnels et en financements sur des objectifs déterminés qui permette une stimulation des efforts et des échanges. L'expérience a montré l'efficacité de ces dispositifs, en particulier pour vaincre les cloisonnements disciplinaires. Mais ces «programmes» ne se matérialisent pas nécessairement en instituts, même sans mur.

2) Les gros équipements nécessaires aux sciences cognitives (PET, MEG, bibliothèques) ne leur sont pas exclusifs

Or, à la différence de la physique dont la taille des équipements implique la concentration de chercheurs autour, la plupart des disciplines cognitives, à l'exception des neurosciences qui ont besoin d'avoir des accès, au moins momentanés, à des équipements assez lourds comme des caméras à positions (PET) ou des magnéto-encéphalographes (MEG), se pratiquent de manière assez artisanale et individuelle, notamment en psychologie, en linguistique et en philosophie.

3) L'interdisciplinarité doit être pratiquée au quotidien

C'est pourquoi le second argument avancé pour une concentration géographique des chercheurs dans un institut est celui de la nécessité de favoriser les contacts informels et quotidiens avec les chercheurs des autres disciplines. C'est ce qui se passe au CREA, et c'est sans doute une des raisons de l'excellence des travaux qui y sont réalisés. Mais le CREA est déjà un laboratoire de taille importante (une vingtaine de chercheurs permanents),

CHAPITRE II

LES PROJETS D'INSTITUTS DE RECHERCHE

Le problème de la coordination interministérielle se pose de manière plus aiguë si on souhaite satisfaire le vœu constamment répété par les chercheurs de créer un ou plusieurs instituts de recherche en sciences de la cognition : il figure dans le rapport de M. M. Impert pour FAST, dans le rapport de M. J.-P. Changeux, il est à l'ordre du jour dans le cadre du PIR «cognisciences» et il est repris dans les conclusions du groupe de suivi du colloque de prospective rédigées par M. A. Berthoz.

Faut-il répondre favorablement à ces demandes insistantes et répétées ?

I LA NÉCESSITÉ D'INSTITUTS DE RECHERCHE ET DE MAISONS DE LA COGNITION

Le débat qui a eu lieu dans le groupe de suivi du colloque, a repris les arguments avancés par les auteurs précédemment cités.

1) Les expériences à l'étranger

La première raison invoquée est l'imitation, imitation bien sûr de ce qu'on fait aux Etats-Unis qui en possède plusieurs, mais aussi dans de petits pays comme la Hollande, la Suisse, le Portugal, sans parler bien sûr de l'Allemagne ou du Royaume-Uni. Il faudrait les imiter pour combler notre retard. Mais les institutions de tous ces pays ne sont pas comparables aux nôtres. Même à l'intérieur des Etats-Unis on ne peut comparer l'Institut de Santa Fe qui, en fait, est un simple laboratoire de recherches de 5 ou 6 chercheurs, avec le Center for Cognitive Studies du MIT ou avec son homologue de CALTECH, de Berkeley ou de Stanford qui en regroupe quelques centaines. Il s'agit le plus souvent de départements créés par les Universités en leur sein sur des «programmes» limités dans le temps, souvent financés par des fondations et non des établissements publics (EPST, EPIC, etc.) à la française, juridiquement autonomes, dont la pérennité, une fois créés, fait hésiter, à juste titre, les autorités. L'argument du retard pourrait se retourner, car on sait que l'âge d'or des financements de

Conclusion

Les actions institutionnelles en cours posent donc un problème de continuité. Leur existence témoigne de la priorité accordée à la recherche en sciences de la cognition et à son caractère interdisciplinaire. Or les effets de cette politique ne se feront sentir du côté des DEA et des allocations de recherche et du côté des structures (PIR «cognisciences») et même du côté des actions incitatives, que si elle est suffisamment longue. C'est pourquoi les trois propositions avancées consistent à reconduire les actions incitatives, les appels d'offres d'allocation de recherche et à modifier les dispositifs de pilotage pour qu'ils deviennent interministériels et plus représentatifs des poids relatifs des disciplines.

qu'il est exclusivement CNRS : en l'état actuel, à son comité de programme ne peuvent être confiées des actions incitatives interministérielles éventuelles ou des allocations de recherche.

La pluralité des comités a, dans le passé récent, brouillé la perception que les chercheurs avaient de la cohérence des initiatives publiques (colloques du CNRS et colloque du MRT, appels d'offres différents, etc.). La solution qui consisterait à prolonger l'action «sciences de la cognition» perpétuerait ce brouillage dont le démarrage du PIR a souffert, puisqu'il n'avait pas le privilège de l'antériorité.

Les solutions techniques qui consistent à créer des commissions ad hoc au sein des procédures plus générale (allocations de recherche, gestion du FRT, etc.) ont l'inconvénient de ne pas offrir un instrument unique pour une politique qui protège et développe l'interdisciplinarité.

Une troisième solution consisterait donc à réformer les institutions de direction du PIR (comité de programme, conseil d'administration), pour qu'elles deviennent interministérielles. Il semble que de part et d'autre (CNRS, MENJS) on ne soit pas opposé à cette solution qui pose toutefois des problèmes juridiques au CNRS (statut des PIR, nomination, etc.). Si ces obstacles étaient insurmontables, il conviendrait d'associer le PIR «cognisciences» à l'instance interministérielle dont l'existence semble indispensable. Dans tous les cas il conviendra de renforcer substantiellement l'encadrement scientifique et administratif du PIR.

Suggestion 3 :

- 1) *Réformer et renforcer les instances du PIR «cognisciences» afin qu'elles puissent devenir interministérielles, qu'elles puissent mieux représenter les disciplines de base et prendre légitimement la suite de l'action «sciences de la cognition».*
- 2) *A défaut renouveler l'action «sciences de la cognition» pour 3 ans et y associer de manière étroite le PIR cogniscience, par exemple en renouvelant son comité scientifique à partir des représentants des sections du Comité national et à partir de représentants du Conseil national des universités.*

Dans le présent document ce nouveau comité interministériel sera désormais appelé «conseil des sciences cognitives».

l'existence de ces réseaux, récuse qu'ils puissent avoir une vocation régionale et non nationale.

Le second problème consiste à concilier l'évaluation (et donc la sélection) des équipes et leur agrégation dans un ensemble sur la base du volontariat : les réseaux souhaitent gérer eux-mêmes les enveloppes déconcentrées des crédits de cognosciences. Les têtes de réseau ne risquent-elles pas de devenir juge et partie ? Ne risque-t-on pas d'aboutir à un saupoudrage des moyens qui perpétue l'existant au lieu de le rationaliser et de le restructurer ? En particulier cela ne rééquilibre pas les disciplines des sciences cognitives. On risque ainsi de passer en France d'un extrême, 0 institut de recherche, à l'autre, 7 instituts de recherche, 1 par réseau, aucun n'ayant la taille critique. Ne conviendrait-il pas d'adopter des procédures à l'allemande (instituts Fraunhofer) qui consistent à faire concourir les réseaux dans le cadre d'un appel d'offres pour un ou deux instituts doté d'un programme scientifique cohérent ? La question de l'institut national de recherche fondamentale éventuel sera examinée plus bas (Ch. II).

Le troisième problème posé par le PIR est celui du poids relatif des disciplines dans son comité de programme et en particulier de l'absence complète de représentation pour la linguistique. Suite aux élections du Comité National, le Comité a été renouvelé : huit sections y sont représentées chacune par un chercheur. Le fait que ce comité soit une émanation du Comité National lui confère une légitimité scientifique, en droit, interministérielle. Après leur redécoupage les sections ne correspondent pas simplement à des disciplines. Néanmoins dans la composition actuelle les disciplines du noyau des sciences cognitives ont au plus un représentant, comme les disciplines plus «périphériques» (mathématiques, physiques). Et de fait, il n'y a pas de linguiste, la représentante de la section 34 étant une psychologue de formation. De fait donc, il y a sous représentation des SHS dans le comité de programme.

On peut corriger cela par les nominations. On peut également modifier le poids des sections «centrales» en leur donnant deux représentants. Le comité devient plus nombreux. Mais il peut se démultiplier en commissions.

3) Le problème de la coordination interministérielle

Mais le principal inconvénient du PIR «cognosciences», dans l'hypothèse où il prendrait le relais de l'action «sciences de la cognition» en 1992, est

Pour être complet, il est apparu lors de la discussion des livres blancs en région, un huitième réseau potentiel, non CNRS, mais universitaire dans la région Nord-Pas de Calais centré sur Lille.

Les réseaux «cognisciences» se sont constitués pour promouvoir sur une base locale l'animation scientifique des laboratoires qui participent à la recherche en sciences cognitives : séminaires, ateliers, colloques, formations, accueil de chercheurs étrangers, etc. Progressivement des projets de structuration proprement dite apparaissent : maisons des sciences de la cognition, centres de documentation, réseaux de communication, insertion dans des réseaux internationaux, voire «instituts» de recherche, etc.

Au bout d'un an de fonctionnement, il est trop tôt pour prétendre apprécier le résultat du PIR. Toutefois quand on compare avec l'action «sciences de la cognition» on est frappé par la puissance des moyens mis en œuvre et par la complémentarité des procédures, ascendantes (bottom up) d'un côté, descendantes (top down) de l'autre.

2) Modalités de fonctionnement du PIR

Lors des réunions du Comité de Programme (10/10/91 et 16/12/91) des problèmes apparaissent qui restent ouverts.

Le premier est celui de l'hétérogénéité interne de chaque réseau : les équipes se rassemblent sur une base plus locale que scientifique ; mais au début il ne peut en être autrement. Trois des réseaux provinciaux apparaissent plus comme des dipôles que de véritables programmes intégrés. Dans le réseau Est à Nancy sont concentrées des potentialités en linguistique (INALF), en documentation (INIST) et en informatique (CRIN) sans relation étroite avec les neurosciences de Strasbourg. De même en Rhône-Alpes entre Lyon, où il est prévu d'édifier un institut de neurosciences, et Grenoble où sont situés les informaticiens (IMAG, INPG) et les psychologues (Tiberghien, Mme Hatwell). De même dans le sud où Sophia-Antipolis (INRIA notamment) paraît exclusivement informatique et assez éloignée de l'ensemble Aix-Marseille. Une telle démarche ascendante (bottom up) ne risque pas de créer ex nihilo des équipes de recherche en sciences de l'homme et de la société (SHS) là où il n'y en a pas. D'autre part cohérence régionale éventuelle n'est pas synonyme de cohérence scientifique ou thématique. Le département SPI d'ailleurs, s'il reconnaît la qualité scientifique des groupements de recherche (GDR) envisagés pour formaliser

Le PIR proprement dit a démarré en avril 90. Il comporte un volet «formation» (bourses post-doctorales en 91 pour des français et des étrangers, accueil de chercheurs étrangers, écoles d'été, etc.) et un volet «structures» (création de nouvelles équipes, fléchage de 12 postes de chercheurs et de 3 ITA en 1991, concentration et rationalisation des moyens et des thèmes dans le cadre de réseaux). Les financements étaient de 7 MF en 1990 et de 10 MF en 1991.

La carte des «cognisciences»⁸ du CNRS en France fait apparaître 7 réseaux en voie de constitution ou de consolidation : 3 en région parisienne et 4 en province :

- Région parisienne : Paris Centre (GDR 957)
Cogni-Seine
Paris Sud (Orsay)
- Est : Nancy-Strasbourg
- Sud : Aix - Marseille - Nice (Sophia-Antipolis)
- Rhône-Alpes : Lyon - Grenoble
- Toulouse : PRESCOT

-
- 8
- 1) Cognicentre : Desclés, J.-P. GDR 957
 - a) «Sciences cognitives de Paris». Rapport d'activité, janvier 1990-juin 1991, 119 p.
 - b) Programme cognisciences (13 p. + 9 p.).
 - c) Journées «Sciences cognitives de Paris», 06-07/12/91 (GDR 957 ECCOS 92. 1er colloque européen de sciences cognitives. Processus de compréhension : approches symboliques et mimétiques (Appel à communication. Colloque 29/06/91-01/07/92).
 - 2) Cogniseine : sous la direction de D. ANDLER .*Projet scientifique du réseau cogniscience*, 1991, 140 p.
 - 3) Cognisud :
 - a) «Le réseau régional Paris-Sud de Sciences Cognitives (G. Sabah, 08/10/91, 16 p.) ;
 - b) Projet «Acquisition et mise en œuvre des représentations. Approches symboliques et neurobiologiques (G. Sabah, 16 p.) ;
 - c) Cognisud : bilan d'activité 1991 (40 p. environ).
 - 4) Cognisciences-Est : Rapport d'activité (N. Carbonell et J.M. Danion, 1991, 8 p. + 22 p.).
 - 5) Rhône-Alpes :
 - a) Pôle Rhone Alpes de sciences cognitives. Jeannerod Marc, Tiberghien Guy, Le Capon Anne, oct. 91, 18 p.
 - b) NISCAN : *Neuro Informatique des Systèmes Cognitifs Artificiels et Naturels*, oct. 91, 21 p.
 - c) Projet de recherche «Groupe représentations cognitives et motrices» (13 + 10 + 5 + 6 + 9 + 26 + 42 = 111 p.).
 - 6) Toulouse : Programme de Recherche en Sciences Cognitives de Toulouse (PRESCOT). Projets scientifiques et équipes participantes du PRESCOT (M. Borillo et J. Verbel, juin 91, 212 p.

procédure ordinaire. On verra néanmoins plus bas (3eme partie de ce chapitre) tout l'intérêt qu'il y aurait à rassembler entre les mains d'une même instance interministérielle toute la palette des moyens qui permettent de protéger et de promouvoir l'interdisciplinarité des sciences cognitives.

Suggestion 2 :

- 1) Faire lister et évaluer par le Comité scientifique de «sciences de la cognition» les DEA qui seront habilités à présenter des candidatures à des allocations de recherche.
- 2) Exiger deux licences parmi les disciplines centrales (biologie, mathématiques, informatique, linguistique, psychologie, ergonomie, économie) pour les candidats aux allocations de recherche.
- 3) Prolonger pour trois ans l'appel d'offres d'allocations de recherche «sciences de la cognition».

III LA STRUCTURATION PAR LE PIR «COGNISCIENCES»

1) Le PIR «cognisciences»

Au CNRS l'interdisciplinarité a présidé constamment aux différentes entreprises qui ont été à l'origine du PIR «cognisciences». Ainsi, l'Action de Recherches Interdisciplinaires (ARI) «communication» a donné lieu à une action incitative «sciences cognitives» de 85 à 89⁵. Ainsi le thème de l'interdisciplinarité était-il celui de l'Assemblée Générale du CNRS en février 1990⁶. Et le programme «cognisciences»⁷ est un Programme Interdisciplinaire de Recherches (PIR) dont les financements proviennent des quatre départements concernés : mathématiques et physiques (SPM), biologie et sciences de la vie (SDV), sciences pour l'ingénieur (SPI), sciences de l'homme et de la société (SHS).

⁵ PRG-GDR «communication». Rapport scientifique (1986-1989). «Sciences cognitives». Actions 1985-1989. Thèmes. Equipes. Sept. 89, 225 p.

⁶ CNRS. Actes du colloque «Carrefour des sciences». Session plénière du comité national de la recherche scientifique. *L'interdisciplinarité*. 12-13/02/90. Palais de l'UNESCO-CNRS. 1990, 272 p.

⁷ CNRS INFO «COGNISCIENCES». N° 228. 01/10/91. Premiers objectifs du PIR «cognisciences».

l'interdisciplinarité. En effet les disciplines ont tendance à considérer que ce qui est interdisciplinaire, ce qui est intersectoriel, horizontal, etc. est en fait de moindre qualité que ce qui est purement disciplinaire : pour elles il s'agit donc d'une réserve sur laquelle elles ont des droits de tirage à hauteur de leur quota de départ pour abonder les listes complémentaires que ne manquent pas d'établir les commissions d'attribution ; elles «maquillent» en interdisciplinaires des propositions disciplinaires et éliminent de vraies interdisciplinaires. Il en résulte une forte pression à la désintégration des champs interdisciplinaires. Il revient aux pouvoirs publics de contrecarrer ces tendances.

La difficulté est que le nombre de DEA «totalement» cognitivistes est très réduit et ne peut raisonnablement augmenter. D'un autre côté si on veut éviter les développements du maquillage interdisciplinaire, il convient de limiter la liste des DEA susceptibles de présenter des candidatures à des allocations de recherche au titre des sciences de la cognition.

L'élection des allocataires de recherche en «sciences de la cognition» s'effectuerait normalement (il faut prévoir bien sûr des dérogations) à deux tours : 1) liste des DEA habilités à présenter des candidats ; 2) choix des candidatures individuelles.

Dans le cas, le plus fréquent, où la formation doctorale ne comprend pas par construction des «enseignements cognitifs», il conviendrait de formaliser un critère d'interdisciplinarité en exigeant deux licences parmi les disciplines centrales (biologie, informatique, linguistique, psychologie, mathématiques, ergonomie, économie).

Comme la campagne d'habilitation des DEA vient de s'achever en 1991, on pourrait confier au Comité Scientifique de l'action «sciences de la cognition» le soin de dresser la liste des DEA habilités à lui soumettre des candidatures à des allocations de recherche. Cette carte normative des DEA donnerait de surcroît la carte descriptive qui manque et qui pourrait servir de base à une politique incitative active (cf. paragraphe précédent).

Ces instruments n'ont d'utilité que si on reconduit un appel d'offres d'allocations de recherche en sciences de la cognition : c'est indispensable dans la perspective de longue haleine de consolidation et de protection de l'interdisciplinarité. La fin annoncée pour 1992 de l'action «sciences de la cognition» pose dès lors un problème technique qui n'est pas insoluble : quelle instance prendra la suite de son «comité scientifique» pour attribuer les bourses ? Il suffit de créer une commission ad hoc dans le cadre de la

l'information et de la communication, dont la frontière avec les sciences cognitives est parfois difficile à tracer (cf. introduction précédente), et les sciences de l'éducation, qui devraient être un domaine d'application naturel. On remarque que la psychologie reste l'essentiel, tant dans la cible réelle (11/18) que dans la cible virtuelle (18/34), mais que cette discipline est très imprégnée de «cognitivism» puisqu'elle comporte en tout 26 DEA. On retrouve un score analogue (14/31) pour l'autre science humaine qui fait partie du noyau des sciences de la cognition, la linguistique, et qui constitue une faible partie (31/152 DEA) du GET 60 «Lettres et langues». Il est plus surprenant, mais encourageant, de trouver également en cette compagnie les «sciences de l'éducation» (7/18 DEA).

On peut ainsi classer les différentes disciplines des sciences de l'homme et de la société selon les «parts de marché» que peuvent espérer atteindre les sciences de la cognition en leur sein.

Il y a d'abord celles où cette part se compte en dizaines de pour-cents (entre 30 et 60 %) : psychologie, linguistique et sciences de l'éducation. Ce sont des scores qui paraissent assez proches de ceux des disciplines qui font partie du noyau des sciences de la cognition, même si pour des raisons de nomenclature on ne peut pas isoler simplement les neurosciences et l'intelligence artificielle à l'intérieur de leurs GET respectifs (50 et 40).

Pour l'économie, le droit et la gestion des progressions fortes semblent aisément et rapidement accessibles. Mais la part finale ne devrait pas dépasser une ou deux dizaines de pour-cents.

Il y a enfin les autres sciences humaines (anthropologie, ethnologie) et sociales (sociologie, sciences politiques, histoire, géographie) où la «cible finale» se compte en quelques pour-cents.

Même si ces «dires d'experts» paraissent grossiers, ils sont suffisamment éclairants pour cadrer une action raisonnable d'approfondissement et d'extension de l'interdisciplinarité des sciences de la cognition dans le champ des sciences de l'homme et de la société (première question de la lettre de mission).

2) Interdisciplinarité et allocations de recherche

Comment atteindre ces «cibles» ?

Dans le domaine de l'habilitation des DEA et de l'attribution des allocations de recherche, comme précédemment dans celui des actions incitatives, ni nos procédures, ni nos institutions ne favorisent

(DEA de Sc en 90) correspond au recensement des DEA ayant rapport aux sciences cognitives en 1990. La cinquième (DEA candidats à AR) correspond aux DEA examinés par le Comité présidé par M. J.-P. Changeux. Et la dernière (DEA virtuellement de Sc en 91) reprend les dires d'experts pour estimer la liste des DEA pouvant virtuellement présenter des candidats à des allocations de recherche.

Les progressions (comparer les deux dernières colonnes) qui font passer des cibles réelles aux cibles virtuelles sont spectaculaires dans les sciences de l'homme et de la société. Cela ne signifie pas qu'elles ne le seraient pas dans les autres disciplines, mais simplement que l'exercice n'y a pas été réalisé.

Si la progression est si grande en économie c'est sans doute parce que, parmi les sciences sociales, c'est la discipline où les techniques de formalisation sont les plus familières.

DEA EN 1991 ET SCIENCES COGNITIVES

N° GET	Intitulé du GET	(1) DEA	DEA (2) de Sc en 1990	DEA (3) candidats à AR	DEA (4) virtuellement de Sc. en 1991
10	Maths ...	46	1	1	1
20	Physique ...	45	0	0	0
21	Chimie ...	63	0	0	0
30	Sc. de la terre ...	32	1	0	1
40	Informatique et ...	56	20	12	18
41	Electronique ...	33	4	2	4
42	Mécanique ...	64	0	0	0
50	Sc. de la vie et ...	137	12	11	11
60	Lettres et langues	152	14	5	19
61	Sc. de l'homme	100	25	18	34
62	Homme, temps ...	139	0	0	0
70	Sc. juridiques et politiques	173	0	0	9
71	Sc. économiques et ...	100	1	1	28
	Total	1140	78	50	125
61	Sciences de l'homme				
c	Philosophie	27	3	2	7
d	Epistémologie, etc.	4	1	1	1
f	Sc. de l'infor. et com.	17	0	0	1
g	Psycho.	26	17	11	18
h	Sc. de l'éducation	18	4	3	7
	Sous-total	92	25	17	34

En droit c'est la possibilité de formaliser le raisonnement juridique et de représenter les connaissances (systèmes experts) qui explique les perspectives.

La psychologie est regroupée avec d'autres disciplines à l'intérieur du GET 61 «sciences de l'homme». En particulier on y retrouve les sciences de

II FORMATIONS DOCTORALES

Le comité scientifique de l'action «sciences de la cognition» distribue également des allocations de recherche sur un contingent réservé dans le cadre des procédures annuelles d'attribution. Le but est de favoriser à long terme la constitution d'une communauté de jeunes chercheurs susceptibles d'intégrer dans leurs propres recherches les apports d'une autre discipline : le critère de l'interdisciplinarité est ici essentiel.

1) DEA et sciences de la cognition

On compte 12 Diplômes d'Etudes Approfondies (DEA) qui dans leur intitulé font explicitement mention des mots «cognition» ou «cognitif». Il s'agit pour 10 d'entre eux de DEA qui relèvent du Groupe d'Evaluation Technique (GET) «Sciences de l'Homme» (GET 61) qui comprend en particulier la psychologie. Pour aller au-delà de cette approche «nominaliste», on peut recenser les DEA d'où proviennent les candidatures à des allocations de recherche examinées et jugées recevables par le Comité Scientifique de l'action «sciences de la cognition», soit 50 DEA pour 94 candidatures.

Mais si tel sujet de thèse provenant de tel DEA a été jugé recevable ou même retenu par le comité, il n'en résulte pas que tout le DEA forme aux sciences cognitives. On a simplement une présomption qu'il peut en venir des thésards en «sciences cognitives». Or on a vu précédemment que les disciplines étaient inégalement mobilisées. Il était donc important de compléter l'information «factuelle» de l'action «sciences de la cognition» par une estimation de la «cible» potentielle, discipline par discipline. Le travail a été réalisé dans le cadre du groupe de suivi du colloque de prospective.

Compte tenu du point de vue particulier (SHS) de cette mission, on a privilégié les «dires d'experts» des sciences de l'homme et de la société (SHS) ; c'est-à-dire l'avis des Directeurs scientifiques de la DRED. Même dans ce cadre limité, le critère de «cognitivité» est difficile à utiliser de manière homogène d'une discipline à l'autre, d'un expert à l'autre. Le rassemblement de ces expertises fait l'objet du tableau ci-après. La première colonne mentionne les Groupements d'Etudes Techniques (GET) qui correspondent aux regroupements des disciplines. La seconde donne le début des intitulés. La troisième le total des DEA de chaque GET. La quatrième

entre le CNRS et les universités est nécessaire : des dispositifs interministériels de pilotage sont donc à prévoir, comme on en connaît pour d'autres actions incitatives. Quant aux thèmes on verra plus bas (chapitre suivant) des suggestions plus précises notamment pour la psychologie et les sciences sociales : «*coordination des jugements et des actes*».

L'interdisciplinarité est à la fois promesse d'interfécondation et difficulté de mise en œuvre. On suivra les analyses de Joëlle Proust dans son rapport à ce sujet pour l'UNESCO⁴ : sa réussite tient à des montages locaux et patients. Sur la «carte» des sciences cognitives il ne faut pas décréter d'en haut (top down) des rapprochements de disciplines qui leur fassent faire le «grand écart», qui essaieraient de marier contre leur gré des disciplines trop éloignées a priori, par exemple les neurosciences et l'économie, ou la linguistique et l'immunologie. Bien évidemment l'histoire des sciences apporte régulièrement des démentis au sens commun qui tient pour une évidence que la chute de la pomme n'a rien à voir avec le cycle des marées. Mais dans le registre de la recherche *normale*, celle dont les pouvoirs publics sont comptables, l'expérience montre que cette conception locale et modeste de l'interdisciplinarité est féconde. Or, les institutions académiques en général, et celles de notre pays en particulier, ne sont pas très propices à cette interdisciplinarité. Que ce soit au CNU ou au CNRS les recherches pluridisciplinaires ou interdisciplinaires ne constituent souvent pas un atout dans la carrière selon le jugement des «pairs» qui appartiennent à une même discipline.

Ces difficultés à pratiquer l'interdisciplinarité ne sont pas spécifiques aux sciences de la cognition. On les rencontre également dans le domaine de l'environnement et de la ville. C'était un des objets de réflexion de l'Assemblée Générale du CNRS en février 1990.

Suggestion 1 :

- 1) Relancer après 1992 une action incitative «*sciences de la cognition*».
- 2) Remplacer le texte d'appel d'offres général par des actions concertées spécialisées par thèmes et par disciplines possédant des comités pluridisciplinaires ad hoc.

⁴ PROUST Joëlle. *L'interdisciplinarité dans les sciences cognitives*. CREA. Groupe de recherche sur la cognition (recherche pour l'UNESCO, déc. 90, 56 p.).

CUMUL DE LA RUBRIQUE «AUTRES» (89-90-91)		
	Présentés	Retenus
1. Philosophie, logique, épistémologie	7	3
2. Mathématiques, formalismes	6	3
3. Projets «horizontaux»	6	3
4. Anthropologie	2	2
5. Sciences sociales	10	4
6. Inclassables	3	1
Total	34	16

On remarque la faiblesse des sciences sociales et de la philosophie. Circonstance aggravante : presque tous les projets viennent d'un seul centre, d'excellence certes, le CREA.

3) Le PIR «cognisciences» du CNRS

Le PIR «cogniscience» existe depuis trop peu de temps (année 90) pour qu'on puisse prétendre en faire un bilan. D'autre part, son volet directement incitatif, action sur les «réseaux de neurones formels», est relativement modeste. Indirectement par contre le PIR agit de manière incitative de fait par les aides qu'il accorde aux différents réseaux thématiques et régionaux en voie de constitution. Mais il n'y a pas à proprement d'évaluation et de sélection sinon par les réseaux en voie de constitution qui choisissent les équipes qui en feront partie.

4) La suite des actions institutionnelles

Dans la mesure où l'action «sciences de la cognition» (MRT-MENJS) s'arrête en 92, la question se pose de savoir si toute action incitative doit pour autant s'arrêter. Il revient naturellement au Comité Scientifique de cette action d'évaluer les effets de son action et d'apprécier si elle a duré assez longtemps. Toutefois il apparaît déjà que les disciplines se mobilisent inégalement autour des sciences de la cognition, qu'en particulier la linguistique et les sciences sociales sont faiblement impliquées et que les tentatives de correction n'ont pas été couronnées de succès. Ceci milite pour qu'au-delà de 92, il y ait des actions incitatives correctrices, au moins en faveur du secteur des sciences de l'homme et de la société (SHS), plus particulièrement en philosophie, en linguistique et en psychologie en liaison dans les trois cas avec les autres sciences sociales. La coordination

PROJETS RETENUS				
	1989	1990	1991	Total
Neurosciences	7	10	12	29
Psychologie	6	4	6	16
Linguistique	3	3	0	6
IA	1	2	5	8
Autres	2	8	6	16
Total	19	27	29	75

Ainsi plus de la moitié des projets présentés (142/238) et retenus (45/75) relèvent des neurosciences et de la psychologie, plus du tiers des neurosciences et près du cinquième de la psychologie. Or cette dernière, — et c'est un trait caractéristique de la recherche française —, est majoritairement associée à la biologie, ce dont témoigne son appartenance au CNRS au département des Sciences de la Vie, alors qu'au CNU elle relève des SHS.

On remarque également la faiblesse de la linguistique et de l'intelligence artificielle. La pluridisciplinarité des sciences cognitives ne se traduit pas par un équilibre des disciplines de base. Les responsables de l'action ont très tôt pris conscience du problème et ont, en conséquence, modifié la rédaction du texte d'appel d'offres pour solliciter d'avantage les sciences de l'homme et de la société. Le volontarisme n'a pas rencontré d'écho ni au niveau du nombre, ni au niveau de la qualité des projets présentés, sauf dans la rubrique «autres», qu'on peut analyser plus en détail en cumulant les trois années pour avoir des chiffres significatifs.

néanmoins très importante. Son comité scientifique est présidé par M. J.-P. Changeux.

Trois années consécutives (89, 90, 91) un appel d'offres de recherches, cofinancé par les deux ministères, a été lancé. La définition du champ des «sciences cognitives» correspond à celle qui a été présentée dans l'introduction et qui combine les trois critères de la discipline (une autre, ou mieux encore deux, parmi cinq), de l'objet (les compétences du cerveau humain) et de la méthode (l'expérimentation et/ou l'implémentation et/ou la modélisation).

Comme la pluridisciplinarité était encouragée, il est parfois délicat d'identifier une discipline dominante. Pour évaluer néanmoins de manière synthétique les résultats, c'est ce qui a été fait pour les projets présentés (1er tableau) et les projets retenus (2eme tableau).

Dans un premier temps on a regroupé dans la rubrique «autres», outre la philosophie, les mathématiques, la physique, l'anthropologie, les sciences sociales et les projets dits «horizontaux» (colloques interdisciplinaires, regroupement de moyens en documentation, calcul, etc.).

PROJETS PRÉSENTÉS				
	1989	1990	1991	Total
Neurosciences	25	24	38	87
Psychologie	14	20	21	55
Linguistique	8	7	7	22
IA	13	12	16	41
Autres	5	12	16	33
Total	65	75	98	238

particulier de son directeur Jean-Pierre Dupuy. Le colloque de prospective préparé par un groupe scientifique interdisciplinaire, animé par Alain Berthoz, a donc été une réussite : plus de 250 chercheurs de toutes les institutions publiques de recherche françaises ont rencontré d'autres chercheurs ou animateurs d'une dizaine de pays². Un comité de suivi s'est mis en place. Le rapport a été remis en novembre³.

Du point de vue particulier qui est celui qui doit présider à la présente mission, du point de vue des sciences de l'homme et de la société, ce succès ne doit pas dissimuler quelques ombres légères qui tiennent aux caractéristiques françaises de la recherche en sciences cognitives (voir introduction précédente) que le colloque ne faisait que refléter de sorte que la responsabilité des organisateurs ne peut être en cause : il y avait une faible présence relative de cette partie de la psychologie qui est en relation avec les sciences sociales (psychologie sociale, psychosociologie) ; en linguistique la problématique chomskyenne, traditionnellement dominante dans les sciences cognitives au MIT, a quelque peu éclipsé les autres écoles de la linguistique française ; enfin les anthropologues français semblent bouder toujours la discussion avec l'anthropologie cognitive. Une des conclusions générales de ce rapport (notamment du chapitre II qui suit) est qu'il n'y a là rien d'irréparable. Quant aux conclusions du groupe de suivi certaines sont reprises dans la conclusion du présent document.

2) L'action «sciences de la cognition»

L'action «sciences de la cognition» lancée conjointement en 1989 par les deux ministères responsables de la recherche (MRT) et de l'enseignement supérieur (MENJS) a un volet «incitatif» qui conduit également à une mobilisation moins spectaculaire que le colloque de prospective, mais

Il faut également mentionner la synthèse proposée par les chercheurs du CREA dans «*Le Débat*», numéro spécial : «Une nouvelle science de l'esprit. Intelligence artificielle, sciences cognitives, nature du cerveau», n° 47, nov.-déc. 87, 192 p.

Les colloques «COGNITIVA» ont été lancés à l'initiative du CESTA en 85 et 87. En septembre 90 l'AFCEC a pris le relais à Madrid.

En 1992, le prochain colloque devrait avoir lieu à Dresde, organisé par l'AFCEC.

Enfin, un colloque a eu lieu en 1991 à Royaumont sur la «constituance», «Compositionality in Cognition and Neural Networks». Daniel Andler, Elie Bienenstock et Bernard Laks. 27-18/05/91, 117 p.

² Voir le dossier du colloque : dossier de presse du 30 janvier 1991; actes du colloque (mai 1991). Cf. *Recherche et Technologie* (n° 72, fév. 91, pp. 3 à 5) et le *Courrier du FRT* (n° 2, déc. 90, p. 5).

³ Comité de suivi du colloque de prospective. Rapport (novembre 91 ; 35 p.).

CHAPITRE I

LES ACTIONS INSTITUTIONNELLES DANS LES SCIENCES DE LA COGNITION

Les pouvoirs publics ont manifesté la priorité qu'ils donnent au développement des sciences cognitives à travers trois actions :

- 1) l'action MRT-MENJS «sciences de la cognition» préparée par le rapport demandé par les deux ministres à M. J.-P. Changeux ;
- 2) le Programme Interdisciplinaire de Recherche (PIR) cognisciences du CNRS ;
- 3) le colloque de prospective sur les «sciences de la cognition» organisé par le MRT du 28 au 31 janvier 1991.

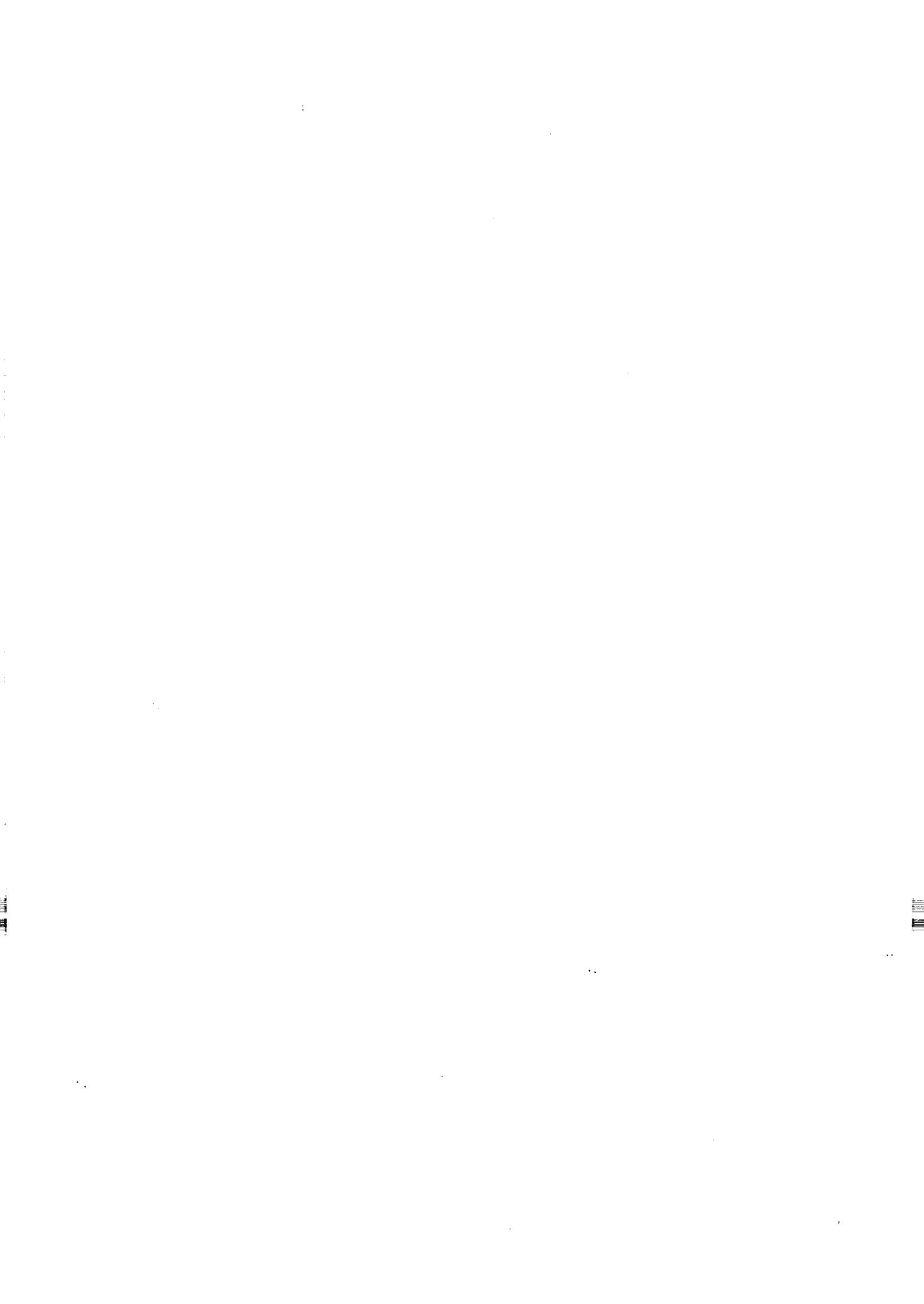
Il s'agissait de mobiliser la communauté scientifique afin d'y promouvoir le dialogue interdisciplinaire (mobilisation) en faveur des sciences cognitives et de répondre aux attentes ainsi créées en formant de nouveaux chercheurs (formation) et en concentrant et en rationalisant les moyens autour de thématiques et de problématiques cohérentes (structures).

I MOBILISATION INTERDISCIPLINAIRE ET POLITIQUE INCITATIVE

1) Le colloque de prospective

Le colloque de prospective organisé par le Ministère de la recherche et de la technologie a constitué à la fois le point d'orgue et la consécration de la mobilisation des chercheurs. Ceux-ci en effet depuis une dizaine d'années se sont retrouvés avec des chercheurs étrangers, notamment à Cerisy ou à Royaumont ¹, souvent à l'initiative des chercheurs du CREA, et en

¹ Centre Royaumont pour une science de l'homme. *Théories du langage, théories de l'apprentissage. Le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky* organisé et recueilli par Massimo Piattelli-Palmarini. Ed. du Seuil. Paris. 1979, 533 p.
Le colloque a eu lieu du 10 au 13 octobre 1975. DUMOUCHEL Paul et DUPUY Jean-Pierre éditeurs. *L'auto-organisation. De la physique au politique. Colloque de Cerisy.* 10-17/06/81. Ed. du Seuil. Paris. 1983, 562 p. DUPUY Jean-Pierre. *Ordres et désordres. Enquête sur un nouveau paradigme.* Ed. du Seuil. Paris. Avril 1990, 278 p. Fogelman-Soulié Françoise (sous la direction de) Colloque de Cerisy. *Les théories de la complexité. Autour de l'œuvre de Henri Atlan.* Ed. du Seuil. Paris. Janvier 1991, 455 p. DUMOUCHEL Paul et DUPUY Jean-Pierre. *L'enfer des choses. René Girard et la logique de l'économie.* Ed. du Seuil. Paris. Octobre 1979, 265 p.



PREMIERE PARTIE

INTERDISCIPLINARITÉ :

**priorité aux sciences de la cognition,
à leur unité et à leur interdisciplinarité**

questions qui la résument. Restent à explorer les modalités du renforcement et de l'extension de l'interdisciplinarité et du transfert des connaissances, qui corrigent les traits spécifiques négatifs de l'identité des sciences cognitives en France.

intelligence artificielle), et de l'action (motricité, robotique, intelligence artificielle, etc.) ;

- 3) une méthode commune : le test de la simulation ou de l'implémentation dans des mécanismes biologiques ou des machineries symboliques (formalismes) ou physiques (machines, ordinateurs), ce qui passe en général par l'étape intermédiaire de la modélisation (d'où le recours à certaines techniques mathématiques : réseaux d'automates, langages formels, logiques non standard, équations différentielles non linéaires, réseaux de neurones formels, verres de spin, etc.).

Grâce à la combinaison exigeante de ces trois critères, on conjure le risque de dissoudre les sciences cognitives dans une constellation trop vaste de disciplines dont les rapports mutuels seraient de simples transferts d'analogies ou de métaphores, la plupart du temps stériles scientifiquement. Ces analogies et ces métaphores ont par contre beaucoup de succès auprès du grand public, comme en témoignent l'engouement pour le chaos, la complexité, l'auto-organisation, etc., parce qu'elles confèrent l'illusion de la compréhension intuitive de théories réputées difficiles, voire ésotériques.

Pour ces raisons de politique scientifique et de morale médiatique, il convient de promouvoir une acception exigeante des «sciences de la cognition».

Plusieurs traits originaux caractérisent le champ des sciences cognitives en France, quand on les compare à ses homologues à l'étranger :

- 1) l'exclusion des sciences sociales et l'inclusion de la philosophie (sous la forme de l'épistémologie et de l'histoire des sciences, et, à un moindre titre, de la philosophie du langage) ;
- 2) une moindre importance accordée aux sciences de l'ingénieur, aux applications, aux transferts, aux problèmes de l'ergonomie cognitive et de l'interaction homme-machine.

Les chercheurs savent d'expérience l'internationalisation croissante de la recherche et pressentent les enjeux économiques et sociaux des retombées de leurs travaux. Ils souhaitent donc la consolidation et la promotion de la recherche en sciences cognitives. Ceci implique le renforcement de la confrontation entre les disciplines, parmi lesquelles doivent figurer les sciences de l'homme et de la société. Ils souhaitent également l'organisation des transferts en direction de la société civile (santé, enseignement, industrie, services, etc.). Ceci justifie donc la présente mission, et les deux

controversés à l'intérieur de la communauté scientifique comme en témoigne, entre autres documents, le rapport Imbert.

Adopter, comme la communauté internationale y invite, comme priorité scientifique la perspective des applications et des transferts sous le terme générique «d'ergonomie cognitive», peut apparaître aux savants, à tort, comme une prise de parti dont les motivations ne pourraient être qu'idéologiques et inavouables, puisque, comme le montre l'histoire récente mais animée des sciences cognitives, les neurosciences sont en phase d'ascension spectaculaire, alors que les ambitions primitives de l'intelligence artificielle (prévision pour 1990 de succès en traduction automatique, en reconnaissance de la parole, en jeu d'échec, etc.) sont apparues, malheureusement, présomptueuses. Mais, si les progrès sont plus lents que prévus, ils sont réels et substantiels. D'autre part, la communauté scientifique se refuse à un divorce par consentement mutuel des disciplines¹⁶. Au contraire, elle incrimine les rigidités disciplinaires dans lesquelles elle voit le principal obstacle à la fécondité de ces recherches. Enfin, les problèmes posés par les ingénieurs constituent souvent un puissant stimulant pour la recherche.

CONCLUSION

Au terme de cette analyse du contenu des sciences cognitives, on dispose d'une combinaison de trois critères qui permettent de définir pragmatiquement et intuitivement si une science est cognitive, ce qui au sein d'une discipline qui n'est pas entièrement cognitive (par exemple la logique, l'informatique, l'anthropologie, l'économie, etc.) ce qui est cognitif et ce qui ne l'est pas :

- 1) une liste de cinq disciplines de base (les «sciences cognitives» au sens large de Daniel Andler), éventuellement combinées : psychologie, linguistique, philosophie, neurosciences, intelligence artificielle ;
- 2) un objet commun : la compréhension des aptitudes (ou compétences) du cerveau humain, parmi lesquelles figurent celles de la perception (vision, notamment), du langage, du raisonnement (logique,

¹⁶ Rapport Imbert, *op. cit.*, pp. 222-223.

disciplines (cf. *supra*, p. 16) de la carte (neurosciences, psychologie, intelligence artificielle) correspondent à des niveaux (biologique, psychologique, computationnel), d'autres (linguistique, intelligence artificielle, logique) à des compétences (langage, raisonnement).

Cette approche internationale des sciences cognitives est donc caractérisée par le souci du rapport au monde empirique (perception, action), de la différenciation des niveaux d'émergence des compétences et du rapport à la temporalité.

On retrouve ce point de vue dans l'Encyclopédie des sciences cognitives, en cinq volumes, dont le programme FAST a pris l'initiative de la publication :

- Vol. I : Psychologie cognitive
- Vol. II : Logique et linguistique
- Vol. III : Interaction homme-machine
- Vol. IV : Neurosciences cognitives
- Vol. V : Intelligence artificielle

Tout un volume (le III) est donc consacré à l'ergonomie cognitive¹⁵.

Or, cette orientation de la politique scientifique n'est pas neutre vis-à-vis de l'équilibre entre les disciplines. En effet, l'intelligence artificielle a connu son apogée relative dans le champ des sciences cognitives au milieu des années 70. Elle était par constitution liée à l'informatique et donc aux applications qui en étaient faites. Par contre, les neurosciences sont arrivées plus tardivement, et sauf dans le domaine de la santé, n'ont pas encore beaucoup d'applications industrielles. Or, les mérites respectifs des deux approches, celle de la biologie et celle de l'intelligence artificielle, sont

15 L'ergonomie, pas plus que les sciences de l'éducation, les sciences de l'information et les sciences de la communication, n'est pas en soi une discipline. Il s'agit davantage d'une constellation de disciplines (psychologie, médecine, mécanique, sociologie, architecture, économie, etc.), autour d'un même objet, «le travail». Celui-ci, à la différence de l'information, de la communication, etc., a des connotations sociales qui font de l'ergonomie une discipline un peu maudite. Mais en tant que «carrefour interdisciplinaire», qui plus est, par construction, tournée vers les applications, elle permet d'approfondir l'interdisciplinarité des sciences cognitives et permet de les embrayer sur les préoccupations économiques. Voir à ce sujet les réflexions stimulantes de Danièle DUBOIS, «Sciences cognitives et ergonomie : effet de mode, enrichissement réciproque ou normalisation ?», 1991, 7 p., à paraître dans *Le travail humain*, 1992, numéro spécial «L'ergonomie cognitive : des enjeux pluridisciplinaires». Du même auteur on a pu également consulter la réponse à une enquête sur les sciences cognitives (3 p.).

On pourrait dire la même chose des «sciences de l'éducation», qui constituent une discipline à part entière de longue date dans les pays étrangers et qui constituent un enjeu très important pour l'avenir de nos sociétés, si la recherche en ce domaine n'était en France insuffisamment développée : didactique des disciplines, enseignement assisté par ordinateur, psychologie du développement et de l'acquisition des connaissances, représentation des connaissances, ergonomie cognitive, etc.

Ces questions seront examinées *infra* à propos des transferts. Du point de vue de l'identité des sciences cognitives, elles montrent néanmoins un trait caractéristique de notre pays : la faiblesse relative des recherches appliquées et le relatif divorce entre la culture du chercheur et celle de l'ingénieur.

V. LES SCIENCES DE L'INGENIEUR

Si on compare la définition des «sciences cognitives» proposée par le Comité national à celle qui semble recueillir le consensus de la communauté scientifique internationale et qui est exposé dans le rapport de Michel Imbert pour FAST, on voit, par contraste, combien dans cette dernière sont plus présentes les préoccupations des ingénieurs. Les sciences de l'ingénieur sont certes mentionnées dans les «cartes» de Daniel Andler. Mais elles y coïncident avec la seule informatique (I : informatique), alors que dans le rapport Imbert cela renvoie à toute «l'ergonomie cognitive» (un de six chapitres de l'ouvrage), c'est-à-dire l'étude de l'interaction homme-machine (Human-Computer Interaction : HCI). Cette ouverture de la recherche fondamentale vers les applications et le développement, qui témoigne du pragmatisme qui inspire les politiques scientifiques anglo-saxonnes, s'éclaire lorsqu'on la rapporte à la description du champ des «sciences cognitives» qui a été proposée par le rapport Imbert et qui a été popularisée sous l'expression de «prisme cognitif» (reproduit également par D. Andler, *op. cit.*, p. 645). Au lieu d'avoir une «carte» à deux dimensions de disciplines, on a un volume, un prisme, qui croise quatre niveaux (biologique, psychologique, computationnel, mathématique), quatre compétences (perception, langage, raisonnement, action) et deux temporalités (les diachromies de l'ontogenèse et de la phylogenèse, la synchronie du fonctionnement normal ou pathologique de l'adulte dans les sociétés développées), soit trente deux cases élémentaires. Certaines

utilisées en général avec des serveurs télématiques sur des bases de données réparties¹³.

Mais, si on examine les disciplines scientifiques mobilisées par les recherches scientifiques et techniques du domaine, on constate qu'à l'exception des neurosciences, il s'agit des mêmes disciplines que celles des sciences cognitives, plus l'économie (de l'information), la psycho-sociologie et le droit.

Le Ministère de la recherche et de la technologie (Délégation à l'information scientifique et technique, DIST) et le Ministère de l'éducation nationale ont lancé un appel d'offres, PARINFO, dont un très petit nombre de thèmes recourent ceux de l'appel d'offres «sciences de la cognition».

A cause des enjeux économiques et financiers liés à l'essor des techniques correspondantes (flux trans-frontières de données financières, maîtrise d'outils comme la Bibliothèque de France, banque de données sur les brevets et les licences, etc.), le Commissariat général du Plan a constitué un Groupe de travail sur «L'information spécialisée», groupe présidé par M. Meyer¹⁴. Son rapport énumère un certain nombre de recommandations parmi lesquelles figurent une invitation adressée au MRT afin qu'il fédère les efforts de recherche en ces matières.

Les «sciences de l'information» apparaissent moins comme un domaine de recherches fondamentales qui recouperait partie des sciences cognitives qu'un domaine *d'applications* de recherches, dont bon nombre viendraient des sciences cognitives : représentation des connaissances, interaction homme-machine, taxinomies savantes et populaires, psycholinguistique, linguistique computationnelle, analyse du raisonnement en langue naturelle, reconnaissance des formes et des images, etc.

¹³ Voir les documents publiés dans le cadre du Programme d'aide à la recherche en information (PARINFO), lancé et géré par le MENJS et la Délégation à l'information scientifique et technique (DIST) du MRT, notamment le texte d'appel d'offres 1991 (4 p.) et le séminaire PARINFO des 11 et 12 février 1991 (31 p.) et l'enquête faite pour PARINFO par Bossard Consultants. Voir également le programme de l'Association Descartes sur le thème «Information et communication», texte de présentation, 14 p., de Pierre Chambat, juin 1991. Voir également le numéro spécial de la revue *Brises*, revue de l'INIST (CNRS), 1991/1, n° 16, dont le titre est «Sciences de l'information, technologie de l'information, société de l'information».

¹⁴ Voir également l'ouvrage d'Anne Mayère, *L'économie de l'information*, CNRS, 1990.
Commissariat général du Plan, *L'information spécialisée*, La Documentation française, 1991 (Rapport du Groupe de travail, présidé par M. Meyer).

Directeur général du CNRS, on aura une idée du contexte scientifique dans lequel a émergé ce qui allait devenir le PIR «cognisciences», et comment les sciences de la cognition se sont posées institutionnellement en s'opposant d'une part aux sciences de la communication, d'autre par aux sciences de l'information (documentation, bibliographie, indexation, classifications, évaluation, serveurs de données, archivage, etc.) et à l'informatique (science du traitement de l'information au sens large).

Si on examine la liste des DEA du rapport Wolton ou le contenu des enseignements universitaires appelés «Sciences de la communication», on constate certes un recouvrement substantiel (on retrouve les quelques DEA de «sciences cognitives», des enseignements de psychologie et de linguistique). Mais on trouve surtout une telle extension de la définition de la cognition (sociologie des médias, marketing politique, communication interne en entreprise, etc.), qu'on ne voit pas ce quelle en serait la fécondité scientifique.

Mais, d'un autre côté, c'est faute d'avoir été attentive à toutes les dimensions de la communication humaine que la linguistique générativiste s'est enfermée dans un certain dogmatisme syntaxique et a négligé les aspects sémantiques et pragmatiques du langage. C'est également à travers les essais de formalisation du dialogue, que progressent certaines branches de la logique et de l'intelligence artificielle.

S'il convient d'exclure les sciences de la communication du champ des sciences cognitives, il ne faut pas soustraire à ces dernières l'objet des premières, notamment tout le domaine de l'ergonomie cognitive et de l'étude de l'interaction homme-machine.

2) Les sciences de l'information

Les sciences de l'information ne sont pas synonymes de l'informatique. A travers de multiples tâtonnements terminologiques (information spécialisée, information professionnelle, bibliothéconomie, etc.), elles désignent plutôt les nouvelles techniques de conservation, d'archivage, de classement, d'interrogation, de sélection, de restitution, de traitement, d'édition, de circulation d'informations en quantités massives (publications, données financières, informations techniques, données bibliographiques, informations scientifiques et techniques, etc.) qui sont

Or, l'adoption de ce critère méthodologique par les sciences sociales laisse augurer, dans les autres pays, des progrès scientifiques encourageants. Ne serait-il pas temps qu'il en soit de même dans notre pays ? Telle était la première question à laquelle la présente mission devait apporter des éléments de réponse.

IV. COGNITION, INFORMATION ET COMMUNICATION

Cette acception strictement limitative permet d'isoler les «sciences cognitives» au sein de constellations plus vastes comme les sciences de l'information et les sciences de la communication.

1) Les sciences de la communication

Historiquement, au CNRS, les «sciences cognitives» ont constitué un sous-ensemble d'une Action de Recherche Interdisciplinaire¹¹ (ARI), intitulée «Sciences de la communication» et animée par Dominique Wolton. Celui-ci a d'ailleurs rédigé un rapport, en 1989, sur les actions de recherche en «sciences cognitives» conduites de 1985 à 1989. Ce rapport est contemporain de celui qui a été fait par Goéry Délaçôte, à la demande du Directeur général du CNRS, toujours sur les «sciences cognitives», avant qu'il ne prenne la tête de l'Institut National de l'Information Scientifique et Technique (INIST). Si on ajoute à ces deux rapports celui rédigé par M. Kordon¹² sur «Neurosciences et informatique», toujours à la demande du

Neuro-Nîmes, en 1991 : «Les réseaux neuro-mimétiques, et leurs applications», Nîmes, 4-8/11/91), scientifique (développement du Neuro-computing, cf. Anderson, J. Rosenfeld, Ed. Mit Press) et technique (voir les études des applications aux USA et au Japon, déjà mentionnées).

Le danger de cet instrumentalisme «positiviste» est d'évacuer le facteur «humain» dans l'interaction homme-machine et donc de voir des pannes techniques à la place des problèmes sociaux.

Des articles de vulgarisation témoignent de ce succès :

1) CNRS. *Le courrier du CNRS*, «Images de la physique», supplément au n° 76, «Réseaux de neurones et physique statistique», pp. 92-106.

2) Jean-Claude LEVY, «Structures mentales et réseaux neuroniques», La Jaune et la Rouge, avril 1989, pp. 13-19.

11 CNRS. GDR «Communication». Sciences cognitives. Action menée de 1985 à 1989. Dominique Wolton, Paris, octobre 1989.

12 KORDON, Neurosciences et informatique. Rapport au Directeur général du CNRS, 44 p., 1989.

les deux ans (le prochain aura lieu à Tokyo, en 1992) et qui sont dûs à l'initiative d'une poignée d'économistes français de l'AFCEP (J.-L. Le Moigne, P. Bourguin, B. Walliser, J.-L. Roos, notamment), il n'en est pas de même, à quelques exceptions individuelles près, en France. Aux Etats-Unis, par contre, Herbert Simon a fait école pour étudier «l'ingénierie des organisations», bref, l'application des sciences cognitives au management des entreprises. Mais, ne s'agit-il pas là d'une acception trop lâche des sciences cognitives, si lâche que cela donne raison au CNRS de ne pas la retenir pour la recherche fondamentale ?

La France est le pays de Descartes, de La Mettrie et d'Auguste Comte. Le premier est l'auteur de la théorie des animaux-machines. Le second a popularisé cette version du matérialisme selon laquelle le cerveau est l'organe de la pensée. Enfin, pour le troisième, la sociologie n'est qu'un autre nom pour la «physiologie sociale». Dans notre pays donc «l'individualisme méthodologique» se sent chez lui. Comme les sciences sociales, à l'exception de l'économie, ou plus exactement de la micro-économie, ont été plutôt dominées par la tradition durkheimienne (Durkheim, Mauss, Habwachs, «structuralisme», etc.) «holiste», elles ne pouvaient guère intégrer les modèles élaborés par les sciences cognitives, alors même qu'elles en partageaient certains objets privilégiés, comme les cadres sociaux de la connaissance, les représentations, «l'interaction» des subjectivités et des comportements, etc.

Ni la définition en extension dans les autres pays, ni la définition en compréhension (viser à comprendre l'intelligence humaine) n'excluent en droit les sciences sociales *stricto sensu* du champ des sciences cognitives, dont en France elles sont absentes de fait pratiquement. Un troisième critère, méthodologique, intervient qui fait jouer à la modélisation, au moins à titre d'horizon, un rôle important, ce qui explique que dans chaque paragraphe de la définition du Comité national figurent les mots «modèle» ou «modélisation», que tout un paragraphe soit consacré à des instruments formels (les réseaux d'automates, souligné dans le texte), issus de la physique, comme si c'était une discipline parmi d'autres, et que l'approche connexionniste soit privilégiée en étant la seule mentionnée¹⁰.

10 CECOIA 3 est prévu à Tokyo (31/8/92 ; 4/9/92), sous la présidence de Jacques Lesourne. Si les «réseaux de neurones formels» ont tant de succès c'est sans doute en raison de leur aspect neutre (formalisme apte à toutes les applications) et universel (à la fois biologique, «neurones», et informatique, «formel»). D'où le succès commercial (colloque

recherches sur l'éthologie animale ? Y-a-t-il une solution de continuité entre l'éthologie animale et la psychologie humaine ? Inversement, l'éthique oppose-t-elle des limites aux investigations sur la cognition humaine ?

En conclusion, le Comité national a raison d'en appeler à la «réflexion philosophique», quitte à accuser l'originalité de l'acception française du sens de l'expression «sciences cognitives», et quitte à en préciser le contenu : d'une part donner droit de cité à la tradition analytique en favorisant la réception en France (philosophie du langage, pragmatique) et la confrontation avec la phénoménologie ; également, promouvoir des travaux d'épistémologie et d'histoire des sciences sur la biologie, ce qui n'est pas spécifiquement «cognitiviste», mais nécessaire à l'élaboration ultérieure éventuelle d'une épistémologie des sciences cognitives ; enfin, stimuler la réflexion éthique qui doit accompagner la recherche en sciences cognitives. En ces trois domaines, notre pays dispose d'atouts qui lui permettent d'apporter une contribution originale et attendue à la réflexion de la communauté scientifique internationale.

III. L'EXCLUSION DES SCIENCES SOCIALES

Par contre, les chercheurs étrangers qui fréquentent les milieux français ou qui siègent dans les différents conseils qui ont à traiter des «sciences de la cognition», s'étonnent de l'exclusion des sciences sociales de leur champ et de manière générale d'une acception de ces recherches qui privilégie plus l'étude du cerveau (*brain*) et donc de l'individu, que celle de la connaissance (*mind*), y compris dans sa dimension sociale, plus les neurosciences que l'économie, la sociologie ou l'intelligence artificielle, que Roger Shank n'hésite pas à définir comme «la science de l'intelligence humaine».

Historiquement, Herbert Simon a lancé un pont entre l'intelligence artificielle et l'économie dont il a été prix Nobel.

Malgré l'existence des colloques CECOIA⁹ (Colloques Internationaux d'Economie et d'Intelligence Artificielle), qui rencontrent un vif succès tous

⁹ CECOIA 1. *Economie et intelligence artificielle* (31/8/86-4/9/86, à Paris). Actes publiés sous la direction de J.-L. Roos et J.-L. Le Moigne, par l'AFCEI en 1987.
CECOIA 2. *L'économique et l'intelligence artificielle* (2-6/7/90, à Paris). Actes publiés par B. Walliser et J.L. Le Moigne, 1991.

les travaux de pragmatique issus de la philosophie analytique avec ceux de la phénoménologie de la perception et de l'herméneutique.

2) Epistémologie

D'autre part, l'histoire épistémologique des sciences cognitives dans la période récente a été résumée comme celle du déclin d'une «science normale», celle de l'approche computationnelle, symbolique ou encore cognitiviste de l'intelligence et de l'irrésistible ascension du «néoconnexionnisme». Daniel Andler, qui a repris de manière plus nuancée et plus détaillée cette analyse de la conjoncture scientifique dans son article de l'Encyclopædia Universalis, déjà cité, est le premier à convenir qu'en réalité les choses sont plus compliquées et que derrière la bannière néoconnexionniste que brandissent ceux qui remettent en cause le paradigme dominant, se regroupent des épistémologies différentes dont beaucoup ne possèdent pas un cadre clair bien stabilisé. Les chercheurs souhaitent très largement un travail rigoureux d'élaboration conceptuelle en France, aux USA et au Japon⁷. Ainsi, certains chercheurs japonais protestent contre l'aspect «boîte noire» des réseaux de neurones formels. Selon eux, constater que cela marche ne dispense pas de rechercher pourquoi, et donc d'élaborer des concepts et pas seulement des dispositifs techniques qui interconnectent des réseaux de neurones naturels à des réseaux sur silicium (réseaux dits «hybrides»). Or, les recherches en épistémologie et en histoire des sciences en France et à l'étranger privilégient la physique et les mathématiques. Manquent des travaux de base pour la biologie, *a fortiori* pour les neurosciences et les sciences cognitives.

3) Ethique

Quant aux biologistes, ils demandent aux philosophes de les éclairer sur les dimensions éthiques des recherches en sciences cognitives⁸. Y-a-t-il une base naturelle à la perception morale ? Pourquoi en France y-a-t-il si peu de

⁷ Cf. Paul COGAN, *Les recherches sur les «neuro-ordinateurs» au Japon*, Ambassade de France au Japon, Service scientifique, Etude n° 1205 (12/12/88, 53 p.). Document communiqué par Mme Tyc-Dumont.

⁸ Voir le colloque organisé par la FIDIA (Fidia-Georgetown Institute for the Neurosciences) et la Fondation pour la recherche médicale, à l'initiative de Jean-Pierre Changeux sur le thème «Natural Foundations of Ethics», les 22 et 23 novembre 1991, à Paris (texte de 23 p. + 4 p.).

d'une révérence obligée, conforme à la tradition humaniste particulièrement prestigieuse dans notre pays.

1) Philosophie du langage

On ne précise pas en effet s'il s'agit d'épistémologie ou de philosophie du langage. Dans ce dernier cas on mesure les ambivalences sémantiques, puisque ce qui correspond aux Etats-Unis à la philosophie du langage relève souvent de la pragmatique, et donc de la linguistique, quand ce n'est pas de la tradition de la «philosophie analytique» qui s'oppose à notre tradition continentale, inspirée par l'herméneutique et la phénoménologie de Nietzsche à Derrida, en passant par Husserl, Heidegger et Merleau-Ponty.

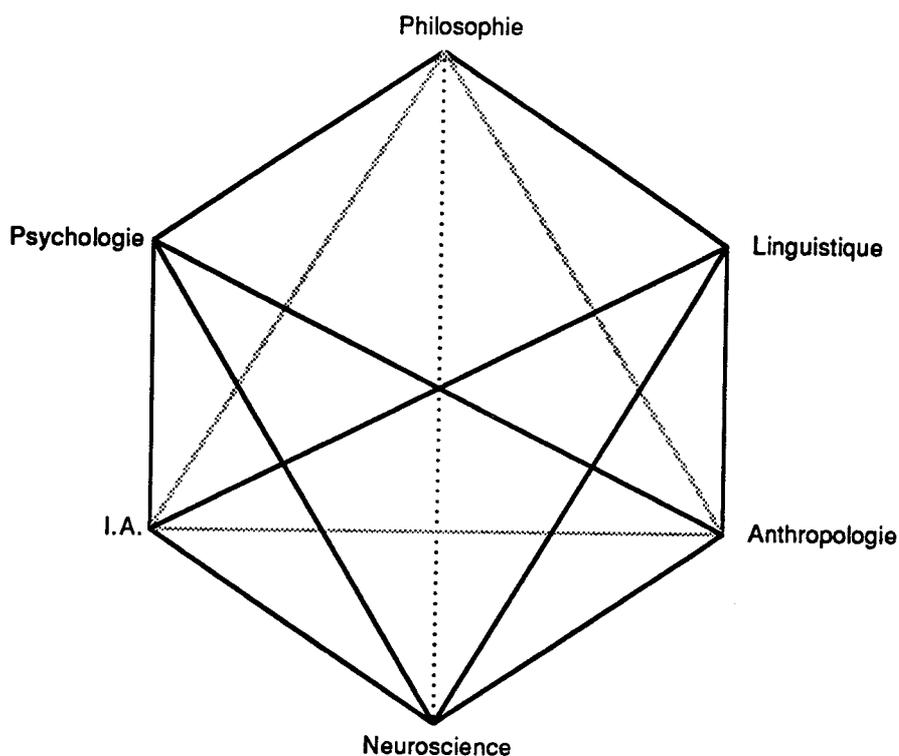
Mais la réception de la «philosophie analytique» en France rencontre dans les institutions académiques officielles une forte résistance. L'essor des sciences cognitives en France apparaît dans ce contexte comme une propagande pour une idéologie étrangère et contraire à nos traditions philosophiques. Il était dommage qu'une confrontation ne s'amorçât point. D'autre part, dans la conjoncture actuelle, du sein même de la philosophie analytique émerge un courant de curiosités⁶ pour la tradition continentale, curiosités qu'il serait maladroit de décourager, dans la mesure où notre pays a des atouts à faire valoir en ce domaine dans la communauté internationale. L'objectif d'une action éventuelle consisterait à confronter

⁶ Ainsi le même Hubert Dreyfus, célèbre pour avoir critiqué les prétentions de l'intelligence artificielle (*What Computers can't do*, New York, Harper and Row, 1979, traduit en 1984 chez Flammarion par *Intelligence artificielle, mythes et limites*), est celui qui acclimate aux Etats-Unis les analyses de la phénoménologie de Husserl, Heidegger et Merleau-Ponty.

Voir le séminaire organisé par Joëlle Proust en 1991, au CREA, sous le titre «Intelligence artificielle, cognition et philosophie : l'idée de mécanisme» (texte de 5 p.). Voir également la «Note concernant l'effet d'entraînement des sciences cognitives sur les sciences humaines et les sciences sociales», de Jacques Dubucs (5 p.), document communiqué par l'auteur.

Voir, également, toujours parmi les «philosophes» du CREA, qui fréquentent également l'Université technologique de Compiègne, Jean-Michel Besnier qui, à l'intention du CREA, reprend l'interpellation critique de la métaphysique classique vis-à-vis de la «naïveté» spontanée des informaticiens : «les sciences cognitives et la tradition métaphysique» (Conférence du 3/9/91 à Compiègne, 13 p.). Moins confidentiels sont les articles du même auteur parus dans *Esprit* : «L'âme et l'artifice : le désenchantement par l'intelligence artificielle» (1991, pp. 142-162), et «Les sciences cognitives ont-elles une âme ?» (pp. 117-132). Enfin, dans la revue *Réseaux* (n° 46-47, mars-juin 1991) : «Pour une communication sans concept».

C'est «l'hexagone cognitif» proposé par Gardner dans le rapport de la fondation Sloan (1978) et repris dans son ouvrage de 85⁴.



Liens interdisciplinaires faibles :
 Liens interdisciplinaires forts : _____

Jean-Louis Le Moigne acclimata en France (1986) l'hexagone⁵ en remplaçant philosophie par «épistémologie» et anthropologie par «sciences sociales (communication, décision, économie, anthropologie)». S'il a été suivi pour l'épistémologie, il n'a guère eu de succès pour les sciences sociales.

Aussi, quand le CNRS conclut sa définition par une invitation à la «réflexion philosophique», sans plus de précision, il s'agit sans doute là

⁴ Sloan Foundation (1978), *Cognitive Science*, 1978. Report of the State of the Art Committee, New York (ce rapport n'a jamais été publié, bien que douze savants célèbres aient participé à sa rédaction).

Howard GARDNER (1985), *The Mind's New Science : a History of the Cognitive Revolution*, New York, Basic Books.

⁵ Jean-Louis LE MOIGNE, éd., *Mécanismes de l'intelligence, intelligence des mécanismes*, Paris, Fayard, 1986.

grossièrement en distinguant trois phases. La première est celle du premier «connexionnisme» ; elle s'achève avec l'échec du Perceptron de Rozenblatt (années 60). La seconde voit l'essor de l'informatique et de l'intelligence artificielle : raisonner c'est calculer. Cette période s'achève avec la critique des prétentions du calcul (notamment par H. Dreyfus). La troisième est le retour en force du connexionnisme, dénommée pour cela «néoconnexionnisme», grâce aux progrès des réseaux de neurones formels, du calcul massivement parallèle et de modélisations mathématiques, de notions comme l'auto-organisation, l'ordre par le bruit, l'émergence, etc. Il faut simplement retenir de cette vue cavalière que le contenu des sciences cognitives a singulièrement varié au cours du temps. Par rapport à la liste «officielle» du CNRS, deux ensembles de disciplines sont problématiques : la philosophie et les sciences sociales.

II. L'INCLUSION DE LA PHILOSOPHIE DANS LES SCIENCES DE LA COGNITION

La Sloan Foundation et la Systems Development Foundation ont joué un rôle décisif dans l'essor des sciences cognitives aux Etats-Unis dans les années 70, en donnant des fonds considérables aux universités pour qu'elles créent des centres de recherches interdisciplinaires susceptibles de réaliser de vastes programmes de recherche. Dans ce cadre-là, elles ont popularisé une définition des sciences cognitives où figurent six disciplines, parmi lesquelles l'anthropologie et la philosophie.

Sur l'histoire des sciences cognitives, Jean-Pierre Dupuy propose une synthèse (à paraître en 1992) des trois volumes des *Cahiers du CREA* qui correspondent chacun à une des étapes de cette évolution : *Cahiers du CREA* :: n° 7, «Histoires de cybernétique», novembre 85 (contributions de Dupuy, Heims, Levy) ; n° 8, «Généalogies de l'auto-organisation», novembre 85 (contributions de I. Stengers, P. Livet) ; n° 9, «Cognition et complexité», mars 86 (contributions de Andler, Varela, Shanon, Atlan, Moreno, I. Stengers). 246 p.

Le tournant qui correspond au passage de la dominante IA à la dominante «neurosciences», par défaut, est symbolisée par les critiques de Dreyfus et de Winograd et de Flores :

Hubert DREYFUS, *L'intelligence artificielle : mythes et réalités*.

Terry WINOGRAD et Fernando FLORES, *L'intelligence artificielle en question*, Paris, PUF, 1989, 295 p., traduction de «Understanding Computers and Cognition».

philosophie et la psychologie, soit exclusivement des sciences humaines ; «au sens intermédiaire», elles comprennent en outre les neurosciences et «au sens large» l'intelligence artificielle (IA). Cette dernière est la «science de la cognition artificielle» par opposition aux autres disciplines qui constituent les «sciences de la cognition naturelle». Mais IA et neurosciences ont ceci de commun qu'elles traitent de l'infrastructure matérielle de la connaissance, qu'elle soit naturelle (neurones) ou artificielle (silicium) ; c'est le niveau de l'implémentation matérielle et des constituants élémentaires par opposition au niveau fonctionnel.

Mais sans qu'il y ait de radicale solution de continuité, comme le montre la figure 1 proposée par Daniel Andler, la «carte» des sciences cognitives s'étend progressivement à un nombre substantiel de sciences sociales (anthropologie, psychophysiologie, psychologie sociale, économie, sociologie), à la physique (verres de spin, réseaux, etc.), à la logique (automates, langages formels, raisonnement, etc.), à l'informatique et à la robotique via l'intelligence artificielle.

A contrario, toutes les disciplines ainsi associées aux sciences cognitives ne le sont pas en entier, de telle sorte qu'on est obligé de définir en compréhension ce qui relève chez elles vraiment des sciences de la cognition. Une mise en perspective historique montre d'ailleurs que la mosaïque actuelle résulte d'additions successives. La définition du Comité national ainsi intègre au noyau des sciences cognitives les derniers apports de la physique et de l'anthropologie, à la différence de Daniel Andler.

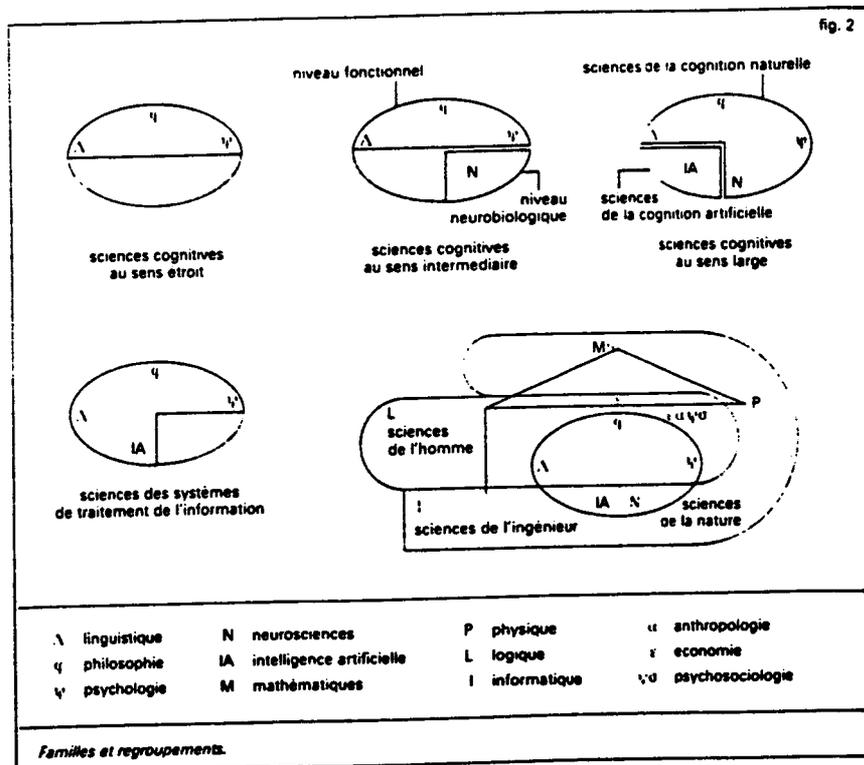
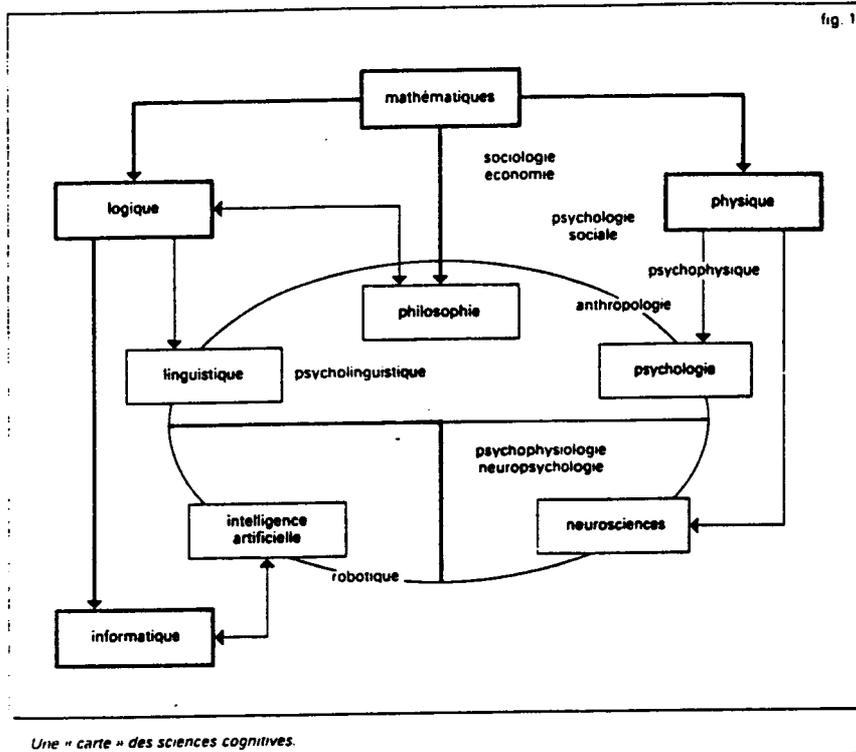
L'histoire des «sciences cognitives au sens large», selon la définition de Daniel Andler, débute au milieu des années 30 avec les travaux des logiciens et des mathématiciens (Alan Turing et Von Neumann, plus particulièrement), qui jettent les fondements de l'informatique théorique.

Mais la cybernétique, créée dans les années 40, s'attaque très rapidement à la simulation du fonctionnement du cerveau (neurones formels de Mac Culloch et Pitt) et introduit ainsi en droit, sinon en fait, les neurosciences dans le champ des sciences cognitives. L'histoire mouvementée des rapports mutuels des différentes disciplines a été retracée dans plusieurs ouvrages, notamment de F. Varela³ et J.-P. Dupuy. On peut la résumer

³ Francisco VARELA, *Connaître les sciences cognitives : tendances et perspectives*, Le Seuil, 1989.

Les thèses propres de Varela (autopoïèse) sont exposées dans *Autonomie et connaissance : essai sur le vivant*, Le Seuil, Paris, 1989 (248 p.).

Cartes des sciences cognitives (d'après D'Andler, *Encyclopaedia Universalis*, 1990)



élabore à l'aide de l'informatique et de la logique, des modèles cognitifs généraux doués des facultés de raisonnement, d'action et d'apprentissage ; les approches pluridisciplinaires de la communication homme-machine ;

- enfin, la nature même des problèmes abordés par les recherches cognitives et leur complexité sollicitent la "*réflexion philosophique*" ».

Cette définition a fait autorité pour les trois actions qui définissent le contexte institutionnel de la mission présente : l'action «sciences de la cognition» (MRT-MEN), le colloque de prospective sur les «sciences cognitives» (28-30/1/91) et le suivi de ses retombées ; le PIR «cognisciences» du CNRS.

Il convient de relativiser cette définition dans le temps (émergence historique de ce champ interdisciplinaire) et dans l'espace (insertion de ce champ de recherche dans les différentes traditions intellectuelles nationales) pour comprendre comment fonctionnent, en France aujourd'hui, les rapports entre les disciplines constitutives.

Mais à cette définition en extension, qui consiste à énumérer et additionner différentes composantes, il faut opposer des définitions en compréhension : si l'objet des sciences cognitives est le processus de la «connaissance» humaine, animale ou artificielle, en quoi ne se limite-t-il pas au seul cerveau, organe de l'intelligence, et ne s'étend-il pas à l'information, à la communication, à la perception, à l'épistémologie, etc.? Ne risque-t-on pas alors d'avoir une conception tellement vague de la cognition qu'elle en devient complètement inopérante pour la politique scientifique ?

I. LES DISCIPLINES CONSTITUTIVES DES SCIENCES DE LA COGNITION

La définition du CNRS privilégie l'énumération des disciplines constitutives. Daniel Andler dans l'édition 1990 de l'*Encyclopædia Universalis*² constate l'impossibilité de donner une définition simple de ce champ interdisciplinaire en train de se constituer. Pour lui (cf. fig. 2), les «sciences cognitives au sens étroit» se limitent à la linguistique, la

² *Encyclopædia Universalis*. Edition 1990. Article «Cognitives (Sciences)», vol. 3, pp. 643-652.

Voir également les actes du colloque organisé à Royaumont (27-28/5/91) dans la cadre du néoconnexionnisme : «Compositionality in Cognition and Neural Networks» (117 p.). Actes édités par Daniel Andler, Elie Bienenstock et Bernard Laks.

INTRODUCTION

L'IDENTITE DES SCIENCES DE LA COGNITION EN FRANCE

Les sciences de la cognition ont une identité quasiment officielle en France depuis que le CNRS, suite à l'Assemblée générale du Comité national de la recherche, organisée à l'UNESCO par le Directeur général du CNRS, sur le thème de l'interdisciplinarité, en février 1990, en a donné une définition¹.

«Les sciences cognitives se constituent comme un nouveau champ de recherches pluridisciplinaires, lieu d'interactions entre les travaux sur le fonctionnement du cerveau, les propriétés du psychisme, les modèles physiques et formels de ces propriétés et les recherches théoriques et technologiques sur "l'intelligence". Ces recherches relèvent de plusieurs domaines entre lesquels existent des liens nombreux qu'il s'agit de renforcer pour faire émerger le maximum d'unité conceptuelle :

- les *neurosciences* en tant qu'elles étudient les bases neuronales des fonctions cognitives chez l'homme et chez l'animal, leurs déterminants génétiques et épigénétiques et leurs altérations pathologiques ; en tant également qu'elles collaborent avec des mathématiciens, des physiciens et des informaticiens pour la modélisation des fonctions nerveuses ;
- les recherches sur les *réseaux d'automates*, en physique statistique, en calcul parallèle, en microélectronique et en optique, qui, en interaction avec la neurobiologie, offrent des modèles de fonctionnement d'ensembles neuronaux et proposent une approche dite connexionniste de l'intelligence artificielle ;
- les recherches en *psychologie*, en *linguistique* et en *anthropologie* sur les activités intelligentes (langage, raisonnement, perception et action). Elles visent à repérer des invariants cognitifs et à reconstruire, voire à modéliser, les opérations qui sous-tendent les facultés et aptitudes humaines, individuelles et sociales ;
- l'*intelligence artificielle*, qui a doublement partie liée avec les Sciences Cognitives, soit qu'elle ancre ses constructions dans les connaissances provenant des sciences biologiques et des sciences humaines, soit qu'elle

¹ CNRS. Actes du colloque «Carrefour des sciences». Session plénière du Comité national de la recherche scientifique : *L'interdisciplinarité*. 12 et 13 février 1990, Palais de l'UNESCO, CNRS, 1990, 272 p.

Une des quatre conférences plénières, prononcée par Jean-Pierre Changeux (pp. 31 à 41 des actes) portait sur les sciences cognitives.

Un des douze ateliers était intitulé «Sciences cognitives, neurosciences, communication» (rapporteur : G. Vergnaud).

présente des traits originaux qui risquent parfois d'être des handicaps s'il veut tenir son rang dans la confrontation et la coopération internationale. C'est cet objectif général de les combler qui inspire les recommandations (conclusions) qui récapitulent systématiquement les leçons à tirer des deux bilans opérés dans les deux premières parties relatives à l'interdisciplinarité (première partie) et aux transferts (deuxième partie).

cette information et de la compléter éventuellement pour les Etats-Unis et le Japon. Pour cela on a d'abord utilisé le réseau des conseillers scientifiques des ambassades et les bureaux du CNRS à l'étranger¹⁸. Mais on a également recueilli des informations auprès des chercheurs américains de passage à Paris ou auprès des chercheurs français connaissant bien la recherche anglo-saxonne. Enfin, on a recueilli des rapports spécialisés, essentiellement sur les applications des réseaux de neurones formels, aux Etats-Unis et au Japon, rapports réalisés dans le cadre de la veille scientifique¹⁹, de missions²⁰ là-bas ou d'institutions spécialisées²¹ (OFTA, SFTJ). Il conviendrait de parachever ces informations en consultant les responsables de la politique de recherche aux Etats-Unis et au Japon, dans l'administration (NSF, MITI), dans les fondations et dans les grandes entreprises qui possèdent de grands laboratoires propres, et en visitant les instituts de recherches en sciences cognitives qui existent depuis une dizaine d'années. On a différé ces missions de vérification sur place pour que la rédaction et la remise de ce rapport puissent être synchronisés avec les échéances des trois actions institutionnelles mentionnées précédemment. Mais, sous bénéfice d'un inventaire plus précis, sur place, les informations qui ont été recueillies confirment amplement la pertinence des deux questions qui organisent ce rapport, celle de l'interdisciplinarité, en particulier du point de vue des sciences de l'homme et de la société, et celle des transferts. Dans les deux cas, notre pays

18 Cf. Annexe 5.

19 Pour les Etats-Unis, voir Christophe DURANT, *La recherche sur les réseaux de neurones artificiels aux Etats-Unis* (rapport de Ch. Durant, attaché scientifique adjoint à l'ambassade de France aux Etats-Unis, 36 p. (15/12/87).

DUCLOS : *Rapport sur les applications des réseaux de neurones formels aux Etats-Unis*, 40 p. (avril 1991).

Voir également du CPE (Centre de prospective et d'évaluation), *CPE études*, n° 74, août 86 : «L'intelligence artificielle aux Etats-Unis. Perspectives et tendances» (127 p.), et surtout les travaux mobilisés pour la réalisation de l'ouvrage confectionné sous la direction de T. Gaudin : 2100.

Pour le Japon : Paul COGAN, *Les recherches sur les «neuro-ordinateurs» au Japon* (Ambassade de France au Japon, service scientifique. Etude n° 1205 du 12/12/88, 53 p., document communiqué par Mme Tyc-Dumont).

20 Missions de Mme Lepretre (Université de Compiègne) et de Mme Tyc-Dumont (biologiste) en 1991.

21 OFTA (Observatoire français de techniques avancées). *Les réseaux de neurones* (Arago 11). Masson, 1991.

SFJTI (Société franco-japonaise des techniques industrielles), «Les ensembles flous au Japon» (Paris, avril 1991). Rapport d'une mission organisée au Japon, en décembre 1990, sur les applications des ensembles flous.

et de la société (FRANCIS) et les sciences de la nature (PASCAL) est un premier obstacle. Le second est que les sciences cognitives, a fortiori leur vocabulaire et leurs taxinomies documentaires, ne sont pas stabilisées : ce qu'on appelle cognitif aujourd'hui était appelé autrement il y a dix ans et réciproquement.

Les recherches documentaires qui ont été réalisées dans différents centres de documentation (MRT, INIST, INRIA) sont décevantes pour un scientifique. *A fortiori* pour une mission dont le but est d'éclairer la politique scientifique : la littérature grise qui, dans cette perspective là, est la plus précieuse, est la plus confidentielle, et donc la moins présente dans les bases documentaires. Quant à chercher dans la littérature savante les réflexions des chercheurs utiles pour éclairer les évolutions des disciplines et les orientations de la politique scientifique, le rendement de l'opération est *a priori* dérisoire.

Parmi les interlocuteurs privilégiés de la mission figurent les institutions qui représentent des collectifs de chercheurs (laboratoires, établissements, sociétés savantes, etc.) ou des utilisateurs potentiels de résultats de recherche (administrations, entreprises de service, industries, etc.). Ici encore on a privilégié les entretiens avec les responsables de ces institutions et le dépouillement de la documentation fournie.

5) Comparaison avec l'étranger

Il y a enfin les comparaisons avec l'étranger. Le rapport que M. M. Imbert a réalisé dans le cadre du programme FAST pour la communauté européenne donne une vision synthétique de la recherche en sciences cognitives en Europe¹⁷. Il s'agissait donc de mettre éventuellement à jour

créer un réseau de documentation en sciences cognitives. Le programme Cognisciences du CNRS a d'ailleurs pris le relai en demandant à l'INIST de faire le travail méthodologique préalable.

17 Cf. rapport Imbert, pp. 92-221. L'analyse du potentiel de recherche cognitive en Europe, pays par pays, reste sans équivalent, quatre ans après : elle est extrêmement précieuse. Mais chaque pays a une organisation de la recherche différente, de telle sorte que dans l'un l'on présente des listes alphabétiques de chercheurs, là où l'autre les regroupe par thèmes et le troisième par lieux. En outre, les pays utilisent des unités de compte (personnes, chercheurs, laboratoires, etc.) différentes. Cela rend difficile la comparaison et donc les évaluations. L'obstacle ne pourrait être raisonnablement surmonté que dans le cadre d'une organisation européenne de la recherche. Il s'agit là d'ailleurs du dénominateur commun aux trois recommandations du rapport Imbert : 1) recherche coordonnée à échelle européenne ; 2) institut européen des sciences cognitives ; 3) autres : réseaux européens ; centre européen ; création d'un département à l'Institut de Florence.

elles ne sont pas aussi spécialisées. Il s'agit pour l'informatique, de l'AF CET et pour l'intelligence artificielle, de l'AFIA¹⁵.

4) Documentation

Une quatrième source d'informations a été l'ensemble des documents (400 environ) recueillis au cours des entretiens. Ce sont d'abord les réponses de quelques pages à un de deux questionnaires qui avait été adressé. A l'autre extrémité de l'espace des publications il y a tous les articles et les ouvrages de vulgarisation destinés au grand public sur des sujets qui sont à la mode. Entre les deux il y a toute la littérature «grise» des rapports d'activité et des programmes de travail des laboratoires, les compte-rendus de réunions, les bilans des actions des départements du Ministère, du CNRS, de la Direction de la Recherche et des Etudes Doctorales (DRED), etc. Il y a enfin, les publications des chercheurs sous forme de thèses, d'articles et d'ouvrages dont la lecture, pour un scientifique, est toujours extrêmement gratifiante, même si l'éventail des disciplines et des thèmes peut paraître impressionnant.

Donner une version synthétique de toute cette littérature, même pour des chercheurs, est difficile. En effet, les bases de données documentaires sont mal outillées pour cela¹⁶. La séparation entre les sciences de l'homme

¹⁵ AF CET : Association française des sciences et technologies de l'information et des systèmes. L'AF CET est la société savante des «cybernéticiens» (années 50) et des informaticiens. Elle fonctionne comme une fédération de groupes de travail, dont les thèmes se recouvrent parfois. Elle est très active pour les colloques, les publications, etc. Elle gère de manière dynamique la «démographie» de ses comités techniques.

A cause de clivages sociologiques en France (rivalités entre informatique et intelligence artificielle), redoublés par des rivalités entre organisations scientifiques américaines et internationales, l'AF CET a raté le tournant de l'Intelligence Artificielle au milieu des années 80. D'où la création de l'AFIA, Association française d'Intelligence Artificielle (200 membres environ), pour qu'il y ait en France un relais pour l'organisation d'un colloque IA. Maintenant, les rapports se sont rassérénés et la plupart des membres de l'AFIA sont membres de l'AF CET. Beaucoup des membres de l'AFIA sont également membres de l'ARC. Par contre, le recouvrement entre l'ARC et l'AF CET est relativement faible.

¹⁶ On en a fait l'expérience en consultant les bases documentaires de l'INIST (ex-CDSH du boulevard Raspail), le Centre de documentation de l'INRIA, celui du MRT, en parlant du problème avec les responsables de ces centres de documentation et avec les responsables de centres spécialisés (Rémy Barré de l'OST à Paris, Michel Callon du CSI à Paris, Jean-Pierre Rouault du CRISS à Grenoble). Des travaux sont en cours dans le cadre de Cognisciences, au GDR Pariscentre. Mais les résultats ne seront pas rapidement disponibles. L'action «Sciences de la cognition» a d'ailleurs confié (appel d'offres 1990) à un laboratoire de psychologie expérimentale du CNRS (Kevin O'Regan) le soin de

ci et plus précises, *infra*). Ces documents ont servi de supports à des entretiens¹³ (180) qui ont permis de dialoguer avec 140 personnes, chercheurs des différentes disciplines, responsables de la politique scientifique du MRT, du MEN (DRED) et du CNRS, dans les établissements publics de recherche (INRIA, INSERM, INSEE) et d'enseignement (universités, Télécom, Ponts, INPG, INPT, etc.).

Ces entretiens ont été complétés par des déplacements en province à Aix-en-Provence et Marseille, à Grenoble, à Toulouse et à Compiègne. Cela correspond d'une part à trois des quatre réseaux provinciaux de «cognisciences» et d'autre part à des expériences aussi originales qu'anciennes d'enseignements de sciences cognitives à destination d'ingénieurs (Compiègne) ou d'étudiants (Toulouse).

2) Observation des actions institutionnelles

L'observation des réunions de préparation et de suivi des trois actions précédemment évoquées (MRT-MEN, «cognisciences», suivi du colloque de prospective) a été la deuxième source d'informations et de jugements du présent rapport.

3) Sociétés savantes

La participation à la 3ème Ecole d'été de l'Association pour la Recherche Cognitive (ARC) sur le thème «Langues et langage : carrefour des sciences de la cognition» (1-12/7/91) à Bonas¹⁴ (Gers) a permis de mieux connaître les différents milieux de chercheurs en sciences cognitives (biologistes, linguistes, psychologues, informaticiens), d'observer les richesses et les difficultés de leurs dialogues et d'apprécier l'activité de la seule société savante spécialisée (fondée en 1981). Il existe d'autres sociétés savantes qui interviennent dans le champ des recherches en sciences cognitives, mais

¹³ Voir en Annexe la distribution des personnes rencontrées selon les disciplines, les institutions et les champs d'application.

¹⁴ ARC : Association pour la Recherche Cognitive. Ecole d'été de Bonas. «Langues et langage : carrefour des sciences de la cognition» (1 au 12/7/91), 586 p.
Vol. A : Symbolisation des bases neurales aux représentations linguistiques (110 p.).
Vol. B : Variabilité et système de la langue (272 p.).
Vol. C : Raisonnement(s) et langage(s) (284 p.).

L'ARC publie également une revue savante, *Intellectica*, et un bulletin de liaison qui joue un rôle important dans la circulation des informations (colloques, parutions, revues) dans le milieu. Ses écoles d'été permettent les échanges interdisciplinaires. Cette association a été créée en 1981. Elle comporte 300 adhérents environ.

Le présent rapport ne pouvait pas être remis avant ces trois événements pratiquement synchrones (rapport Berthoz ; cognisciences ; livres blancs). Mais simultanément il doit être remis sans que le schéma directeur de la région parisienne puisse être connu avec précision avant longtemps.

Cette information essentielle manquant, les recommandations qui suivent ne pouvaient être formulées qu'avec prudence. Elles sont subsidiaires de toute façon par rapport à celles des trois actions institutionnelles spécifiquement «cognitives».

Cette subsidiarité ne se définit pas seulement en termes de champs de compétences (SHS, transferts), mais aussi en termes institutionnels : les actions de structuration relèvent plus de la rue Dutôt et du quai Anatole France que de la rue Descartes.

III. SOURCES D'INFORMATION DU RAPPORT

Compte tenu de cet échéancier, la réalisation de la mission a privilégié l'interrogation des chercheurs : il fallait dégrossir une maquette de l'offre éventuelle de la communauté scientifique avant de savoir quel écho elle pouvait recevoir du côté de la demande sociale.

1) Entretiens

Par tâtonnements successifs on a mis au point durant l'été un questionnaire sur l'interdisciplinarité et sur les transferts en sciences cognitives, accompagné d'un document présentant la mission (cf. annexe). Une première version a permis de mesurer combien rares sont les chercheurs qui ont une vision synthétique du champ des sciences cognitives et ceux qui ont quelque préoccupation d'application et de transferts. C'est pourquoi une deuxième version (cf. annexe) du questionnaire a pris en compte le caractère émietté de la communauté pour privilégier une approche plus subjective, et de l'interdisciplinarité, et des transferts. Ce matériel, accompagné du résumé public du présent rapport, pourrait être utilisé pour une enquête extensive¹² auprès de la communauté scientifique. Cela amplifierait sa mobilisation pour la constitution des réseaux de «cognisciences», surtout du côté des sciences humaines et sociales (voir recommandations particulières à celles-

¹² Dans le cadre de la création d'une «Maison de la cognition» à Paris, cf. *infra* (II).

envisager des concentrations de moyens sous forme de «pôles» ou «d'instituts»⁶.

- 3) La troisième action a été le colloque de prospective sur les «sciences cognitives» (28-30/1/91 à Paris) et le travail du «comité de suivi», dont le rapporteur, M. A. Berthoz, a remis le rapport le 19 novembre⁷.
- 4) Enfin, la quatrième action institutionnelle est la remontée des livres blancs de la recherche en région⁸ et leur confrontation avec les schémas directeurs des organismes et des ministères⁹. Si elle n'est pas spécifique aux sciences cognitives, à la différence des trois précédentes, elle est déterminante pour elles. En effet, les comités scientifiques des trois actions émettent le vœu de la construction d'un «institut de recherche en sciences cognitives» à Paris, comme c'était déjà le cas dans le rapport de M. M. Imbert¹⁰ en 1987 et dans celui de M. J.-P. Changeux¹¹ en 1989.

6 Présentation générale dans *CNRS info*, n° 228 (1/10/91) : «Premiers objectifs du PIR "cognosciences"».

7 Sous la direction d'Alain BERTHOZ, *Rapport du Comité du suivi du grand colloque de prospective sur les sciences de la cognition*, nov. 91, 38 p.
Ce colloque a été présenté par M. J.-P. Changeux dans les revues du Ministère de la recherche et de la technologie (*FRT*, déc. 90, n° 2, p. 5) : «Sciences de la cognition : nouveaux enjeux».

Un compte rendu du colloque a également été publié dans «Recherche et technologie» (*MRT*), n° 72, fév. 91, pp. 3,4, 5 : «Sciences de la cognition».

8 Chaque région, à la demande du MRT, a rédigé un livre blanc (2ème et 3ème trimestre 1991). Les documents ont été adressés au MRT par les directeurs régionaux de la recherche et de la technologie (DRRT). Il s'agit là de documents non publics et provisoires dans un processus d'interactions et d'arbitrages en cours.

9 Une première version du schéma directeur du CNRS a été élaborée en juillet 1991. Le plan «Université 2000» du Ministère de l'éducation nationale a fait l'objet d'une première réunion du Comité interministériel d'aménagement du territoire, le 3 octobre 1991 (cf. dossier de presse du CIAT, carte, 6 p. et 16 p. de fiches pour la moitié des régions).

Même si le plan était entièrement et définitivement connu, notamment et particulièrement pour la région parisienne (plus de la moitié du potentiel de recherche français), il ne contiendrait pas une carte thématique ou disciplinaire très précise pour la recherche. En effet, la priorité à court terme pour la rue Dutôt est plus de faire face à l'afflux prévisible des étudiants dès le premier cycle que de planifier les thèmes de recherche dans le 3ème cycle.

10 Rapport Imbert, *op. cit.*, p. 225. Il est vrai que l'Institut s'intitule «Institut Européen des Sciences Cognitives». Mais le contenu (pp. 225 à 229) de cette proposition (il y en a 3 en tout) montre bien que le site parisien serait le plus opportun dans l'esprit de l'auteur.

11 Rapport Changeux, p. 37.

Aux questions qui inaugurent ce rapport, il faut donc répondre affirmativement. A long terme la société *doit* bénéficier de retombées des progrès des sciences cognitives : elle *doit* s'organiser pour cela ; elle *doit* d'autre part accorder la priorité à cet effort de recherche.

II. LE CONTEXTE INSTITUTIONNEL DE LA MISSION

A cause de ses deux éclairages spécifiques (sciences de l'homme et de la société, transferts), la mission était subsidiaire par rapport à quatre actions institutionnelles³ à peu près synchronisées.

- 1) La première est l'action «sciences de la cognition», qui est conduite par le MRT et le MENJS et dont le comité scientifique est présidé par M. J.P. Changeux⁴. Comme cette action s'achève en 1992, il convient de se poser la question d'un relai éventuel⁵.
- 2) Celui-ci devrait être le PIR «cognisciences» du CNRS, la deuxième action institutionnelle, dont la montée en régime s'achève. Le 9 décembre, son comité scientifique renouvelé à la suite des élections du Comité national, a évalué les sept projets de réseaux régionaux pour

recherche dans les services. Voir également «Recherche et technologie» (MRT), n° 80, oct. 91, p. 18.

³ Les trois premières actions seules sont relatives aux sciences cognitives. Ce sont l'action incitative du MRT et du MEN, «Sciences de la cognition», le PIR «cognisciences» du CNRS et le «Colloque de prospective». Elles sont présentées de manière succincte dans le dossier de presse de la conférence de presse du Ministre lors de la conclusion du colloque de prospective (mardi 30 janvier 1991).

⁴ A l'origine de cette action il y a le rapport de M. J.-P. Changeux : «Rapport sur les sciences cognitives adressé à M.M. L. Jospin et M. Curien, rédigé par un Comité scientifique composé de MM. R. Azencott, A. Berthoz, E. Bienenstock, P. Fauvre, M. Imbert, J. Mehler, P. Peretto, L. Rizzi, J.P. Sansonnot, D. Sperber et présidé par Jean-Pierre Changeux» (40 p. + 2 annexes).

Il faut d'ailleurs saluer le dévouement de J.-P. Changeux à la cause d'intérêt général du rattrapage du retard de la recherche française dans les sciences de la cognition. Comme on sait, le succès de «L'homme neuronal» (Fayard, 1983, 379 p.), est à l'origine de la sensibilisation des chercheurs à ces champs de recherche. En livrant dans «Matière à penser» (Dialogues avec Alain Connes, Od. Jacob, déc. 89, 267 p.), ses propres conceptions, il a fait rebondir le débat et l'intérêt sur ces matières.

Dans le cadre plus modeste de cette mission, j'ai toujours trouvé en lui un interlocuteur disponible, amical et dynamique, qui n'a pas hésité à jeter sur le papier ses réactions et ses suggestions. Qu'il en soit particulièrement et chaleureusement remercié.

⁵ Recommandation n° 2 du rapport Berthoz.

mettre l'homme au centre des recherches sur les systèmes de production (systèmes «anthropocentriques») et donc combiner sciences sociales (psychologie, linguistique, sociologie, économie, etc.) et techniques «dures» (physique, chimie, informatique, etc.). Les enjeux économiques futurs sont très importants : ce sont ceux des activités «intellectuelles» de service, c'est-à-dire, à terme, la quasi totalité de la valeur ajoutée. Malheureusement, les instruments nous manquent² pour évaluer ces enjeux avec précision et pour optimiser rationnellement l'effort de recherche en sciences cognitives.

est de plus en plus une «facette» explicitement identifiée des programmes de recherche communautaires, notamment pour l'informatique (ESPRIT), avec des programmes spécifiques en traduction automatique (EUROTRA) et en enseignement assisté à distance (DELTA), pour l'environnement, la productique et la robotique. La recherche en sciences humaines et sociales fait partie de plein droit des programmes qui stimulent la mobilité des étudiants et des chercheurs dans l'Europe des 12 (SCIENCE, ERASMUS, Institut de Florence, réseaux, etc.) et dans la coopération avec les pays d'Europe centrale et orientale. Il faut donc saluer la perspicacité des responsables du programme FAST qui commandaient, dès 1985, à M. M. Imbert et à un comité international de chercheurs, de réaliser un survey de la recherche en sciences cognitives en Europe (Michel IMBERT et alii., *Cognitive science in Europe. A Report from the FAST Programme of the Commission of the European Commission*, Bruxelles, Springer Verlag, 1988, 236 p.).

Le même programme est en train d'achever de publier une «encyclopédie» des sciences cognitives en Europe, sous la direction de Niels Ole BERNSEN et sous le titre général de «Research Directions in Cognitive Science : European Perspectives». Cinq volumes sont prévus, dont trois sont parus :

Vol. 1 : *Cognitive Psychology*. Edited by Alan Baddeley and Niels Ole Bernsen, L.E.A., Bruxelles, 1989 (154 p.).

Vol. 2 : *Logic and Linguistics*. Edited by Helmut Schnelle and Niels Ole Bernsen, L.E.A., Bruxelles, 1989 (217 p.).

Vol. 3 : *Human-Computer Interaction*. Edited by Jens Rasmussen, Menning B. Andersen and Niels Ole Bernsen, L.E., Bruxelles, 1991 (217 p.).

Vol. 4 : *Cognitive Science* (à paraître).

Vol. 5 : *Artificial Intelligence* (à paraître).

Sur les implications socio-économiques des applications des sciences de la cognition, on peut consulter du groupe ASSESS de FAST :

Society and Technology towards the Future (First Biennial Report of the Social and Economic Implication of New Technologies), CEE, nov. 91 (46 p.).

Ces travaux font suite à la synthèse du programme FAST II (84-87) : Vol. 4, *La Communication dans l'Europe de demain : au-delà de la technologie* (Résultats et recommandations).

² Cf. *infra*, deuxième partie, ch. IV § I, pour une analyse plus précise des lacunes et des propositions visant à y remédier : lancement d'études économiques et prospectives sur le sujet ; comblement de lacunes statistiques (recherches dans et pour les services) et documentaires (scientométrie dans la recherche en sciences sociales). On pourra se convaincre facilement de ces lacunes en consultant la synthèse publiée par l'Observatoire des Sciences et des Technologies (OST), dirigé par R. BARRE : *Science et technologies : indicateurs 1991* (OST, Economica, 1991, 286 p.). On constatera l'absence d'indicateurs en sciences humaines et sociales, et l'absence d'informations sur la

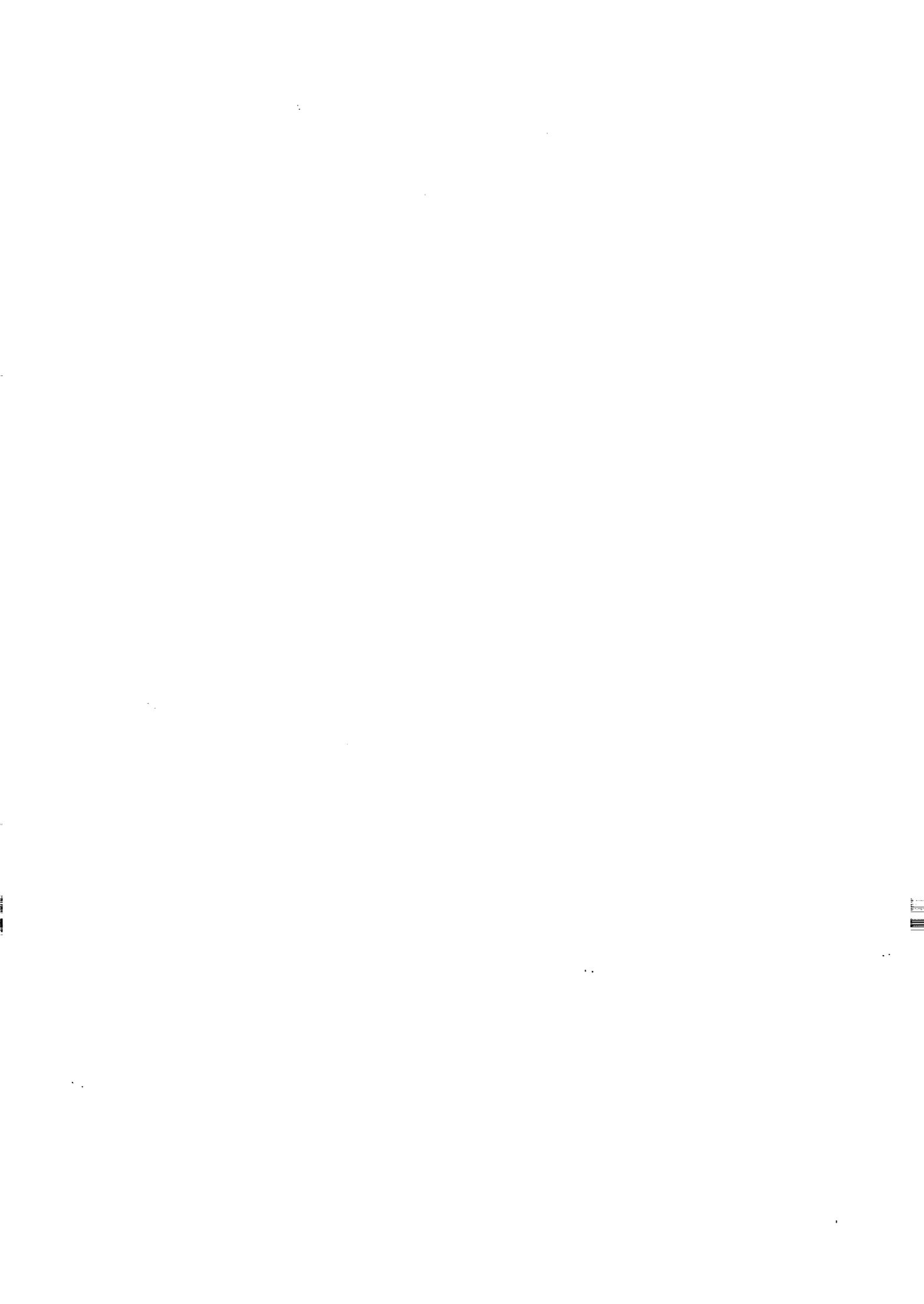
I. LES ENJEUX ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE LA RECHERCHE EN SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES LIES AUX SCIENCES DE LA COGNITION

Pour ces deux raisons il convenait de préciser l'identité des sciences cognitives, de dégager leurs caractéristiques spécifiques en France, quand on compare notre pays aux autres, tout en privilégiant le point de vue des sciences de l'homme.

Ce dernier est double. D'abord les sciences humaines ont pour objet, entre autres, l'intelligence humaine. Mais, d'autre part, elles contribuent à l'appropriation sociale des progrès techniques et scientifiques (c'est l'objet de programmes incitatifs intitulés traditionnellement «sciences, techniques, société»). Dans ce deuxième sens elles ne sont pas particulièrement «cognitives». Mais elles permettent de mesurer les enjeux économiques et sociaux de la diffusion des résultats des sciences cognitives. Elles jouent un rôle important dans les «transferts» des applications et dans la valorisation.

En effet, les économies développées sont de plus en plus des économies de service qui requièrent de plus en plus une main d'œuvre qualifiée et motivée, et dont la qualification et la mobilisation soient soigneusement et perpétuellement entretenues. Les systèmes de production vont entremêler de plus en plus, inextricablement, des processus de traitement de l'information artificiels (informatique) et des processus psychologiques et humains. Or l'homme n'est pas seulement le responsable de lenteurs et de défaillances ; il garde pour longtemps encore, vraisemblablement, l'exclusivité du recours et de l'imagination. L'erreur de l'ingénieur serait de vouloir expurger l'interaction homme-machine de toute humanité. Il faut, conformément aux recommandations de Bruxelles¹ (programme FAST),

¹ Le programme FAST est un des trois programmes (avec SPEAR et SAST qui ont respectivement pour objet l'évaluation et la prospective de la recherche et de la technologie en Europe) du programme MONITOR (sigle qui n'est pas un acronyme et n'a pas de signification particulière) géré par la DGXII. Il s'agit là, à l'exception notable de SPES, du seul programme communautaire en sciences sociales du PCRD (Programme Cadre de Recherche Développement), du moins jusqu'au troisième. Dans le cadre de l'acte unique, en effet, la recherche qui ressortit de la politique commune doit contribuer à l'amélioration de la productivité et de la compétitivité des entreprises : cela élimine les «humanités» et ce qui relève de la recherche fondamentale dans les sciences humaines (psychologie, linguistique, anthropologie, etc.) et sociales (sociologie, sciences politiques, droit, etc.). Les comparaisons de productivité et de compétitivité opérées par les économistes lorsqu'ils analysent les performances des modèles allemand, japonais, suédois, californien, etc. invitent à avoir une conception moins «machinocentrique» de la recherche. C'est pourquoi, sans doute, le facteur «humain»



PRÉAMBULE

DEROULEMENT DE LA MISSION

Deux questions permettaient habituellement de résumer oralement le contenu de la mission définie par la lettre reproduite ci-dessus :

- 1) Comment approfondir l'interdisciplinarité cognitive en psychologie et en linguistique et l'étendre aux sciences sociales (économie, anthropologie, sociologie, droit, sciences politiques, géographie, histoire, etc.) ?
- 2) Comment transférer les connaissances ainsi acquises vers la société civile (industrie, services, éducation, etc.) via les techniques d'ingénieur ?

Une des premières leçons des investigations entreprises depuis le mois de juin 91 est que l'approfondissement de l'interdisciplinarité avec la psychologie et la linguistique est un préalable à son extension aux sciences sociales. En effet, la transformation et la modernisation de ces disciplines sont loin d'être achevées. D'autre part, les sciences humaines constituent des passerelles naturelles entre les sciences sociales et les sciences cognitives. Il fallait donc embrasser l'ensemble des sciences de l'homme et de la société et pas seulement les sciences sociales *stricto sensu* (sociologie, géographie, économie, sciences politiques, droit, anthropologie).

D'un autre côté, les contours généraux des sciences cognitives et la frontière dans chacune des composantes de ce champ entre ce qui est cognitif et ce qui ne l'est pas ne sont pas tellement clairs et précis qu'il soit aisé d'isoler dans les arts de l'ingénieur ce qui relève d'une composante spécifique «d'ingénierie de la connaissance» plutôt que des techniques générales (informatique, automatique, ergonomie, modélisation, etc.).

Telles sont les questions, au croisement de la *sémantique*, de la *statistique* et de l'*intelligence artificielle* appliquées à la compréhension de la société, que je vous demande d'étudier.

Vous vous appuyerez sur un bilan préalable de l'existant en France et à l'étranger. Vous identifierez les disciplines et les thèmes qui devront faire l'objet d'efforts prioritaires de recherche en précisant chaque fois les possibilités d'expérimentation, d'observation et de simulation d'une part, et de valorisation d'autre part.

Enfin, vous rechercherez les partenaires français et étrangers d'un programme de recherche susceptible de mobiliser des organismes de recherches (CNRS, INSERM, ORSTOM, INRIA, universités, INSEE, etc ...), d'autres entités publiques (autres ministères, chambres de commerce, collectivités locales) et les clients virtuels de ces nouvelles techniques dans l'industrie et les services (secteur de l'informatique, sociétés de sondages, bureaux d'études, etc...).

Vous me remettrez votre rapport à la fin de l'année. Si l'accord d'un nombre suffisant de partenaires au lancement d'un tel programme est réuni, vous me proposerez les conditions nécessaires à la mise en oeuvre d'une telle coopération.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.



Hubert CURIEN

Monsieur Bernard GUIBERT
Ministère de la Recherche
et de la Technologie
1, rue Descartes
75231 PARIS CEDEX 05

LE MINISTRE

AA/695

MINISTÈRE
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE

Paris le 21 MAI 1991

Monsieur,

Comme l'a montré récemment le colloque de prospective consacré aux "sciences de la cognition" organisé à Paris par le ministère de la Recherche et de la Technologie, le spectaculaire essor de nos connaissances sur les processus cognitifs va de pair avec les progrès enregistrés dans l'utilisation de techniques mathématiques de formalisation dans plusieurs sciences humaines. Les applications théoriques de ces formalismes mathématiques à la linguistique et la psychologie se sont en particulier avérées très fécondes.

Je souhaite que vous examiniez si une stimulation semblable d'un plus grand nombre de sciences sociales proprement dites, comme le droit, les sciences politiques, l'histoire, la sociologie et l'économie, peut intervenir du fait d'avancées du même type, avancées que l'on l'observe dans d'autres pays, notamment Outre-Atlantique.

Les "sciences de la cognition" induisent des progrès spectaculaires dans les sciences pour les ingénieurs. Une mutation parallèle des techniques utilisées dans les sciences sociales à des fins d'observation et d'interprétation va-t-elle intervenir, tant dans les enquêtes par questionnaires ou par entretiens non directifs où se posent des problèmes d'interprétation et de représentation - voire de traduction de langues naturelles en langages artificiels - que pour la maîtrise des processus qui régissent les traitements de masse, l'organisation et l'indexation de données en langue naturelle à des fins scientifiques ou documentaires ?

3) L'Ecole Normale Supérieure	p. 133
4) Les Ecoles de l'INSEE	p. 134
5) L'Université Technologique de Compiègne	p. 135
IV L'organisation de l'offre de transfert	p. 138
V L'organisation et la solvabilisation de la demande	p. 140
1) Révélation des besoins potentiels de transferts	p. 144
2) Solvabilisation de la demande	p. 149
CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS	p. 151
ANNEXES	p. 166
1) Questionnaire général	p. 167
2) Questionnaire individuel	p. 171
3) Entretiens	p. 177
4) Présentation de la mission	h. p.

7) Les partenaires du Ministère de la recherche	p. 104
III Un programme mobilisateur en «ingénierie de la connaissance»	p. 105
1) La nécessité d'un «programme mobilisateur»	p. 105
2) L'insertion du «programme» dans les structures administratives de la recherche	p. 107
Conclusion	p. 111
CHAPITRE V - La demande sociale en «ingénierie de la connaissance»	p. 113
I Les obstacles culturels et sociaux à la diffusion des progrès en «ingénierie de la connaissance»	p. 113
1) Les insuffisances dans la formation des ingénieurs informaticiens	p. 114
2) L'inadéquation de la culture générale en mathématique pour la diffusion des techniques «d'ingénierie de la connaissance»	p. 115
3) Le prestige insuffisant de la culture technique	p. 117
4) La culture des ingénieurs dans le domaine des SHS est insuffisante	p. 118
5) Pour des filières de formations spécifiques	p. 119
II Les expériences de transferts des établissements de recherche spécialisés	p. 122
1) L'INSERM	p. 122
2) L'INRIA	p. 126
3) L'ONERA-CERT	p. 128
4) Le CEMAGREF	p. 129
5) L'INRP	p. 129
6) Les pôles régionaux	p. 129
III Les expériences de transferts des écoles supérieures	p. 130
1) L'ENST	p. 131
2) l'Ecole Polytechnique	p. 132

VI L'économie et la gestion	p. 79
1) L'économie des conventions	p. 79
2) Psychologie et économie	p. 80
3) L'économie expérimentale	p. 80
4) Les SIAD	p. 81
VII Les sciences sociales	p. 82
1) La coordination des jugements et des actes	p. 82
2) Sensibilisation aux sciences cognitives dans les sciences sociales :	p. 83
a) droit ; b) sciences politiques ; c) sociologie ;	p. 84
d) anthropologie et ethnologie ;	p. 85
e) archéologie ; f) géographie	p. 86
Conclusion	p. 87

DEUXIEME PARTIE

TRANSFERTS : Intensifier, organiser et réguler l'offre de transferts ; révéler et solvabiliser la demande	p. 89
CHAPITRE IV - Un «programme mobilisateur » en «ingénierie de la connaissance »	p. 90
I Les enjeux économiques et sociaux à long terme des applications des sciences de la cognition	p. 91
II Les actions de transferts du Ministère de la recherche	p. 97
1) Biologie Médecine Santé (BMS)	p. 97
2) Sciences de l'Homme et la Société (SHS)	p. 97
3) Mathématiques et Technologies de l'Informations (MTI)	p. 98
4) Systèmes de Production et Génie des Procédés (SPGP)	p. 99
5) Homme Technologie Travail (HTT)	p. 100
6) Délégation à l'Information Scientifique et Technique (DIST)	p. 103

3) L'interdisciplinarité doit être pratiquée au quotidien	p. 50
4) Créer des instituts pour augmenter l'effort, notamment en SHS	p. 51
5) Les contraintes de localisation pour une maison ou un institut	p. 51
II Une «maison de la cognition» à Paris	p. 52
1) Une montée en régime progressive	p. 52
2) Contenu de la «maison»	p. 53
3) Investissements préalables	p. 54
4) Animation scientifique de la maison	p. 55
III Un institut de recherche orienté vers le transfert à Toulouse	p. 55
IV Pistes pour un institut en région parisienne	p. 57
Conclusion	p. 60
 CHAPITRE III - Les sciences de l'homme et de la société et les sciences de la cognition	
	p. 61
I L'évaluation des sciences de l'homme et de la société	p. 61
1) La scientométrie et les sciences sociales	p. 61
2) La formalisation et les sciences de l'homme et de la société	p. 63
II La psychologie	p. 66
III La linguistique	p. 70
IV Biologie et Intelligence Artificielle	p. 74
1) Les sciences biologiques	p. 74
2) L'Intelligence Artificielle	p. 75
V La carte des sciences sociales cognitives	p. 76

V Les sciences de l'ingénieurp. 27

Conclusionp. 29

PREMIERE PARTIE

**INTERDISCIPLINARITÉ : Priorité aux sciences de la cognition,
à leur unité et à leur interdisciplinaritép. 32**

**CHAPITRE I - Les actions institutionnelles dans
les sciences de la cognitionp. 33**

I Mobilisation interdisciplinaire et politique incitativep. 33

1) Le colloque de prospectivep. 33

2) L'action «sciences de la cognition»p. 34

3) Le PIR «cognisciences» du CNRSp. 37

4) La suite des actions institutionnellesp. 37

II Formations doctoralesp. 39

1) DEA et sciences de la cognitionp. 39

2) Interdisciplinarité et allocations de recherchep. 41

III La structuration par le pir «cognisciences»p. 43

1) La PIR «cognisciences»p. 43

2) Modalités de fonctionnement du PIRp. 45

3) Le problème de la coordination interministériellep. 46

Conclusionp. 48

CHAPITRE II - Les projets d'instituts de recherchep. 49

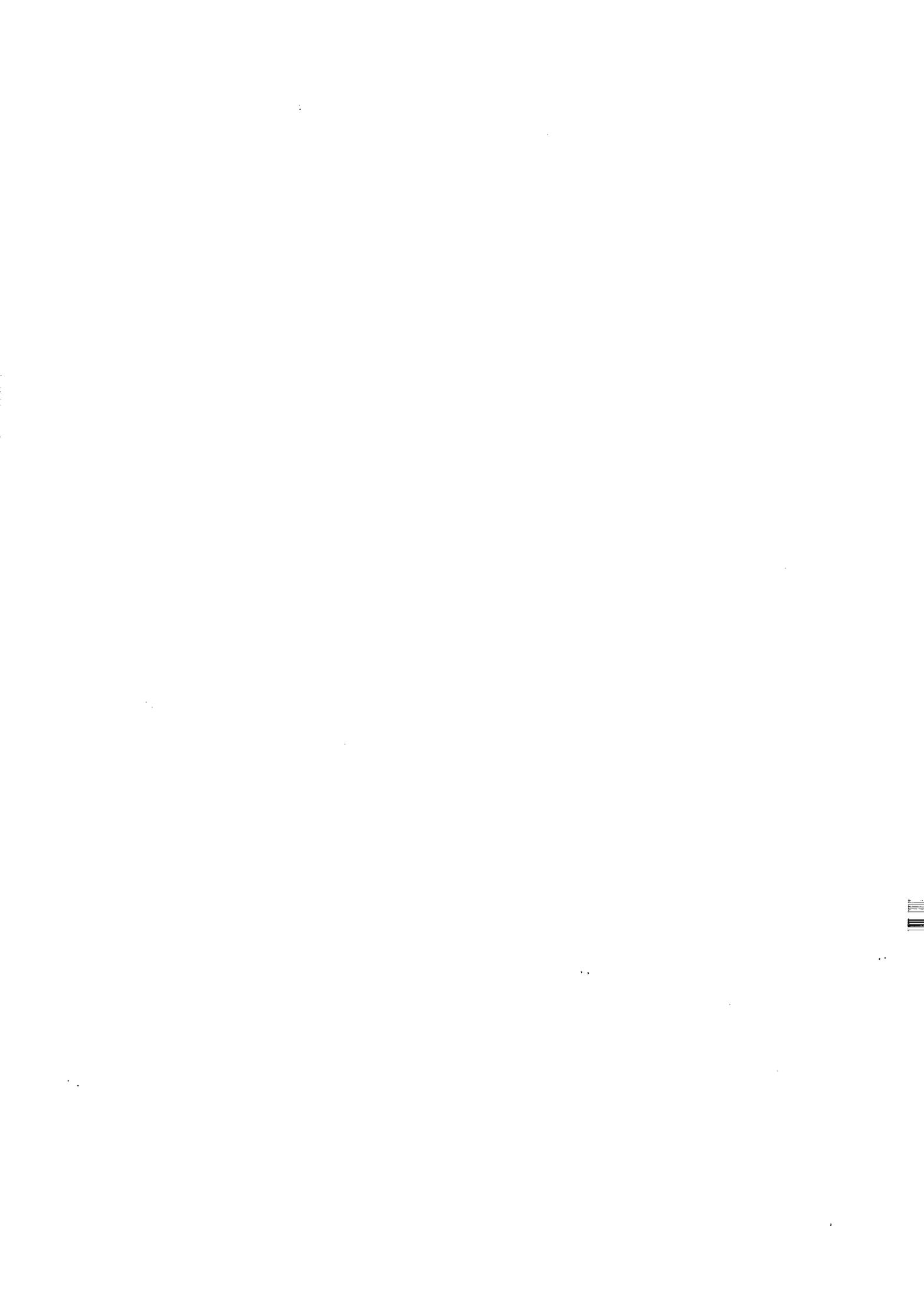
**I La nécessité d'instituts de recherche et de maisons de la
cognitionp. 49**

1) Les expériences à l'étrangerp. 49

2) Les gros équipements nécessaires aux sciences cognitives
(PET, MEG, bibliothèques) ne leur sont pas exclusifsp. 50

TABLE DES MATIERES

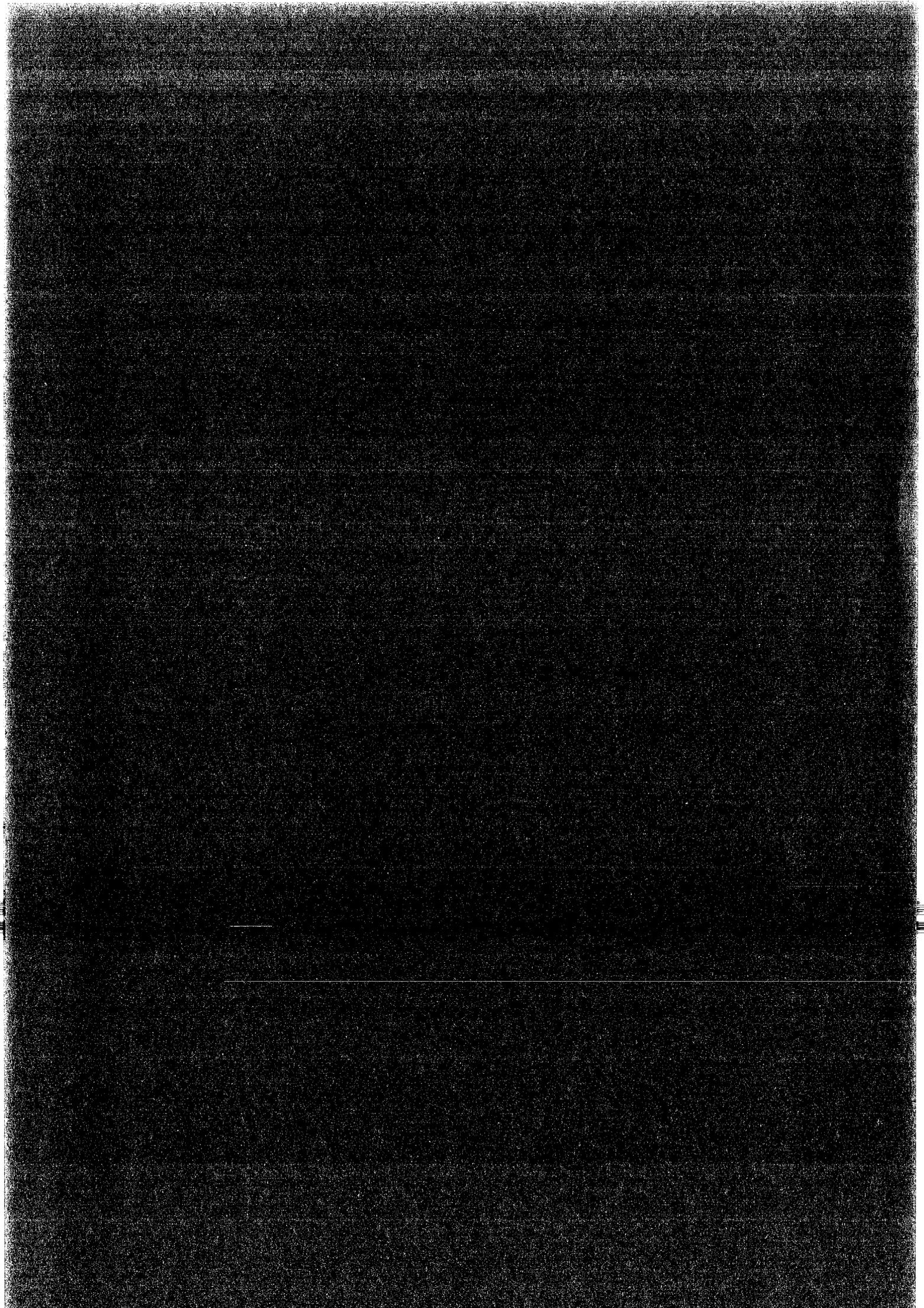
Lettre de mission	p. 1
PRÉAMBULE : déroulement de la mission	p. 3
I Les enjeux économiques et sociaux de la recherche en sciences humaines et sociales liée aux sciences de la cognition	p. 4
II Le contexte institutionnel de la mission	p. 6
III Sources d'information du rapport	p. 8
1) Entretiens	p. 8
2) Observation des actions institutionnelles	p. 9
3) Sociétés savantes	p. 9
4) Documentation	p. 10
5) Comparaison avec l'étranger	p. 11
INTRODUCTION : l'identité des sciences de la cognition en France ...	p. 14
I Les disciplines constitutives des sciences de la cognition	p. 17
II L'inclusion de la philosophie dans les sciences de la cognition	p. 19
1) Philosophie du langage	p. 20
2) Epistémologie	p. 21
3) Ethique	p. 22
III L'exclusion des sciences sociales	p. 22
IV Cognition, information et communication	p. 24
1) Les sciences de la communication	p. 24
2) Les sciences de l'information	p. 25

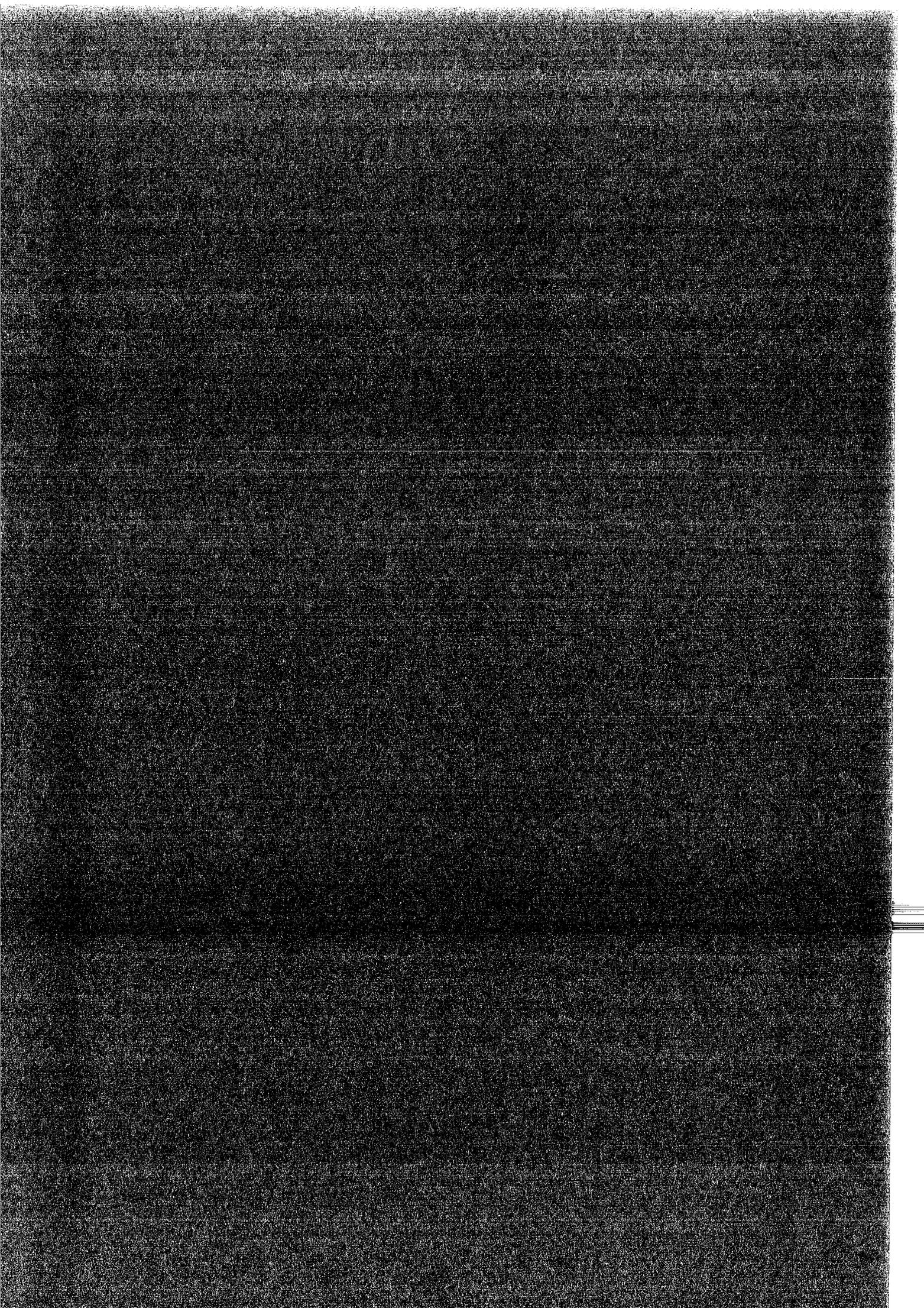


COGNITION ET MODERNISATION

RAPPORT D'ENQUETE

**Annexe du rapport remis par Monsieur Bernard GUIBERT
à Monsieur Hubert CURIEN, Ministre de la recherche et de la technologie,
suite à la lettre de mission du 21 mai 1991.**





matériel⁵. L'économiste est ainsi de plus en plus embarrassé par cette révolution des techniques de production par les progrès techniques. C'est pour essayer d'appréhender ces phénomènes que le CPE et le département SHS avaient organisé un colloque puis une action concertée sur le thème «investir dans l'intelligence»⁶.

En outre cette transformation remet en question la manière d'appréhender la puissance économique d'un pays. Comme le fait remarquer Thierry Gaudin, elle se mesure moins désormais à la production de la houille et de l'acier des atlas de notre enfance qu'à l'importance du trafic téléphonique⁷. Mais cette circulation fébrile des informations aboutit-elle à une accumulation de richesses ou bien se détruit-elle par redondances et bruits ? C'est ici que l'économiste manque de concept analogue à la valeur ajoutée pour mesurer l'apport spécifique d'une communication, d'un traitement, etc. Où sont les concepts et les instruments de mesure ?⁸ La télévision et la presse sont des expériences quotidiennes qui montrent les défis que pose la maîtrise intellectuelle, civique et culturelle des flux d'informations et d'images aux «sciences de la cognition» : qu'est-ce que nous retenons ? Qu'est-ce qui concourt à une prise de conscience collective et à la formation d'une opinion publique éclairée ?

Même si on se limite aux seuls enjeux économiques, ceux-ci sont considérables. On peut essayer d'en donner des ordres de grandeur grossiers, en identifiant intuitivement les métiers et les secteurs économiques où se feront sentir les effets des progrès de «l'ingénierie de la connaissance». En anticipant sur la suite de ce chapitre on peut décrire le contenu très certainement daté et provisoire de ces techniques d'ingénierie de la connaissance : santé, industries de la langue, ergonomie cognitive et interface homme-machine, didactique et enseignement, description et classification des objets, bases de données réparties servies en temps réel, représentation des connaissances et systèmes experts, reconnaissance des formes sonores et visuelles et traitement des images. Tous les emplois de bureau, tous les postes comprenant des «écrans» et tous les métiers de «matière grise» (enseignement, santé, commerce, relations, création,

5 Cf. Colloque organisé par le CPE sur «L'investissement immatériel» animé par Mme C. Afriat (CPE) et M. M. Gaspard (Commissariat Général du Plan). Fév. 1990.

6 «Investir dans l'intelligence». Appel d'offres du MRT (1990).

7 Cf. T. GAUDIN. *La pensée mode d'emploi*, op. cit.

8 Cf. Anne Mayère op. cit. et séminaire ECOSIP sur l'économie informationnelle. Voir également l'étude de l'ADITECH sur «l'introduction et l'utilisation des systèmes experts dans le tertiaire».

ingénieurs, techniciens, cadres, etc.) vont être touchés. Tous les secteurs occupant des employés (banques, assurances, sécurité sociale, administrations) ou utilisant du travail d'ingénieur (services informatiques, conception et organisation, conseil aux entreprises) ou comprenant un grand nombre d'artisans et de petites entreprises indépendantes de conseils, (en droit, en organisation, en orientation, etc.), de création (artistes, auteurs, etc.) vont être transformés par ces progrès.

En 1988 la PIB était de 5.233 milliards de F (francs courants). Les valeurs ajoutées des différents secteurs de comptabilité nationale correspondant aux services peuvent être recensées. On remarque le poids considérable des services aux entreprises (408 milliards), des banques (250 milliards), de l'administration (330 milliards), de l'enseignement (265 milliards) et de la santé marchande (160 milliards).

CODE (CN)	INTITULÉ	VAB (milliards)
S 57-4	Commerces	618,6
S 65	Commerce et rép. automobile	96,5
S 66	Réparations diverses	100,5
S 72	Transports aériens	21,0
S 76-9	Services aux entreprises	408,4
S 82-3	Services d'enseignement (marchand)	21,5
S 84	Service de santé (marchand)	155,8
S 85-7	Autres services (marchands)	120,8
S 88	Services d'assurances	53,2
S 89	Services financiers	250,1
S 90-1	Service d'administration générale	329,9
S 92-3	Services d'enseignement (non marchands)	243,6
S 94-3	Autres services (non marchands)	140,9
		2 560,8

Cela représente près de la moitié de la valeur ajoutée totale (2.560,8/5.233,2 milliards). Ces secteurs financent très peu de recherche pour améliorer leur propre productivité (à l'exception des services de santé). Si leur effort était celui qu'on observe en moyenne dans toute l'économie (DIRD/PIB = 2,4 %), cela correspondrait à 61,5 milliards. En adoptant la

structure observée dans l'industrie pour le partage en recherche fondamentale (5 %), recherche appliquée (30 %) et développement (65 %), cela correspondait à 35,7 milliards de recherche fondamentale et à 214,2 milliards de recherche appliquée. Il reviendrait à la recherche publique de financer (20 %) 700 millions de recherche fondamentale dans ces secteurs pour ces secteurs.

Or, si ces secteurs bénéficient des retombées des progrès des nouvelles technologies, ils ne réalisent en général (santé mise à part) que très peu de recherche sur leurs techniques spécifiques, où le facteur humain est très important.

La recherche dans ces secteurs devrait mobiliser encore plus les sciences qui ont l'homme pour objet, les sciences de l'homme et de la société. Dès lors l'appareil statistique public est frappé d'un double aveuglement : 1) dans les enquêtes sur la recherche et le développement dans les entreprises, celles des services sont exclues⁹ ; 2° l'effort de recherche dans les sciences de l'homme et de la société, jugé négligeable, sans doute à juste titre, n'est pas estimé¹⁰.

La création de la «fondation pour la recherche dans les services» a suscité des études de faisabilité. Mais cette fondation limite son ambition à promouvoir la recherche pour les grandes entreprises de services, notamment de transport (SNCF). Les études de marché de la recherche ne peuvent donc pas être de grand secours.

Il manque donc les instruments d'observation pour apprécier les besoins en recherche des services et l'effort de recherche en sciences de l'homme et de la société qui est fait dans tous les secteurs, secondaire et tertiaire.

La construction de ces instruments pose des problèmes méthodologiques difficiles qu'il faut résoudre avant de prétendre faire des observations.

Or, les secteurs des services prendront de plus en plus d'importance dans la valeur ajoutée et bénéficieront de plus en plus des retombées techniques financées par les autres secteurs. Il convient donc de se donner les instruments propres à éclairer un redéploiement des efforts de recherche qui aille vers d'avantage d'efficacité (circuits plus courts de financement, répercussion plus directe dans les prix) et d'équité (utilisation des aides publiques).

⁹ Mission «Synthèses et Planification» (MSP) du Ministère de la recherche et de la technologie (MRT) «Enquêtes auprès des entreprises sur les dépenses de recherche développement». MRT. 1991, p. 84.

¹⁰ MSP. op. cit. p. 11.

Suggestion 23 :

Lancer des études méthodologiques pour mesurer l'effort de recherche dans les services et pour les services.

Suggestion 24 :

Lancer des études méthodologiques pour mesurer l'effort de recherche en sciences de l'homme et de la société et son impact en dehors du secteur public.

Les services statistiques du Ministère de la recherche (Mission Synthèse et Planification) sont les mieux placés pour réaliser ou superviser la réalisation de ces études méthodologiques, puis pour faire, ou plutôt faire faire, les enquêtes correspondantes.

A défaut de ces données d'observation peut-on raisonnablement faire la prospective des besoins de recherche des services et de la part dans ces besoins qui pourrait relever de «*l'ingénierie de la connaissance*» ?

Des sociétés et des revues spécialisées éditent des prévisions «à dire d'expert» aux Etats-Unis sur des segments particuliers. C'est le cas par exemple pour les industries de la langue, pour lesquelles il existe un office français spécialisé (OFIL), pour les systèmes experts, pour les réseaux de neurones formels, pour les réseaux de données économiques et financières. Mais les études correspondantes manquent pour notre pays, à supposer qu'on puisse ensuite déterminer la part de marché qui lui reviendrait et, par contre coup, la masse des recherches françaises qui serait ainsi valorisée. En outre il faudrait éliminer les doubles comptes pour avoir un agrégat «*ingénierie de la connaissance*» consistant, ce qui n'est peut-être pas possible à partir de la définition intuitive par énumération qui a été donnée plus haut. L'enjeu, même si on ne peut pas le calculer, est suffisamment important pour mobiliser conjointement les talents des prospectivistes, des statisticiens, et des économistes. Comme précédemment on a proposé (suggestion 6) que les sciences cognitives se réfléchissent elles-mêmes en s'appliquant à elles-mêmes les techniques de représentation des connaissances, il conviendrait d'articuler cette proposition avec celle de prévoir leurs retombées économiques à long terme.

Cette étude méthodologique pourrait être réalisée ou suivie par le Centre de Prospective et d'Evaluation (CPE) et sous-traitée à une société d'études économiques spécialisée (comme le BIPE).

Suggestion 25 :

Lancer une étude méthodologique pour faire la prospective des retombées économiques futures des progrès en «ingénierie de la connaissance».

Suggestion 26 :

Faire la prospective des retombées des progrès en «ingénierie de la connaissance».

Suggestion 27 :

Evaluer la part qui revient à la recherche fondamentale en «sciences de la cognition» au sein de la recherche en «ingénierie de la connaissance», notamment pour les sciences humaines (psychologie cognitive, linguistique cognitive) et sociales (économie et gestion).

S'il n'est pas possible en l'état de l'art des statisticiens, des économistes et de prospectivistes d'avoir même des ordres de grandeur des flux de transfert futurs entre «l'ingénierie de la connaissance» et les services, ceux-ci seront très importants et les financements devront être sans commune mesure avec les financements actuels. Rappelons qu'au début des années 70 les financements de fondations américaines se chiffraient en dizaines de millions de dollars, ce qui a permis les progrès que l'on sait.

A défaut d'une démarche descendante (top down) qui estimerait l'effort nécessaire à partir des besoins de recherche prévisibles, il conviendrait d'adopter une démarche ascendante (bottom up) qui à partir d'un «compte» (à établir) de la recherche en sciences de la cognition adopte une norme volontariste de progression, par exemple le double de la progression de la DIRD (dépenses intérieures de recherche-développement) des administrations dans la période récente.

Suggestion 28 :

Elaborer un compte de la recherche en «ingénierie de la connaissance».

Suggestion 29 :

Adopter une norme de progression optimale du compte de la recherche en «ingénierie de la connaissance».

Ce compte pourrait être examiné par le «conseil des sciences cognitives» (comité interministériel de la suggestion 3). Il pourrait être réalisé par la MSP.

II LES ACTIONS DE TRANSFERT DU MINISTERE DE LA RECHERCHE

Pour établir ce compte de la recherche en «ingénierie de la connaissance» il faut passer en revue les différents financements publics.

L'utilisation du fonds de la recherche et de la technologie (FRT) est supervisée par les départements scientifiques du Ministère de la recherche et de la technologie (MRT).

1) Biologie Médecine Santé (BMS)

Pour le département Biologie Médecine Santé (BMS) l'effort en faveur des sciences de la cognition passe exclusivement par le soutien à l'action du même nom (3 MF à 3,5 MF par an pendant 4 ans), comme c'est le cas pour le département des sciences de l'homme et de la société (SHS) (1 MF par an pendant 4 ans). Il s'agit donc plus d'un soutien à de la recherche innovante qu'à du transfert de technologie. Pour le département l'action s'arrête en 92 et c'est la biologie du développement qui doit bénéficier du redéploiement des crédits dans un contexte de rationnement budgétaire. Il estime qu'il s'agit d'un secteur important, parce que la France est particulièrement cotée en neurosciences et parce que cela permet de collaborer avec les autres départements (SHS, MTI).

Il revient au PIR «cognisciences» de prendre le relais, quitte à mettre en place un comité ad hoc pour les allocations de recherche.

2) Sciences de l'Homme et de la Société (SHS)

Le département des sciences de l'homme et de la société (SHS), comme le département BMS, s'est particulièrement impliqué dans le suivi de l'action «sciences de la cognition», quoiqu'à un moindre niveau financier. Il lui semblait qu'il y avait là en effet une occasion de dynamiser les SHS grâce à l'interdisciplinarité. Ici également il s'agit plus de recherche innovante que de transferts.

3) Mathématiques et Technologies de l'Information (MTI)

Le département Mathématiques et Technologies de l'Information (MTI) suit et aide des programmes de recherche qui touchent aux industries de la langue (EUROTRA, GENELEX).

EUROTRA (20 méga écu sur 5 ans, soit 24 MF par an) est un programme communautaire de recherche en traduction automatique dont les résultats sont jugés en général décevants, notamment par MTI. Ce programme est également suivi par la DIST (Stephane Chaudiron), et le Ministère de l'Industrie (Jacques Mathieu du SERICS). Le département SHS du CNRS était également très impliqué. Il convient maintenant de terminer cette action et de la relayer par un effort de reconstitution du potentiel de recherche français en traduction automatique, grâce, notamment, aux appels d'offre du nouveau PCRD (ESPRIT II) qui mentionne une ligne à cet effet.

GENELEX est un projet EUREKA qui a été labellisé en juin 90 à Rome. Le coût (41 MF) est supporté par le Ministère de l'industrie (15 MF) et le FRT (26 MF). Il s'agit de recherches qui portent sur les dictionnaires. Pour des raisons contingentes (départs et arrivées des conseillers techniques, notamment à MTI et à SHS), le Ministère n'a pas suivi très attentivement EUROTRA et, de manière générale, les transferts liés aux industries de la langue. Dans le cadre d'EUREKA se met en place un projet EUROLANGUES.

Il existe également dans le cadre du PCRD des programmes qui touchent à l'enseignement (DELTA) (outre le GRECO «didactique») aux neurones formels (dans le cadre de JESSI) outre les neurosciences (BRAIN).

En ergonomie existe un programme de recherches coordonnées (PRC) «*communication homme-machine*»¹¹. Le département participe également au lancement du programme «*usine du futur*» (avec Systèmes de Production et Génie des Procédés SPGP).

La représentation des connaissances est abordée dans le cadre du PRC «*Intelligence Artificielle*»¹², dans le PRC «*programmation avancée et outils*

11 Voir le colloque organisé par le GRECO-PRC «*communication homme-machine*» à Toulouse (29-30/01/91) (Actes, 500 p.).

Voir également le rapport du Comité d'Orientation Scientifique et Technique (COST) «*communication homme-machine*». Avril 1991, 36 p.

12 Voir PRC-GDDR IA. Rapport d'activité 1990, 249 p.

Pour les rapports entre intelligence artificielle et sciences cognitives, voir la journée organisée à ce sujet par le PRC-GDR IA à Villetaneuse le 4 avril 1991. Le compte rendu (17 p. + 6 p.) reprend les interventions de Jacques Dubucs, Joëlle Proust, Daniel Kayser, Catherine Fuchs, Jean Seguy et Antoine Danchin.

Sur ce sujet voir également le volume de l'encyclopédie Diderot édité par Jean-Louis LE MOIGNE. *Intelligence de l'artifice et artifices de l'intelligence* (Payot, 1987).

pour l'intelligence artificielle» et dans le PRC «bases de données de 3e génération» (DB 3).

Quant aux applications des «réseaux de neurones formels», l'action spécifique de ce nom (CNRS, MEN, DRET) paraît un peu décevante. Selon les résultats de la sélection (octobre 91), le manque de renouvellement des équipes et des thèmes montre une certaine saturation. On observe le même phénomène à l'échelle internationale, de telle sorte que le département demande au CNRS une évaluation de ces actions thématiques.

Il semble très important de développer et de protéger l'interdisciplinarité et des solutions comme la maison des mathématiciens à Marseille (10 MF d'investissement initial pour un budget de fonctionnement de 3,5 MF) paraissent de bons outils pour cela, parce qu'elles permettent une coordination du CNRS avec l'éducation nationale sous la forme d'un GIP. A contrario les PIR du CNRS n'ont pas suffisamment d'autonomie par rapport aux départements fondamentalement disciplinaires. Le MRT par contre est plus libre d'orienter des moyens additionnels (FRT) ; et surtout il est susceptible de ramener vers la recherche la demande industrielle, comme c'était l'objet des programmes mobilisateurs. Ces derniers n'existent plus dans l'organisation issue du décret de mars 89. A défaut, un GIP pourrait servir de partenaire aux PIR et PRC du CNRS pour organiser les transferts.

4) Systèmes de Production et Génie des Procédés (SPGP)

Le département «Système de Production et Génie des Procédés» (SPGP) se pose plus en utilisateurs de techniques IA parmi d'autres, qu'en initiateur de transferts spécifiques : ainsi dans l'appel d'offres «robotique-productive»¹³, trois projets sur les 22 relèveraient de la mouvance «ingénierie de la connaissance»¹⁴. Le but poursuivi avec l'utilisation de ces outils (IA) est de

L'Association Française d'Intelligence Artificielle (AFIA) s'est autonomisée vis-à-vis de l'AFCEP, afin de pouvoir être la correspondante en France de l'AAAI. Elle publie la *Revue d'Intelligence Artificielle*.

¹³ MRT-SPGP. Appel d'offres 1991 «robotique-productive» (1991, 8 p.).
Pour le bilan des actions passées, voir le colloque-bilan des 15-16/01/91 au MRT avec son dossier de presse (17 p.) et les actes : *Actions de Recherche en Robotique et Productive* (ARRP) 1991, 709 p. MRT-SPGP. 15-16/01/91.

Voir également le colloque à venir préparé par l'AFGI (Association Française pour la Gestion Industrielle) à Lyon les 22-23/01/92.

Voir le compte rendu de l'utilisation du FRT en 90 (note de 5 p. du 27/05/91).

¹⁴ Voir notamment le projet d'un avionneur sur la viabilité des grands systèmes et deux projets utilisant les réseaux de neurones formels dont l'un pour la commande d'un turboréacteur.

Ce genre d'application fait l'objet de journées annuelles NSI (Neurosciences et Sciences de l'Ingénieur). En 1992, elles ont lieu à Oléron, les 25-28/05/92.

maîtriser des systèmes de plus en plus complexes, où les facteurs humains sont de plus en plus importants et où les imprévus et les risques liés aux régimes transitoires sont l'essentiel des problèmes à résoudre quotidiennement en temps réel (impératif du «*juste à temps*», des «*flux tendus*», des 0 stock et 0 défaut, etc.). Dans cette perspective l'acquisition des connaissances et leur transmission (problème de la compétence à temps) deviennent décisives. Alors que cela reste un aspect encore marginal, surtout en France, la dimension H (comme Human) de la CHIM (Computer Human Integration Machine) doit devenir de plus en plus la préoccupation de la recherche et donc faire appel aux sciences humaines cognitives (psychologie et linguistique, mais aussi gestion et économie). C'est pourquoi quelques collaborations se nouent avec le département Homme Technologie Travail (HTT) et quelques ouvertures seront faites dans l'appel d'offres 92 en direction du contrôle «flou», des réseaux neuronaux et des modèles inspirés du vivant pour l'organisation des ateliers. Le thème de la modélisation (numérique, symbolique ou mixte) est susceptible d'être interdisciplinaire : mais un problème également interdisciplinaire est celui des limites de ces modèles, c'est-à-dire de ce qui échappe à la formalisation.

Heureusement cette composante H s'affirme de plus en plus dans les programmes étrangers et internationaux : Intelligent Management System (IMS) entre les Etats-Unis et le Japon, initiative japonaise mondiale (sans doute non dépourvue d'arrière pensées commerciales comme dans le cas de l'ordinateur de 5^e génération) du Computer Integrated Manufacturing and Engineering (CIME), «usine du futur» dans le cadre de EUREKA. C'est dans le cadre de ce dernier projet que prendront place le sous-projet du «*bureau d'études du futur*», où l'«*ingénierie simultanée*», intégrée et parallèle devrait se substituer à l'Organisation Scientifique du Travail taylorienne, et celui des «*systèmes de fabrication du futur*».

5) Homme Technologie Travail (HTT)

Le département Homme Technologie Travail (HTT) rencontre les «sciences de la cognition» à l'intérieur de la plupart de ses actions dans la mesure où son objet privilégié, le travail, devient de plus en plus abstrait : l'ergonomie de physiologique est devenue cognitive ; le palper a été remplacé par le représenter ; l'activité mentale, cognitive et affective, s'est substituée à l'activité physique ¹⁵.

¹⁵ MRT-HTT. *Présentation des recherches engagées en 1990*. Plaquette (36 p.). MRT. 1991.

L'action «*formation des adultes peu qualifiés*» (10 MF, 45 recherches en 11 années d'existence, colloque de bilan en mars 92, 20 recherches de didactique proprement dite) a mobilisé sociologues, psychologues et didacticiens sur les problèmes d'illettrisme et d'apprentissage ¹⁶.

En ergonomie l'action «*technologies saines et environnement du travail*» a été relayée par deux actions distinctes «*technologies saines du travail*» (TST) et «*ergonomie cognitive*», ce qui entérine l'existence de deux communautés professionnelles distinctes, les médecins du travail et les ergonomes. Les deux milieux ont du mal à coopérer et à dialoguer avec les communautés scientifiques de rattachement «naturel», respectivement les sciences de la vie et les sciences du travail (psychologie, sociologie, économie) qui, au CNRS, sont mobilisées par le PIRTTEM ¹⁷ : le travail a toujours été un objet dérangeant pour les disciplines académiques. Le département a donc développé une politique «protectionniste» vis-à-vis de milieux en état de «précoalescence», toujours menacés de laminage par les disciplines académiques établies, politique caractérisée par le mouvement ascendant et par des collaborations locales (bottom up) avec les marginaux des autres disciplines, par exemple les automaticiens. A la différence des autres départements du MRT, le département HTT a une expérience désenchantée de l'interdisciplinarité qui le rend prudent vis-à-vis du PIR «cognisciences».

L'axe «*modernisation de l'entreprise*» ¹⁸ reprend en les englobant des actions en direction des PMI, des services, des mutations technologiques et des outils de gestion («*ergonomie et productivité*» et «*l'homme et les mutations technologiques*»). Outre les appels d'offre qui ont pu aider certaines recherches «cognitives», les trois actions directes (PAROLES, ECOSIP

C'est à cause de cette transformation que le département a voulu créer une «fondation pour la recherche dans les services» (voir étude de faisabilité réalisée par Pierre Stroebel, 1989, 60 p. environ), avec notamment en annexe un bilan des opérations effectuées sur ce sujet aux Etats-Unis et un compte rendu des entretiens avec des responsables français.

Mais en général, aux Etats-Unis comme en France, il s'agit là de grandes entreprises, notamment dans les transports (cf. convention SNCF-CNRS-MELT et MRT «*Approches scientifiques de l'homme au travail*», doc. 23 p., 14/12/89.

¹⁶ PAILHOUS Jean et VERGNAUD Gérard. *Adultes en reconversion. Faible qualification, insuffisance de la formation ou difficultés d'apprentissage ?* La Documentation Française. 1989.

¹⁷ PIRTTEM. Flash-Info, n° 8, juillet-aôut 1991. Voir également les différents cahiers du PIRTTEM qui font le bilan des recherches construites. En particulier, Cahier n° 5, «*Théorisation de la production : résultats intermédiaires des recherches de l'appel d'offres 1990*», sept. 1991, 114 p.

¹⁸ CLAUDE Henri. Bilan de l'action «*modernisation de l'entreprise*» entre 1987 et 1990. MRT-HTT, nov. 91, 30 p.

et DESE) montrent comment la réalité sociale pose des problèmes de «cognition» aux sciences sociales. L'objet des investigations du groupe ECOSIP¹⁹ (économie des systèmes intégrés de production) est «l'image économique dont se dote une entreprise, à travers ses coûts, ses mesures de performances, ses ratios, ses calculs de rentabilité ou de profitabilité», représentation d'elle-même qui fonde son «aptitude à comprendre les enjeux de compétitivité (le diagnostic) et à les traduire en termes d'évaluation, donc en comportements (le pilotage)». On retrouve dans ce groupe la plupart des économistes «cognitivistes»²⁰. Ces problèmes, économiques et sociaux sont duaux de ceux que le département SPGP veut traiter du côté des processus physiques : maîtrise des systèmes complexes «à temps» dans un environnement incertain.

C'est pourquoi il existe des collaborations croisées entre les deux départements. Mais cela ne suffit pas à combler le fossé qui sépare ingénieurs et chercheurs en sciences sociales. L'action DESE (développement économique et social de l'entreprise) analyse l'entreprise comme un système auto-organisateur qui se réorganise en fonction de ses apprentissages, de ses représentations collectives et de ses procédures de décision pour trouver l'organisation sociale qui lui donne une efficacité maximale dans un environnement. Enfin l'action PAROLES étudie l'expression des salariés dans l'entreprise (lois Auroux de 82) comme processus de confrontation entre des représentations, en particulier avec celles des «adversaires» (syndicats, hiérarchie, etc.) dans les négociations et les arbitrages internes des entreprises (métaconnaissances). Le chercheur «cognitivist» verra sans doute là des «métaphores» qui font sortir la science de son domaine de validité. Le sociologue opposera à l'exigence d'implémentation sur une machine celle de l'implémentation en entreprise. Les succès politiques du rapport Riboud (*Modernisation : mode d'emploi*, 1987) et techniques du système expert Mougli pour le transfert des connaissances vers les PMI, montrent la pertinence et la fécondité duales des implémentations machinique et économique.

«L'usine du futur» (projet PROFIL de EUREKA) sera dotée d'une «organisation flexible en univers incertain et mobile»²¹ qui intégrera au travail individuel quotidien des dimensions de pédagogie et de

¹⁹ Claude Henri, op. cit. p. 9.

²⁰ Cf. supra Ch III, notamment le colloque «*Economie des conventions*». Voir également le colloque organisé le 23/10/90 sur ce thème par le département HTT.

²¹ Claude Henri, op. cit. p. 17. Voir également les travaux du réseau pluridisciplinaire du CNRS «*langage et travail*».

qualification, d'où le nécessaire renouvellement des instruments de perception et de gestion de l'entreprise (représentation des connaissances, indexation, classification, SIAD, instruments de planification et de simulation, etc.).

6) Délégation à l'Information Scientifique et Technique (DIST)

C'est cette maîtrise «cognitive» de l'information scientifique et technique (IST) qui fait l'objet privilégié des actions de la Délégation à l'Information Scientifique et Technique (DIST). Le premier obstacle est celui de l'inflation : pour décrire la technique il faut six millions de mots, soit cent fois le vocabulaire d'une langue naturelle, soit mille fois le vocabulaire d'un homme cultivé²². Balzac écrivait avec quatre mille mots et Racine avec deux mille. L'homme ne peut plus se passer de prothèse informatique.

Bien qu'elle ne soit pas un département scientifique, la DIST ne peut donc pas se désintéresser des progrès des techniques qui permettent de réussir à diffuser l'IST. Elle participe à des actions de linguistique informatique (EUROTRA) et à des actions interministérielles sur l'information dite spécialisée ou encore professionnelle (PARINFO)²³ et qui concernent les métiers de bibliothécaire, de documentaliste, de serveur de bases de données textuelles, documentaires ou quantitatives²⁴. Il s'agit des futurs outils de la «cognition» sociale. Elle a participé également à la rédaction du rapport Mayer²⁵ sur l'information spécialisée. Au CNRS, l'INIST assume pour ses propres besoins des préoccupations semblables.

²² Cf Thierry GAUDIN . «*Pensée, modes d'emploi*», op. cit. p. 2.

²³ Délégation à l'Information Scientifique et Technique (DIST) (Ministère de la Recherche et de la Technologie : MRT) (Ministère de l'Education Nationale de la Jeunesse et des Sports : MENJS).

Appel d'offres 1991 du *Programme d'Aide à la Recherche en sciences de l'Information* (PARINFO) MRT - MENJS (DIST). 1991, 5 p.

Voir le séminaire PARINFO des 11 et 12 février 1991 et l'étude de Bossard consultant réalisée à cette occasion.

²⁴ Voir le colloque organisé par le Conseil Economique et Social le 22 novembre 1990 sur «*L'information spécialisée*» («Les entretiens du Palais d'Iéna». Actes. Paris. Sénat. 1991) et le colloque organisé à Bordeaux (28-30/05/91) sur «*Information documentaire et transferts de connaissance*». La CEE a créé un «observatoire du marché de l'information» et les bibliothécaires (Ecole Nationale Supérieure des Bibliothécaires) une discipline, la «bibliothéconomie».

Voir de manière générale Anne MAYERE, *Economie de l'information*. CNRS. 1990.

La première conférence internationale sur l'analyse et la reconnaissance des documents a eu lieu à Saint-Malo du 30/09/91 au 02/10/91 (ICDAR : International Conference on Document Analysis and Recognition).

²⁵ René MAYER (Président du groupe de travail). *Information et compétitivité*. Commissariat Général du Plan. Paris. Déc. 90, 302 p.

La responsabilité de la DIST est en effet celle de la politique scientifique en IST : il faut produire et mieux produire (de l'IST) ; il faut mieux diffuser parce que l'information, au-delà de l'IST, c'est du pouvoir, donc de la puissance pour notre pays. Elle ne peut pas se désintéresser des moyens pour accomplir ces missions : supports, mémoires et stockage de l'information ; interfaces homme-machine pour l'accès, la restitution, la manipulation et la communication. Elle rencontre donc les actions des autres départements, mais de manière transversale et plus en aval (développement), ce qui pourrait lui donner une position fédératrice dans l'organisation des transferts, s'il ne manquait à ses préoccupations celles de l'ergonomie et de l'économie de gestion.

7) Les partenaires du Ministère de la recherche

Dans ces différents segments de politique de transferts de technologies, le Ministère de la recherche a des partenaires naturels avec lesquels la coopération est productive. Les départements du CNRS correspondent assez fidèlement à ceux du Ministère : leurs actions sont complémentaires et viennent d'être décrites.

Le Ministère de l'industrie (SERICS) coopère surtout avec MTI, SPGP et DIST. Pour le Ministère de l'éducation nationale, le transfert n'est pas la première priorité. Mais il est directement intéressé par les bibliothèques et l'information : il participe à PARINFO. Des coopérations ponctuelles ont lieu avec la Culture²⁶ (Bibliothèque de France avec le département SHS), la Défense (réseaux de neurones formels avec la DRET) et la MIRE (santé et travail, lutte contre l'illettrisme). La Défense au sens large (SGDN, DRET, DEG, FEDN) a une politique de recherche en ingénierie de la connaissance aussi importante qu'autonome²⁷. Enfin au niveau européen la DG XII est un partenaire puissant et obligé de la plupart des départements comme on l'a vu précédemment.

26 Cf. le rapport de M. Pierre MUSSO à M. J. Lang Ministre de la culture. «*Culture et nouvelles technologies*» (Paris, 1989). C'est dans ce rapport que pour promouvoir les retombées des «sciences cognitives» sur la création artistique, M. Musso propose la construction d'un «Bauhaus électronique».

27 Cf. DRET. Thèmes de recherche de l'appel d'offres permanent (Plaquette oct. 89, 50 p.). D'après des entretiens avec des personnes de la DRET, du SGDN, de la FEDN et de la DEG.

III UN PROGRAMME MOBILISATEUR INTERMINISTÉRIEL EN «INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE»

L'impression d'ensemble que donne cette vue cavalière est la multiplicité et l'indépendance relatives des actions. Faut-il, au nom d'un réflexe jacobin et cartésien peut-être déplacé, prétendre coordonner et rationaliser toutes ces actions ? La plupart des départements (à l'exception de HTT) ont tendance à répondre affirmativement : ces actions de transferts, à cause des enjeux économiques, doivent être prioritaires, ce qui implique un effet d'annonce pour susciter des recherches là où il n'y en a pas ; les cloisonnements disciplinaires et professionnels (ingénieurs, médecins, ergonomes, chercheurs, économistes) entravent la fécondité des recherches.

1) La nécessité d'un programme mobilisateur

Le dénominateur commun de toutes ces actions peut être intitulé communication homme-machine (CHI : Computer Human Integration). Or l'ancienne section 08 du CNRS (Informatique, Automatique, Signaux et Systèmes) a défini neuf champs de recherche appelés Objectifs Scientifiques et Techniques (OST), parmi lesquels figure celui de la «*Communication Homme-Machine*» (CHM) ²⁸. Les OST les plus voisins s'intitulent «*Robotique et Productique*», «*Signal et Imagerie*» et «*Intelligence Artificielle*». Le comité correspondant (COST) a fait un rapport sur la «*définition, l'état de l'art et les perspectives scientifiques*» en avril 1991 à la demande du département SPI.

Selon les auteurs la CHM n'est pas une discipline. Elle correspond à peu près à ce que la communauté internationale inclut dans les «*sciences cognitives*» sous le nom d'interaction homme-machine. En effet le rapport distingue six domaines plus particuliers : le traitement informatique de l'écrit (1) et de la parole (2), l'analyse et la synthèse d'images (3), la communication gestuelle et tactilo-kinesthésique (4), les techniques logicielles d'interface (5) et l'ergonomie de la CHM (6). La qualité de la recherche française est évaluée sur chacun des six champs. «*La situation de la recherche est contrastée. Elle est au meilleur niveau international dans certaines disciplines ou sous-disciplines comme l'analyse d'image, l'Intelligence Artificielle, la reconnaissance de la parole ; elle est faible ou*

²⁸ Comité d'Orientation Scientifique et Technique (COST) «*Communication Homme-Machine*» du département Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) du CNRS «*Rapport sur la définition, l'état de l'art et les perspectives scientifiques*» (av. 1991, 36 p.).

dispersée dans d'autres, comme l'analyse lexico-sémantique du langage naturel, la synthèse d'image, l'ergonomie, les interfaces logicielles» (...) «Les secteurs délaissés sont ceux de l'ergonomie, de la synthèse d'image, des interfaces logicielles et de la linguistique (malgré l'existence discrète du PRC «*Informatique et Linguistique*»)²⁹.

Une des limites de ce rapport, extrêmement précieux par ailleurs, est qu'émanant du secteur SPI il fasse délibérément l'impasse sur «les aspects éthiques, sociologiques, psycho-sociologiques de la CHM»³⁰. Cette lacune est partiellement comblée par la revue faite plus haut des actions du département HTT et par le vœu exprimé par les auteurs du rapport qu'émerge en France «la notion de «*Human Engineering*», florissante dans les pays anglo-saxons et cruellement absente dans notre pays»³¹.

Le rapport conclut en proposant une double restructuration des activités de recherche.

Verticalement, il s'agirait de retoucher les contours des actuels GDR-PRC pour en constituer quatre groupements thématiques : 1) Image ; 2) Langage ; 3) Parole ; 4) Ergonomie.

Horizontalement, la structure organisant la recherche fondamentale serait celle des «sciences cognitives». Mais «au niveau concret de l'ingénierie des systèmes de CHM il est nécessaire de bâtir une structure horizontale dotée de moyens notables et d'une direction unique, si l'on veut éviter l'éparpillement de la recherche et la conduite de projets strictement industriels, dont les résultats ne seraient pas accessibles à la communauté scientifique»³². Et les auteurs de détailler le contenu d'un «programme CHM», qu'on aurait envie de qualifier de «mobilisateur», si cette appellation avait encore cours au Ministère de la recherche.

La perspective qui est celle du présent rapport conduit à suggérer que ces «plate-formes expérimentales» ne soient pas réservées aux chercheurs de SPI, mais soient accessibles à ceux des SHS (psychologues, linguistes, sociologues, économistes, etc.). Les auteurs distinguent quatre types de systèmes CHM : 1) ceux qui servent à contrôler des processus complexes (robots, véhicules, usines etc.) ; 2) ceux qui servent à gérer des messages ; 3) ceux qui sont destinés au grand public ; 4) ceux qui traitent des informations linguistiques. L'économiste suggère en outre : 5) ceux qui traitent des

29 Op. cit. p. 32.

30 Op. cit. p. 3.

31 Op. cit. p. 33.

32 Op. cit. p. 34.

informations numériques (et non symboliques) dans des bases de données réparties, hétérogènes et professionnelles (gestion de l'information quantitative des systèmes décentralisés et complexes).

La proposition qui suit consiste donc à reprendre les suggestions du COST «communication homme-machine», à les élargir thématiquement aux machines et aux réseaux «collectifs» (point 5 précédent), et surtout à en faire une action incitative interdisciplinaire (particulièrement avec les sciences de l'homme et de la société) donc interdépartementale (au CNRS et au MRT) et interministérielle (problèmes de la didactique, de la psychologie, de la défense, des bibliothèques et de la culture, etc.).

Suggestion 30 :

Lancer une action incitative interdisciplinaire et interministérielle en «ingénierie de la connaissance» (communication homme-machine, ergonomie cognitive).

2) L'insertion du «programme» dans les structures administratives de la recherche

Les auteurs du rapport (COST) pensent sans doute réaliser le «programme CHM» à l'intérieur du CNRS. Mais compte tenu de ses enjeux économiques, culturels et industriels, les départements ministériels correspondants ne peuvent pas ne pas être associés à son pilotage et à son financement.

D'autre part la simple distinction entre recherche fondamentale et recherche appliquée ne suffit pas à délimiter une frontière claire entre ce programme et le PIR «cogniscience» : un souci de simplicité voudrait même qu'il s'agisse là d'un sous-programme du PIR «cogniscience», ce qui rendrait la définition française des sciences de la cognition conforme aux standards internationaux.

La proposition (n° 3) de créer un «conseil des sciences cognitives» (interministériel) résout alors le problème de la nécessaire coordination interministérielle.

Suggestion 31 :

1) Transformer le Comité d'Objectif Scientifique et Technique (COST) «communication homme-machine» du CNRS en un comité interdépartemental qui soit le conseil scientifique du programme «Communication Homme-Machine» (CHM) du PIR «cogniscience».

2) Etablir un plan d'investissement à moyen terme (4 ans) pour créer des plate-formes de recherche expérimentales, ouvertes aux sciences de l'homme (psychologie, linguistique) et de la société (sociologie, économie, gestion), en communication homme-machine et en ergonomie cognitive.

Avec les actions relatives à la psychologie (suggestion 12), la linguistique (suggestions 13, 14 et 15), l'économie et la gestion (suggestion 20) et les sciences sociales (suggestions 21 et 22), cette dernière suggestion (30) vise à rééquilibrer les actions de développement des sciences de la cognition (suggestion 1) en les démultipliant et en les spécialisant par disciplines. Cela permet d'aligner la définition des sciences de la cognition sur celle qui est reçue par la communauté internationale.

Mais l'ergonomie cognitive n'est pas une discipline académique. Comme les sciences de l'éducation, de l'information, voire les sciences de la cognition, il s'agit d'avantage d'une constellation de disciplines orientée vers un type d'applications et de transferts. C'est pourquoi cette proposition est très importante pour promouvoir les opérations de transferts à partir des sciences de la cognition.

Mais un tel programme n'a pas de correspondant clairement identifié au Ministère de la recherche. Le panorama précédent a montré que cinq départements et la DIST sont plus ou moins intéressés par les transferts liés à la CHM et à l'ergonomie cognitive. Lorsqu'il existait des programmes mobilisateurs, on aurait pu suggérer d'en créer un qui soit le répondant au Ministère du PIR du CNRS ainsi étendu à la communication homme-machine (CHM), de même que le programme technologie-emploi-travail (TET) était corrélatif du PIRTTEM. Mais depuis le décret d'organisation de mars 89 il n'existe que des départements.

Une solution de compromis consiste à désigner un département leader. Ce rôle a été joué pour les «sciences de la cognition» par le département BMS, alors que cette action concernait également SHS et MTI. Pour la CHM ce rôle pourrait être joué par MTI. Mais il est vraisemblable que les cinq autres services s'en remettront au département leader (MTI), dont l'intérêt pour les différents domaines est fatalement inégal : l'expérience l'a montré pour EUROTRA et pour les sciences de la cognition, la participation active du département SHS étant l'exception qui confirme la règle.

D'après la nature du programme (ergonomie cognitive, communication homme-machine) et des enjeux économiques à long terme (modernisation

du travail dans les métiers de services et de matière grise), il reviendrait au département Homme Technologie Travail (HTT) de perpétuer l'esprit du «programme mobilisateur Technologie Emploi Travail» et de continuer à servir d'interlocuteur au PIRTTEM du CNRS, si cela n'allait à l'encontre de sa transformation en département scientifique en mars 89, si l'avenir du PIRTTEM n'était pas incertain et si la prudence ne conseillait pas une attitude protectionniste vis-à-vis des recherches en sciences sociales dans le domaine de l'ergonomie.

Une autre solution consiste à décomposer le champ en ses différentes composantes et d'en confier le suivi à un département, celui qui est le plus impliqué. Par exemple : 1) Image : SPGP (ou BMS) ; 2) Langage : DIST (ou SHS) ; 3) parole : MTI (ou BMS) ; 4) Ergonomie : HTT (ou SHS). On en revient à la situation actuelle de non coordination relative des différents départements.

Désigner un correspondant hors les départements reviendrait à introduire subrepticement la logique horizontale des programmes mobilisateurs dans un organigramme qui rompt avec elle.

Le réflexe de l'économiste consiste alors à conseiller «*d'externaliser*» ce que le Ministère ne peut faire par organisation interne, donc à confier au «conseil des sciences cognitives» le suivi de la politique de transfert du Ministère dans le champ de «*l'ingénierie de la connaissance*» et à domicilier ce suivi dans la «*maison de la cognition*». Cela implique que l'interministérialité soit élargie au moins à l'industrie, sinon à la santé, à la défense et à la culture (Bibliothèque de France).

Suggestion 32 :

Elargir le «conseil des sciences cognitives» (suggestion 3) aux ministères de la santé, de l'industrie, de la culture et de la défense.

Suggestion 33 :

Domicilier le suivi de la politique de transferts en «ingénierie de la connaissance» dans la «maison de la cognition».

La prise en compte des axes de recherche des différents départements du CNRS et du MRT conduit à proposer (provisoirement) huit domaines de transferts :

- 1) santé : santé psychique, prévention, vieillissement, diagnostic ;

2) industries de langues : génie linguistique, linguistique informatique, traduction assistée par ordinateur, traitement de l'écrit ³³ ;

3) ergonomie cognitive : interaction homme-machine, en médecine du travail, ingénierie et sociologie du travail ³⁴ ;

4) didactique, enseignement intelligemment assisté par ordinateur, apprentissage ³⁵ ;

5) documentation, indexation et classification : techniques auxiliaires des sciences de l'homme et de la société et des professionnels de l'information ³⁶ ;

33 Cf. Supra ce qui a été dit à propos de la linguistique. Ch. III § III p. 70 sqq.

34 Cf. supra, dans ce chapitre § II 4 p. 99 sqq, § II 5 p. 100 sqq et § III.

35 Cf. infra Ch. V § II 4 INRP. p. 129 sqq.

On peut distinguer plusieurs thèmes dans ce champ :

1) Les problèmes télématiques d'enseignement à distance font l'objet du programme DELTA (CEE - DG XII). Voir *R and D on Telematic Systems in Flexible and Distance Learning Workplan*. 91, 150 p.

2) L'acquisition des connaissances en intelligence artificielle. Voir les journées EKAW (*European Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge Based Systems*) (EKAW 89. Actes. 1990, 591 p.). Voir le colloque tenu à Londres du 2 au 4 décembre 1991 sur «knowledge based systems methodologies workshop». De même l'AFCEC a constitué un «Groupe de travail acquisition et modélisation des connaissances» (GRACQ) et des «Journées sur l'Acquisition des Connaissances» (JAC) dont les prochaines (JAC 3) auront lieu à Paris (15-17/04/92).

3) La didactique des disciplines (existence d'un GDR «Didactique» qui a organisé un colloque sur les «Environnements informatiques d'apprentissage dans les disciplines scientifiques» 24-25/09/91 à Cachan) et l'enseignement des langues : voir de Maurice Gross «Note sur la création d'un centre de recherche et de développement en technologies de l'enseignement des langues» (Convention CIEP. Paris VII), de Jean-Paul Narcy (UTC de Compiègne) les travaux sur la didactique de l'anglais et de Jean-Louis Dessalles (Telecom) sur l'EIAO et plus particulièrement sur la formalisation des «conversations».

4) Le processus de la lecture : voir les entretiens Nathan sur la lecture (10-11/11/90) organisés par le Directeur de Nathan Bertrand Eveno (Actes parus chez Nathan : «Lecture. Actes I». Nathan. 1991, 285 p.).

5) La simulation de l'apprentissage par des réseaux neuromimétiques.

6) La formation des adultes peu qualifiés (cf. PAILHOUS, VERGNAUD. «*Adultes en reconversion*», op. cit.).

36 C'est le programme de recherches auquel Jean-Claude Gardin a consacré sa vie et pour lequel il a reçu le prix Fyssen. Jean-Claude GARDIN. *Le calcul et la raison*. Essais sur la formalisation du discours savant. Editions de l'EHESS. Paris, avril 1991, 296 p. Du même auteur «Intelligence naturelle et intelligence artificielle dans les sciences humaines» (séminaire à Nanterre, 1991-92, 4 p.).

Voir également supra § II 6 p. 103 sqq et notamment les notes 23, 24 et 25.

Le créneau de la Bibliothèque de France (cabinet de lecture assistée par ordinateur) est encore plus étroit techniquement mais très important scientifiquement : à long terme ces recherches révolutionneront les travaux d'érudition en sciences humaines. Voir la recherche financée par le MRT (SHS et DIST) à Bernard STIEGLER (Université Technologique de Compiègne) : «Un dispositif de lecture et d'écriture critiques assistées par ordinateur» (Rapport du 07/10/91, 102 p.).

6) bases de données massives servies par réseaux télématiques hétérogènes en temps réels : traitements collectifs des informations économiques et sociales ³⁷ ;

7) représentation des connaissances, aide à la décision et systèmes experts ³⁸ ;

8) reconnaissance et production des formes sonores et visuelles : traitement informatique et biologique de la parole et de l'image ³⁹.

Conclusion

Les enjeux liés aux applications de «l'ingénierie de la connaissance» sont difficiles à évaluer. Les sociétés du XXI^e siècle seront des sociétés de service, où l'essentiel de la production de la richesse et de la puissance consistera à traiter des informations dans des systèmes aussi vastes que complexes, qui enchevêtreront des cerveaux naturels et artificiels : on entrevoit cette réalité en la désignant comme Communication Homme-Machine (CHM). Pour gagner la compétition internationale en ce domaine, quel effort de recherche convient-il de consentir dans les «sciences de la cognition» ? En l'état actuel de nos outils de prospectives et d'enquêtes statistiques cette question reste sans réponse quantitative précise. Qualitativement les enjeux sont très importants et donc l'effort doit être considérablement accru. Nos sociétés font penser au célèbre ivrogne qui cherche ses clefs uniquement dans le cercle de lumière du réverbère, parce qu'ailleurs il ne peut rien voir.

Le Ministère certes conduit des actions de transfert dans les différents segments de l'ingénierie de la connaissance. Mais le total de ces actions ne semble pas suffisant si on prend comme critère la comparaison avec les autres pays notamment en traitement informatique de la langue, des images, en ergonomie et en conception d'interfaces logicielles. Une fois de

³⁷ Cf. infra Ch. V § III 4 : les écoles de l'INSEE p. 134 sqq. Comme précédemment le créneau paraît à la fois clairement identifié (génie de l'information statistique), mais étroit.

³⁸ Cf. supra sur l'économie et la gestion Ch. III § VI 4 p. 81 sqq.
Pour une synthèse et une avancée voir : Jacques PITRAT. *Métacognition. Futur de l'intelligence artificielle*. Masson. 1991, 402 p. Claude VOGEL. *Génie cognitif. Sciences sociales et intelligence artificielle*. Masson. 1988.

Les colloques annuels d'Avignon «Les systèmes experts et leurs applications» sont des véritables marchés. En 1992 il aura lieu les 01-06/06/92.

Mais il s'agit également d'une part substantielle des colloques CECOIA.

³⁹ Cf. supra le rapport COST «Communication Homme-Machine» op. cit.
Voir également les rapports d'activités de l'INRIA (cf. infra Ch. V § II 1 INRIA).
Voir également les colloques spécialisés comme IWFHR (*International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition*. 23-27/09/91 à Bonas, Gers, France) et les travaux de Jean-Claude SIMON, par exemple «Regularities and singularities in line pictures» (*International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 1991. Vol. 5, n° 1 et 2, pp. 57-77).

plus on s'aperçoit que c'est le facteur H, le facteur humain au niveau individuel (psychologie, linguistique) ou collectif (ergonomie, gestion, sociologie du travail, économie), pourtant décisif, qui est le point faible des recherches pour les ingénieurs.

C'est pourquoi les actions des différents départements des techniques «dures» (MTI, BMS, SPGP) doivent être coordonnées avec celles des départements orientés vers le social (SHS, HTT, DIST) au sein d'un programme qui devrait être d'esprit «mobilisateur», mais qui devrait être confié à la maison de la cognition, à l'extérieur du ministère.

La collaboration des chercheurs des différentes disciplines (dont les SHS) autour **d'équipements** dédiés à l'ergonomie cognitive devrait promouvoir une interdisciplinarité à la fois dans la théorie et dans l'observation et l'expérimentation.

CHAPITRE V

LA DEMANDE SOCIALE EN «INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE»

Les obstacles que devra vaincre une politique de transferts sont moins de nature institutionnelle (l'organisation administrative des aides publiques) que sociale : il y a, dans notre pays, un fossé entre les cultures du chercheur et de l'ingénieur, et la formation que reçoit ce dernier ne le prédispose pas beaucoup à faire autant de cas dans l'interaction homme-machine du facteur humain que du facteur mécanique.

Quant à la demande sociale on verra qu'elle émet des signaux ambigus, et que sa participation au financement de la recherche, outre qu'elle est problématique, pose des problèmes d'organisation spécifiques, compte tenu de la nature des activités (services) et des entreprises (PMI) qui devraient bénéficier de ces transferts.

I LES OBSTACLES CULTURELS ET SOCIAUX À LA DIFFUSION DES PROGRES EN INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE

Le travail dans les entreprises devenant de plus en plus abstrait au fur et à mesure qu'elles s'informatisent, on aurait pu penser que les ingénieurs, artisans de cette transformation, les informaticiens ordinaires, allaient propager la prise de conscience qu'il convenait désormais d'investir en ingénierie de la connaissance. Mais un tel raisonnement oublie la jeunesse de ces métiers et les caractéristiques de leur formation, formation qui n'est pas encore stabilisée ¹.

¹ Les problèmes de la formation des ingénieurs en France, même limitée à celle des informaticiens, dépassent de loin le cadre de la mission présente. Un certain nombre de rapports (Abel Farnoux et Maurice Nivat, Tedecat, Bernard Decomps) ont fait prendre un certain nombre de mesures qui laissent espérer des solutions qualitatives et quantitatives, mais au terme de deux ou trois cycles de thèses de 3e cycle (entre cinq et dix ans). Les analyses qui suivent sont relatives à la situation présente, héritage d'un passé doué d'une grande inertie. Elles ne préjugent pas, au contraire, de l'échec des mesures en cours (filiales Decomps, Universités technologiques, etc.). Les jugements qui suivent n'engagent que leur auteur et ont été élaborés à partir des entretiens avec MM. Decomps, Cousot, Weinfeld, Vasseur, Sakarovich, Simon, Nivat, Pitrat, Gross, Perrin, Duby, Curien, Ganascia, Borillo, Colmerauer.

1) Les insuffisances dans la formation des ingénieurs informaticiens

Jusque dans les années 70 la formation des informaticiens n'était pas systématiquement organisée. Les premiers enseignants venaient d'autres disciplines ou de l'industrie. Ils étaient la plupart du temps des pionniers de très grande qualité intellectuelle et humaine. Le marché de l'emploi étant très porteur, l'industrie et les services, dans un premier temps, avaient essentiellement besoin d'ingénieurs d'exploitation. On enseignait à programmer et à exploiter ; les langages de programmation étaient surtout ceux qui sont utilisés en gestion (COBOL). L'informatique théorique (algorithmes, langages formels) n'a commencé à être enseignée que plus tardivement.

La formation des ingénieurs en France est dominée par une hiérarchie de prestiges qui confère à leurs écoles, tenues à l'écart des Universités, plus ou moins de grandeur. Le système des écoles d'application de l'Ecole Polytechnique joue un rôle important dans cette distribution des rangs.

Il est donc symptomatique que l'enseignement de l'informatique n'ait été introduit dans cette école qu'en 1986 et d'abord sous forme d'un enseignement pratique, qu'un laboratoire de recherche en informatique (LIX) n'a été créé également qu'en 86, que des épreuves dans cette discipline aient été introduites, mais comme ersatz de calcul numérique, et que la question de la constitution d'une école d'application en informatique n'ait été posée qu'en 89². Initialement trois candidatures avaient été retenues à Grenoble (ENSIMAG), à Toulouse (aéronautique et robotique) et à Nice (Mines à Sophia Antipolis). Entre temps, l'Ecole des Télécommunications (ENST) a développé des filières de formation de qualité de telle sorte qu'il existe deux écoles d'application retenues par la commission des titres (Grenoble et ENST couplée à Jussieu pour les DEA).

Parallèlement, pour la recherche théorique, l'Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm avait noué des rapports de collaboration avec l'INRIA, ce qui donnait à notre pays un niveau international³.

Mais ces corrections tardives ne comblent pas le gap de la formation d'une population nombreuse et qualifiée d'ingénieurs informaticiens.

² D'après entretiens avec MM. Decomps, Vasseur, Cousot, Weinfeld, Dupuy, Gross notamment.

³ D'après entretiens avec E. Guyon, Bensoussan, P.Y. Curien, D. Andler, B. Teissier plus particulièrement.

D'autre part même s'il existe, en petit nombre, des filières qui échappent au dualisme qui oppose les grandes écoles aux universités, telle celle de l'Université Technologique de Compiègne, ce dispositif, en attendant que le plan Universités 2000 ait pris son régime de croisière et multiplie les formations universitaires d'ingénieurs, subordonne étroitement celles des informaticiens au système traditionnel. Or celui-ci fonctionne surtout comme une sélection des élites : il est, dans cette perspective, peu important que les disciplines qui servent à sélectionner s'inspirent de la conception de l'ingénieur qui prévalait au XIX^e siècle et fassent une plus large place à la mécanique, à la chimie, à la thermodynamique et au calcul numérique qu'à l'électronique, à la biologie, à la théorie de l'information et au calcul symbolique. Par contre ces orientations disciplinaires sont biaisées par rapport aux besoins de la recherche contemporaine et à ceux de l'économie future. Comme la prise de conscience s'effectue progressivement, la place de l'informatique dans la hiérarchie des prestiges reste encore flottante et la place des mathématiques spécifiques à l'informatique (algèbre, logique, langages formels) reste relativement mineure par rapport à celle des mathématiques utilisées par les ingénieurs classiques (analyse, calcul différentiel et intégral, calcul numérique, etc.).

2) L'inadéquation de la culture mathématique française

Or, encore plus que pour l'informatique au sens large, cette culture mathématique spécifique constitue le bagage minimal nécessaire pour tous ceux (chercheurs et ingénieurs) qui travaillent en «ingénierie de la connaissance» : logique, intelligence artificielle, mathématiques appliquées aux sciences humaines et sociales (linguistique, psychologie, économie, etc.). Et ce style de mathématiques ne semble pas bénéficier d'autant de faveurs que l'autre dans notre pays.

Les raisons externes à cela sont sans doute de nature sociologique et historique. On vient de les évoquer en faisant allusion au système des écoles d'ingénieur et à son histoire.

Il y a également à cela sans doute des raisons internes à l'histoire des mathématiques dans notre pays. L'école Bourbaki y a joui longtemps d'un grand empire. Or celle-ci, à la suite de Henri Poincaré, «censurait» la question des fondements des mathématiques, et donc la recherche en logique mathématique. Cette censure était d'autant plus efficace, qu'une série d'accidents a privé notre pays de quelques individualités

exceptionnelles qui auraient pu lui donner un rang prestigieux dans la compétition internationale. La recherche a redémarré dans ce domaine depuis une quinzaine d'années et est maintenant au sommet. Mais, sociologiquement, les esprits n'ont pas changé massivement : il y a donc un manque de préparation intellectuelle, même chez les ingénieurs, même informaticiens, qui devraient en être pourtant les véhicules naturels, à la réception et à l'assimilation des techniques «d'ingénierie de la connaissance».

La question est controversable de savoir s'il est légitime d'opposer si radicalement deux styles de mathématiques, les mathématiques du quantitatif et de la mesure d'un côté (celles des mécaniciens) et celles du qualitatif et de la forme d'autre part (celle des informaticiens). Mais si on considère les mathématiques que requièrent les sciences de la cognition, on peut isoler plusieurs lignées qui correspondent, en gros, aux étapes de leur développement. Il y a d'abord (époque héroïque de Turing, von Neumann, etc.) les outils de la logique formelle, qui sont relayés ensuite, au moment de l'essor de l'informatique, par les langages formels (monoïdes, théorie des graphes, etc.). La recherche opérationnelle et la cybernétique mobilisent ensuite les équations différentielles linéaires et non linéaires, la programmation linéaire, la combinatoire et l'optimisation sous contrainte, mais aussi le calcul des probabilités, la statistique et l'algèbre linéaire. Le néo-connexionnisme réactive la théorie des automates (théorie des graphes, combinatoire, statistique, monoïdes, etc.) et les systèmes différentiels non linéaires. On peut proposer un regroupement en trois ensemble. Les premiers outils permettent de traiter quantitativement des ensembles nombreux et incertains et dérivent de la théorie de la mesure : probabilités, statistiques, classifications, méthodes statistiques de la physique du solide comme les verres de spin, la percolation, etc. A l'autre extrémité du spectre des formalismes, il y a ceux dont la matière première est la lettre, le symbole : logiques formelles, monoïdes, grammaires formelles, sémantique formelle, théorie des graphes, etc. Ne peuvent être vraiment classés ni dans l'une, ni dans l'autre catégorie, les problèmes de combinatoire, d'algorithmique, de complexité, de rapidité de convergence, même si des passerelles sont jetées de part de d'autre.

Sont à part également sans doute les formalismes de la physique qualitative (théorie des «catastrophes», systèmes différentiels non linéaires), qui jouent un grand rôle dans le succès médiatique des sciences de la

cognition (création de l'ordre par le bruit, chaos, états stables hors de l'équilibre, etc), mais dont on ne peut mesurer encore la fécondité.

Cet inventaire n'a d'autre mérite que de manifester le caractère exotique des mathématiques utilisées par les sciences de la cognition, quand on les compare au canon de la formation générale des ingénieurs en France. La prospective de l'enseignement des mathématiques dans la formation des ingénieurs, même limitée à la question de certaines mathématiques, même limitée au problème de la formation des seuls informaticiens, n'entre évidemment pas dans le champ de la présente mission. A partir des indications sommaires (cf. supra Ch. IV) données sur l'importance future dans nos sociétés des techniques «d'ingénierie de la connaissance», on ne peut que constater l'inadéquation de la culture générale mathématique actuelle, même si de lentes évolutions viennent, insuffisamment, corriger la sévérité du jugement.

3) Le prestige insuffisant de la culture technique

Notre système de formation souffre, — c'est une idée reçue, qui n'est pas pour autant inexacte —, également de ne pas être assez tourné vers la pratique, les applications et l'ingénierie. Un symptôme de cette hiérarchie des valeurs est la définition française des sciences de la cognition : elles ne comprennent ni l'interaction homme-machine, ni les techniques de l'économie et de la gestion.

Les sciences de l'homme et de la société expliquent ce handicap malheureusement spécifique à notre pays : l'histoire et la sociologie nous montrent comment la classe des «robins» de l'ancien régime a modelé au profit de la reproduction de son pouvoir et de sa base sociale, nos institutions, notamment d'enseignement. Notre système de valeurs hérite aujourd'hui encore de celles d'une société de courtisans, pour lesquels toute tâche pratique risquait de faire déroger à son rang⁴. Ici encore on ne peut que constater l'inertie des mentalités et la vanité qu'il y aurait à vouloir accélérer des évolutions positives, heureusement, mais lentes, malheureusement.

⁴ Convergent ici les analyses de Wolf LE PENIES (*Les trois cultures : entre science et littérature, l'avènement de la sociologie*), de Norbert ELIAS (*La société de cour, la dynamique culturelle de l'Occident*) et, plus près de nous, Pierre BOURDIEU (*La distinction. La noblesse d'Etat*, etc.) et des sociologues et historiens américains qui se sont penchés sur «l'exception française» (Suleiman, Paxton, Hoffman).

4) La culture des ingénieurs dans le domaine des sciences de l'homme et de la société est insuffisante.

Selon les historiens et les sociologues également, ces stigmates de la société de cour qui marquent encore nos mœurs et nos institutions, expliquent la position des sciences de l'homme et de la société vis-à-vis des deux autres cultures, la culture «littéraire» et la culture «scientifique»⁵. Elle est relativement subalterne lorsqu'on la compare à celle qu'elle a en Grande-Bretagne et en Allemagne. Notre pays se caractérise par l'éminence accordée aux «humanités», à l'ombre desquelles végètent toujours un peu les sciences sociales. Si la culture «scientifique» reste dominée en termes de légitimité générale, sa contestation, de plus en plus puissante, amalgame les deux autres cultures dans un même rejet. Le bagage en sciences de l'homme et de la société des ingénieurs reste relativement faible⁶. Celui-ci, de manière révélatrice, est considéré comme un complément, un «vernis» de finition, au même titre que l'apprentissage des langues, que les sports ou les relations humaines⁷. Quand les départements des «sciences humaines» élaborent des projets de DEA, les fourre-tout d'où ils procèdent les font considérer avec suspicion par les spécialistes des disciplines. Ce discrédit frappe également les filières d'enseignement en sciences cognitives, sauf, comme c'est le cas aux télécoms (ENST), lorsque le DEA ne provient pas d'un département d'humanités, mais d'informatique ou d'intelligence artificielle. La production «d'ingénieurs en cognition» (ingénierie de la connaissance) en nombre suffisant et en qualification suffisante implique qu'ils reçoivent une formation suffisante dans toutes les sciences humaines de la cognition : psychologie, linguistique, gestion et économie. Pour former un chercheur (après le DEA) on peut se contenter d'exiger sur les deux formations nécessaires une dans une seule science humaine cognitive (cf. supra Ch. I). Un ingénieur par contre doit être polyvalent et donc connaître

⁵ Wolf Le Penies op. cit. Voir également la thèse de Blandine Barret-Kriegel sur la naissance de l'histoire en France.

⁶ C'est dans cette perspective qu'a été conduite par Bernard Perret une mission sur la formation des ingénieurs en sciences sociales.

⁷ Comme c'est le cas à l'Université Technologique de Compiègne, par ailleurs remarquable dans son effort de promotion des sciences sociales (20 % en théorie, 30 % en fait, du temps de scolarité des futurs ingénieurs) et par son ouverture aux sciences cognitives (cf. infra Ch. V § III 5), à l'École Polytechnique (où le sigle H2S du département en dit long sur son odeur de sainteté) et aux Télécoms (où l'enseignement de l'économie voisine celui des langues), alors même que ces trois établissements sont en pointe par leur ouverture et aux sciences humaines et aux sciences cognitives.

un minimum toutes les disciplines des sciences de la cognition, de la biologie à la gestion.

Quelques exemples montrent quels sont les inconvénients de cette sous-estimation générale et systématique de l'importance des sciences humaines dans «l'ingénierie de la connaissance». Dans les industries de la langue, il est très facile de créer un prototype de traduction automatique dont les performances seront d'autant plus brillantes que lors de démonstrations le corpus de textes est fatalement réduit. Les déconvenues viennent ensuite lorsque le système doit travailler en temps réel et en vraie grandeur. Le linguiste est alors appelé, trop tard, pour expliquer au moment du constat de décès, pourquoi celui-ci était fatal. Le deuxième exemple vient du secteur des assurances. Il y a quelques années, lorsque sont apparus les «réseaux de neurones formels», les assureurs ont pensé avoir là un bon outil pour faire du «scoring» automatique, c'est-à-dire évaluer les risques courus par les clients au vu de leurs caractéristiques individuelles psychologiques, médicales, économiques, sociales, etc. Ils ont donc acheté les services de mathématiciens et d'informaticiens exclusivement. Le désenchantement a suivi lorsqu'on s'est rendu compte qu'ils ne pouvaient pas s'improviser psychologues, sociologues et économistes en étant armés de leur simple bon sens. Les «systèmes experts» fournissent un troisième exemple. On trouve dans le commerce, facilement et bon marché, des «moteurs d'inférence», de sorte qu'on peut prétendre facilement se lancer sur le marché du «génie cognitif». Mais, ici encore, la difficulté essentielle réside dans la représentation des connaissances, dans les procédures de mise à jour, d'apprentissage et de mise en commun qui requièrent logiciens, linguistes et psychologues.

La dévalorisation de la légitimité des sciences humaines a donc pour conséquence un certain aveuglement et une certaine naïveté, non seulement des ingénieurs censés faire les applications, mais également des décideurs qui les financent. Ces déboires sont coûteux. En outre ils font une contre-publicité à «l'ingénierie de la connaissance».

5) Pour des filières de formation en «ingénierie de la connaissance»

On a relevé quatre séries d'obstacles spécifiquement français à la diffusion et à la banalisation des techniques issues des «sciences de la cognition» :

- la formation des informaticiens est insuffisante en nombre et en niveau théorique moyen pour qu'ils puissent être les véhicules d'une culture «cognitiviste» ;
- le style dominant de culture mathématique n'est pas celui qui facilite la familiarisation avec les sciences de la cognition ;
- le système d'enseignement, même celui qui est spécifique aux ingénieurs, ne favorise pas l'intérêt pour l'observation, l'expérimentation, les applications et la pratique ;
- la place des sciences humaines cognitives dans le bagage culturel moyen des ingénieurs, notamment informaticiens, est quasiment inexistante.

Il est conforme à nos mœurs et à nos institutions que l'Etat essaye de corriger ces quatre handicaps vis-à-vis des transferts par des interventions centrales et volontaristes.

L'histoire des technopôles de Grenoble, Nancy et Toulouse illustre cela assez bien ⁸. Et ce n'est pas un hasard si dans ces trois cas le contexte est favorable pour éventuellement y implanter un institut de recherche en «ingénierie de la connaissance» qui soit tourné vers les applications industrielles.

Dans des domaines voisins de ceux des «sciences de la cognition», la création du CNET, de l'INRIA et de l'ONERA, les initiatives prises en faveur des «sciences cognitives» dans les écoles d'ingénieur (ENST à Paris, INPG à Grenoble, ENSAE à Toulouse, voire à l'X, avec le CREA, à Paris) ou les expériences de troisième voie (Université Technologique de Compiègne) s'inscrivent dans cette tradition qui remonte à Colbert et qui passe par la création des corps techniques de l'Etat et par celle, plus récente, des grandes agences. Faut-il donc créer, de manière volontariste, une agence ou un institut de recherche tourné vers les applications, compte tenu de l'ampleur des défis à relever pour le prochain siècle ? C'était l'hypothèse privilégiée au départ de cette mission : créer un Groupement d'Intérêt Public (caractère interministériel de l'ambition) qui élève globalement l'effort de recherche, l'organise en réseau autour d'un pôle central et qui comble le déficit des

⁸ Voir les recherches comparatives des trois technopôles (Nancy, Grenoble, Toulouse), lancées par le PIRTEM et dont le résumé est présenté dans le *Cahier* n° 5 (sept. 91, 114 p.). «Théorisation de la production. Résultats intermédiaires des recherches de l'appel d'offres 90».

transferts vers l'industrie et les services. Il y a bien matière à volontarisme puisque les enjeux et les obstacles sont importants ; mais en anticipant sur la suite de ce chapitre, les modalités adéquates ne sont pas celles qui avaient été envisagées de prime abord ; d'autre part la levée des obstacles ressort d'avantage des compétences de l'éducation nationale que de celles de la recherche.

Suggestion 34 :

Plaider auprès de l'éducation nationale la constitution de filières de formation en «ingénierie de la connaissance».

A défaut de filière de formation en génie linguistique ou ergonomique, il s'agirait d'options à l'intérieur des filières informatiques, comme il en existe en intelligence artificielle, dont elles pourraient constituer des redéploiements ou des extensions. L'éventail des disciplines qui y seraient enseignées, notamment en mathématiques, devrait être repensé. Les entreprises devraient être associées à ces filières pour définir les domaines d'application et, en sens inverse, être sensibilisées aux enjeux de ces techniques. Enfin toutes les sciences humaines cognitives devraient faire l'objet d'au moins une initiation.

Suggestion 35 :

Créer un service d'évaluation de la qualité et des performances des produits d'ingénierie de la connaissance.

Les lacunes en sciences humaines de la culture des ingénieurs les rend «myopes», quand il s'agit d'évaluer l'intérêt de certaines applications. Il convient donc de «moraliser» les différents marchés, ce que tout le monde souhaite et ce dont sont capables les chercheurs. Ce service public d'évaluation des produits d'ingénierie de la cognition pourrait être domicilié à la «maison de la cognition» (suggestion 4) dont elle étendrait l'éventail des prestations.



II LES EXPÉRIENCES DE TRANSFERTS DES ÉTABLISSEMENTS DE RECHERCHE SPÉCIALISÉS

Du côté de l'offre de recherches appliquées, les émetteurs de transferts sont de trois types : des établissements de recherche (INRIA, ONERA-CERT, CEMAGREF, INSERM, INRP), et des établissements d'enseignement supérieur formant, en général, des ingénieurs (ENST, UTC, X, ENS).

Il n'existe pas d'établissement de recherche exclusivement dédié à l'ensemble des techniques d'ingénierie de la connaissance ou même à l'une d'elles.

1) L'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM)

L'INSERM (4.500 personnes, 1.900 chercheurs) est très ouvert sur l'extérieur puisque un nombre double (9.400 personnes) de personnes travaille dans ses laboratoires. Cette situation semble devoir favoriser la dissémination et le transfert des technologies d'un institut qui, par construction, est orienté vers les applications : la médecine et la santé. Les missions de transfert sont inscrites d'ailleurs dans les textes qui instituent cet EPST et sont conduites par des services au plus haut niveau hiérarchique, notamment par la «mission pour la valorisation économique et sociale de la recherche». Or on a vu que le «génie bio-médical» était un des premiers créneaux de transfert des sciences cognitives : l'expérience de l'INSERM paraît devoir être très précieuse.

Mais il est difficile d'identifier spécifiquement la recherche cognitive à l'INSERM. En effet deux «commissions scientifiques spécialisées» (CSS), sur les dix qui sont définies sur des bases surtout disciplinaires, semblent compétentes en sciences cognitives : «Neurobiologie, système neuro-musculaire» (CSS n° 8) pour les neurosciences et «Epidémiologie, sciences sociales et humaines, comportement, environnement» (CSS n° 10) pour les autres disciplines, notamment la psychologie. A quoi il faut ajouter les activités où la recherche cognitive est mise au service de la recherche en santé et en médecine, comme l'imagerie médicale, les systèmes experts en diagnostic, la mise au point de bases de données de maladies, de traitements, etc. et les recherches sur des thèmes transversaux comme la prévention, le diagnostic, le vieillissement, les handicaps, etc. L'évaluation de ces activités «horizontales» s'effectue dans le cadre d'intercommissions, quatre en tout.

L'INSERM en outre a créé vingt «comités d'interface» qui assurent, comme leur nom l'indique, une liaison entre la recherche et les sociétés savantes de spécialités médicales. L'un d'eux s'intitule «INSERM / sciences neurologiques». Il a été créé en 1990 et a trois partenaires : la société des neurosciences, la société française de neurologie et la société de neuropsychologie de langue française (SNLF). Ce dispositif permet de bien écouter les chercheurs et d'organiser les transferts de la recherche vers les utilisateurs, comme cela se fait d'ailleurs dans la plupart des organismes de recherche (CNRS, INRIA, etc.). L'originalité de l'INSERM est d'avoir mis en place dès 1982 un système de valorisation bidirectionnel, qui permet d'associer les partenaires industriels dès l'amont, en créant une «mission de valorisation économique et sociale» qui est devenue depuis le «département du *partenariat* pour le développement économique et social». Il y a en fait deux types de partenaires : les industriels (au sens large : médicament, matériel, etc.) et les acteurs du système de santé et de protection sociale (médecins, sécurité sociale, etc.). Il est vrai que l'INSERM fait moins de la recherche de base que de la recherche *impliquée* : la motivation est bidirectionnelle également et la CNAM joue un rôle décisif dans la régulation des orientations des fondamentalistes. Les «transferts» sont de deux types : transferts de technologies proprement dits ; coopérations dans des recherches ou même des études qui constituent des aides à la décision. La valorisation n'est pas différenciée ; en particulier elle n'identifie pas un sous ensemble «sciences cognitives», pas plus qu'elle n'isole a priori les champs qui correspondent aux dix CSS. A fortiori pour les sciences humaines et sociales où il existe d'ailleurs peu d'unités spécialisées, mais excellentes. Cette faiblesse des sciences sociales de la santé par rapport au champ des sciences sociales en général paraît spécifique à la France comparée aux autres pays développés et reflète en partie la faiblesse des sciences sociales en général. Aussi l'INSERM souhaite et essaye de revitaliser l'économie de la santé en liaison avec la psychologie des comportements (prévention, attitude vis-à-vis des médecins et de la santé). Mais le milieu médical, donc l'INSERM, n'est pas spontanément porteur d'une telle approche sociale de la santé. Il est ainsi symptomatique que dans la hiérarchie des prestiges la biologie moléculaire soit plus haut placée que l'épidémiologie et que la connaissance des facteurs de risques individuels soit privilégiée par rapport aux déterminations et aux différenciations collectives. Néanmoins l'épidémiologie semble devenir progressivement plus génétique et plus

sociale. Mais les partenaires de la valorisation en ce domaine (INSERM, CNRS, INRA, Institut Pasteur, Centres anti-cancéreux, etc.) sont nombreux et difficiles à coordonner. Renforcer la recherche sur la santé implique donc l'amplification des transferts et la pluridisciplinarité, notamment du côté des sciences humaines et sociales.

La forme de transferts de technologie privilégiée par l'INSERM est la création d'entreprises de capital risque. Ceci explique pourquoi les recommandations du rapport Derian paraissent sans objet pour l'INSERM. La difficulté est que les cycles d'innovation sont très longs, ce qui immobilise longtemps le capital risque. Comme l'ANVAR a fermé son département de technologie, cela implique un redoublement d'effort du côté des établissements de recherche, de telle sorte que des formules de type agence spécialisée (comme l'ANRS pour le SIDA) paraissent, au moins momentanément, particulièrement appropriées.

Si les sciences cognitives ne peuvent pas être identifiées du côté de la production des recherches, elles peuvent à l'évidence utilement être mises à contribution par l'INSERM en étant «instrumentalisées» dans ses intercommissions : 1) imageries médicales ; 2) bases de données ; 3) logiciels (notamment EIAO). Mais la demande semble relativement timide. Manquent d'abord les chercheurs. Ensuite il y a de fortes résistances sociales à vaincre pour considérer que le «colloque singulier» entre le médecin et son patient relève également de l'interaction homme-machine (mais également de l'interaction homme-homme évidemment) parce que cette relation sociale est de plus en plus médiatisée par des artefacts et des aides des systèmes experts, chez le généraliste et a fortiori chez le spécialiste auquel le premier fait de plus en plus souvent recours. Ici également il faudrait mobiliser des recherches sur «l'aide à la traduction», sur la pédagogie, sur le modèle de l'élève considéré comme un «patient», sur «l'ergonomie» de la santé, etc.

La commission «santé publique» (CSS n° 10) est mouvante dans son organisation, parce qu'elle recueille un peu tout ce qui ne relève pas des sciences «dures» : son découpage est périodiquement remanié. Actuellement elle est organisée en trois pôles : 1) épidémiologie, santé publique ; 2) sciences sociales ; 3) sciences du comportement. D'où des problèmes de frontière (notamment pour le 3ème pôle) avec les neurosciences (CSS n° 8). Comme au CNRS la psychologie clinique et la psychologie sociale ont du mal

à se faire reconnaître. Et il manque des recherches en «psychiatrie cognitive».

L'expérience du SIDA (et donc de l'ANRS) est instructive : il semble inutile et prématuré d'aller chercher les raffinements cognitivistes de la psychologie ou de l'économie pour faire faire des progrès dans l'ouverture de la recherche en santé aux dimensions sociales et psychiques. Cette ouverture est à mettre à l'actif de l'ANRS, qui par son interdisciplinarité, son interministérialité et sa souplesse pourrait servir de modèle à une éventuelle agence spécialisée dans les transferts de technologies cognitives.

Les problèmes de société qui, tels ceux du SIDA, peuvent faire pression en faveur de l'interdisciplinarité cognitive sont, à l'INSERM, ceux du vieillissement, des handicaps, de la santé mentale, de la drogue (collaborations avec l'association Descartes et la DGLDT), de l'éthique, de la prévention (le langage approprié pour la communication sociale sur le SIDA par exemple), des coûts de la santé, de l'expertise et de l'informatique médicale, etc. L'inventaire désordonné de ces demandes constitue une interpellation critique à l'égard des sciences cognitives : l'homme n'est pas seulement un être de connaissances, c'est également un être de souffrances, de croyances et d'affections ; il n'y a sans doute pas un modèle universel de la psyché humaine, mais des différences individuelles et sociales. D'où la nécessité d'approfondir la «génétique des comportements», la «pathologie cognitive», la «psychiatrie cognitiviste», etc.

En résumé, il faut promouvoir la recherche cognitive et les transferts de technologies cognitives. L'INSERM en a besoin pour ses propres instruments. Mais comme il est lui-même orienté vers la santé et la médecine, il permet d'appréhender, même dans une prospective imprécise, l'ampleur et l'importance symbolique de la future demande sociale. A tel point qu'il n'est pas sûr qu'il ne faille pas démultiplier le premier des six grands créneaux de transferts de technologies cognitives («santé», génie bio médical) en plusieurs segments eux-mêmes très vastes. Mais cela pourrait faire l'objet d'une concertation systématiquement organisée ⁹.

⁹ D'après entretiens avec Mme F. Belaïsh et Andreewski et MM. Le Moal, Lanoë et Moati et d'après les documents rassemblés. Mais la responsabilité des propos et des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

2) L'Institut National de la Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA)

L'INRIA (900 personnes, 600 chercheurs, budget de 360 MF) a une telle importance que même si les thèmes de l'intelligence artificielle et de la communication homme-machine ne correspondent qu'à deux de ses cinq programmes, en valeur absolue ils pèsent d'un grand poids¹⁰. L'ingénierie de la connaissance recoupe transversalement la plupart des programmes.

Programme 1 : Architectures parallèles, bases de données, réseaux et systèmes :

Projets

- SABRE : systèmes de bases de données avancées
- SOR : systèmes objets répartis
- LSP : langage et systèmes parallèles
- RODEO : réseaux normalisés, réseaux à haut débit
- SATURNE : système réparti tolérant les fautes et les intrusions

Programme 2 : Calcul symbolique, programmation et génie logiciel :

- SECOIA : systèmes experts et conception d'outils d'intelligence artificielle

Programme 3 : Intelligence artificielle, systèmes cognitifs et interaction homme-machine :

- PSYCHO : psychologie ergonomique pour l'informatique
- REPCO : représentation de connaissances
- SYCO : système de compréhension et bases de connaissance
- DIALOGUE : dialogue homme-machine à composante orale robuste et conviviale
- SHERPA : dynamique de bases de connaissances
- OPERA : outils pour les documents électroniques

Programme 4 : Robotique, image et vision :

- SYNTIM : analyse et synthèse d'images

¹⁰ D'après le dépouillement des rapports d'activité 1990 (un par programme, donc 5 en tout), les entretiens avec M. Bensoussan et Mme Swarcbaum, les évaluations du COST «communication homme-machine» et la consultation de la documentation (filères et start-up, 1991, 24 p.). La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

- SIAMES : synthèse d'image, animation, modélisation et simulation
 PASTIS : analyse de scènes et traitement des images symboliques
 TEMIS : traitement, exploitation et modélisation d'images séquentielles
 ROBOTVIS : vision par ordinateur et robotique

- Programme 5 : Traitement du signal, automatique et productique :
 CLOREC : classification automatique et reconnaissance des formes
 SAGEP : simulation, analyse et gestion des systèmes de production

Soit 19 projets sur 54 en tout, soit à peu près le tiers de l'activité. Mais une dizaine seulement ne concerne pas l'informatique «dure», dont sept dans le programme 3 (IA). Comme le dit le Comité «communication homme-machine» du CNRS les activités de l'INRIA sont de très haut niveau, mais concentrées sur un petit nombre de créneaux (image, IA, robotique). A contrario les industries de la langue ou même la psychologie (2 ou 3 chercheurs sur 600) sont inexistantes.

L'INRIA a une forte et heureuse expérience des transferts. Il utilise deux types d'instruments, des filiales (SIMULOG, ILOG) et une participation (GIPSI-SA qui a succédé au GIP GIPSI), et des start-up. Les chercheurs et ingénieurs de l'INRIA ont créé neuf sociétés avec l'aide initiale de l'INRIA. Il s'agit aujourd'hui de petites sociétés relativement importantes (de 7 à 70 personnes, en moyenne 20-25), qui travaillent surtout avec des «grands comptes» du côté du hardware. Parmi elles quatre peuvent être considérées comme participant à «l'ingénierie de la connaissance» : GIPSI SA : outils pour postes de travail ; ILOG SA : systèmes experts, acquisition de connaissance, interfaces graphiques, génie logiciel ; INFOSYS : bases de données ; NOESIS : vision par ordinateur et traitement d'images ; VISEAT : vision industrielle.

L'INRIA intériorise la vision du monde des informaticiens : l'intelligence artificielle est subordonnée à l'informatique, dont elle ne constitue qu'une petite partie qui ne peut être autonome. L'IA est plus une philosophie générale bienveillante (simplifier la vie, rendre l'outil convivial), qu'une discipline en elle-même, qui ferait partie des «sciences de la cognition». Comprendre comment l'homme raisonne, pour que la machine puisse s'y substituer, quand c'est dans un but précis, c'est une ambition d'ingénieur, pas de psychologue ou de philosophe.

En dehors de cette position de principe, l'INRIA a eu une expérience décevante de collaboration avec l'INSEE en économie autour du projet MODUL ECO : il s'agissait de faire une interface conviviale et modulable avec le modèle DMS de l'INSEE. Les grands modèles ont été délaissés et le choix du langage de programmation n'a pas été très heureux. Enfin l'intelligence artificielle a apporté une autre conception des interfaces qui rendait obsolètes les projets de grands modèles universels.

C'est cette banalisation de l'IA qui invite à envisager des tactiques de dissémination de micro-projets, plutôt que de vastes programmes universels, avec une forte composante de gestion et d'économie.

3) L'office National d'Etudes et de Recherches en Aéronautique (ONERA-CERT)

L'ONERA est un EPIC de 2500 personnes dont le budget est de l'ordre de 1500 MF, sous tutelle de la Défense, mais pas de la Recherche, qui possède cinq établissements, dont un, à Toulouse, le CERT qui sert de laboratoire d'accueil à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (ENSAE). Ce dernier a 300 chercheurs environ distribués entre sept départements dont un en informatique et un en automatique, avec un regroupement commun le Groupement Intelligence Artificielle (30 ingénieurs) qui participe au réseau «cogniscience» PRESCOT à Toulouse. Les trois grands thèmes sont les réseaux de neurones, l'aide à la décision et les bases de données. Mais c'est une activité relativement marginale pour le CERT (5 % du potentiel). Grâce au PRESCOT la liaison avec les sciences humaines est faite. Le transfert s'effectue via les contrats de l'ONERA qui constituent, comme pour l'INRIA, une part importante (70 % des ressources), surtout avec la DRET. L'ONERA tente une expérience de start-up avec une mission confiée à Guy Boy à Toulouse ¹¹.

¹¹ D'après entretiens avec J.G. Ganascia, G. Boy, Duvaut, Pélegrin et consultation des documents remis par G. Boy (maquette du projet) et M. Pélerin (compte rendu du réseau RESCOT) sur un projet d'Institut Européen des Sciences Cognitives. La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

L'intérêt de ce projet est de définir dès le départ des relations avec les industriels locaux (aviation, aérospatiale) grâce au «club» RESCOT présidé par Pélegrin. Deux inconvénients : 1) la volonté de dédier fortement l'institut à un type particulier de débouchés, l'aérospatial ; 2) l'ambition d'ajouter à un potentiel de recherche qui s'intégrerait à parité dans le réseau PRESCOT un droit exclusif au courtage des contrats avec la recherche publique (CNRS, IRIT, Universités, etc.).

Un compromis devrait être trouvé qui soit avantageux pour tous.

4) Le Centre d'Etude du Machinisme Agricole, du Génie Rural et des Eaux et Forêts (CEMAGREF)

Le CEMAGREF (1000 personnes) s'intéresse à plusieurs possibilités d'application d'ingénierie de la connaissance : reconnaissance des formes pour les outils de ramassage automatique, robotique, olfaction et qualités sensorielles des produits en IAA, régulation des usines d'IAA, écologie, SIAD dans l'agriculture. Cela explique la progression très rapide du laboratoire d'IA qui est passé de 2 à 16 chercheurs en 3 ans. Mais cela reste donc relativement faible. Symboliquement le laboratoire joue un rôle important parce que son directeur (Bourguin) est vice-président de l'AFCEA et, avec Jean-Louis Le Moigne et Bernard Walliser, anime les colloques d'économie et intelligence artificielle (CECOIA).

5) L'Institut National de Recherche Pédagogique (INRP)

Avec l'INRP (250 personnes, 75 MF) on passe de l'IA aux sciences de l'éducation, très sous développées en France¹². L'institut est en pleine réorientation. Mais il est prématuré de faire des prévisions. Il devrait se transformer en établissement scientifique, avec les institutions correspondantes (conseil scientifique notamment). Il devrait développer un pôle «cognitivistique» dynamique et collaborer avec les laboratoires de recherche en télé-enseignement, d'après les projets de sa nouvelle directrice.

6) Les pôles régionaux

Certains réseaux de «cognisciences» se sont également dotés de structures de transferts, d'autant plus tôt et plus facilement qu'ils correspondaient à des pôles technologiques constitués de longue date : Nancy, Grenoble, Toulouse¹³.

A la différence des établissements de recherche qui viennent d'être passés en revue, il s'agit dans chacun de ces trois pôles de tissus de laboratoires et d'écoles. Cette texture décentralisée et différenciée des échanges techniques et économiques semble particulièrement favorable à l'efficacité des transferts. Il conviendrait donc que le PIR «cognisciences» intègre dans ses critères d'évaluation des réseaux la «propension» aux transferts.

¹² D'après entretiens avec M. Garden et J. Bessières (DRED-MENJS) et dépouillement du programme de recherches 91-92 (1991, 96 p.). La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

¹³ Cf. recherches du PIRTEM déjà citées (note 8).

Ces réseaux ont été précédemment évoqués avec le PIR «cognisciences» (Ch. I) quant à leur contenu. Comme ils sont en train de se mettre en place, il est prématuré de prétendre évaluer leur offre de transferts, sauf à signaler l'avance relative de Toulouse¹⁴ grâce à la création d'un laboratoire mixte (CNRS, MATRA) ARAMIIHS, qui a quelques expériences à son actif, la création d'un club d'entreprise (le RESCOT) et le lancement d'un projet de transfert en linguistique et génie logiciel (CESD). Enfin il faut mentionner le projet de l'ONERA-CERT de créer un institut de recherche (mission confiée à Guy Boy).

III LES EXPÉRIENCES DE TRANSFERTS DES ÉCOLES D'INGÉNIEURS

Dans la mesure où la plupart des formations d'ingénieurs possèdent des laboratoires de recherche, ceux-ci d'une part participent souvent aux enseignements, et d'autre part collaborent avec les industriels : les thésards sont de puissants véhicules de transferts.

14 Deux déplacements en Province (à Grenoble et à Toulouse) ont permis pour deux de ces trois pôles (manque Nancy donc) de compléter les documents de synthèse élaborés dans le cadre de «cognisciences» et évalués le 9 décembre 1991 par le Comité du PIR.

Pour Toulouse, le Programme de Recherche en Sciences Cognitives de Toulouse (PRESCOT) élaboré en juin 1991 (210 p.) sous la direction de M. Borillo et J. Virbel, peut être éclairé par des documents relatifs au laboratoire mixte (IRIT, Matra-Espace : UMR 115) ARAMIIHS (Rapport d'activité, avril 1991, 38 p.) et à ses activités (colloque international sur les «*cognitive interactions*» : *Man and advanced information technologies in the control of large operational systems*. Toulouse, 24-25/10/91. Actes, 110 p.) et, dans le domaine des sciences humaines, le groupe «langue, raisonnement, calcul» (IRIT, URA 1399, CNRS URA 1033, ARAMIIHS UMR 115) dont le programme (juillet 91, 17 p.) s'intègre à PRESCOT avec un 3e international workshop sur la «sémantique du temps, de l'espace et du mouvement» (Toulouse 09-12/09/91).

Pour le CERT-ONERA voir la contribution de M. Chaudron et Mme Royer «Sciences cognitives et intelligence artificielle» (06/11/91, 7 p.) et pour l'IRIT, le programme de travail «outils logiques pour l'automatisation du raisonnement» (oct. 91, 12 p.).

La région et les collectivités locales financent ces activités en présentant Toulouse comme un «pôle de compétence» (description des différents laboratoires pour des partenariats industriels éventuels).

Pour Grenoble on a focalisé l'attention sur l'INPG, la psychologie et l'informatique liée aux sciences sociales (cf. Ch. III § VI 3 plus particulièrement notes 68 et 69).

1) L'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunication (ENST)

Ainsi aux Télécom ¹⁵, les laboratoires et l'enseignement occupent près de 600 personnes. Parmi les treize mastères, un s'intitule «Intelligence artificielle et sciences cognitives». Pratiquement tous les thèmes de l'ingénierie de la connaissance sont abordés dans les laboratoires de l'ENST, sauf peut-être la linguistique : ergonomie cognitive, EIAO, classification, économie, lexicographie, édition assistée par ordinateur, réseaux, images, etc.

Il existe également un «département de communication humaine» depuis 1988 qui a des ambitions de recherche notamment en économie, en statistique (Lebart) et en linguistique.

Une partie de l'ENST est devenue de fait école d'application de l'école polytechnique en informatique (sur 40 X par an, une dizaine s'oriente vers l'informatique, ce qui donne un potentiel important de thésards, etc.).

L'ENST participe de la constellation des télécommunications qui comprend également France Télécom, le CNET et d'autres établissements d'enseignements comme l'INT à Evry et une école à Brest qui se spécialise en intelligence artificielle («Intelligence artificielle et systèmes cognitifs») sous l'impulsion de Jean-Pierre Barthelemy qui quitte l'ENST pour la diriger.

L'enseignement et la recherche en informatique ont été créés dès 1981. Depuis ils se sont fortement développés et diversifiés : ils incluent des enseignements en biologie, en reconnaissance des formes, etc. Les enseignants et les chercheurs ont joué un rôle moteur dans l'animation des sociétés savantes (ARC, AFCET, AFIA) et dans la création des enseignements (DEA) et des réseaux de recherche en sciences cognitives. Les relations avec

¹⁵ D'après les entretiens avec MM. Barthelemy, Bonnet, Dessalles, Grumbach, Jeanneret, Lebart, Souchier, mais également le dépouillement de la documentation recueillie, plus particulièrement sous le timbre et le logo de TÉLÉCOM Paris (ENST) :

- présentation générale ;
- programme doctoral ;
- mastères : plaquette (8 p.), présentation des 13 mastères (28 p.) ;
- mastère «Intelligence artificielle et sciences cognitives» (15 p.) ;
- la recherche (présentation) ;
- Département Informatique (rapport d'activité ; sept. 90).

A cela s'ajoute les travaux de recherche des personnes rencontrés, notamment des articles et ouvrages de MM. Grumbach, Dessalles, Lebart, en particulier sur l'analyse de l'opposition entre connexionnisme et symbolisme, la possibilité d'une troisième voie de synthèse, sur l'évaluation de l'évolution de l'IA et sur la question de l'apprentissage.

Ce qui frappe c'est l'étendue et l'intensité des recherches de l'ENST. En témoignent le colloque (09-10/06/90) «Modèle(s) du psychisme ; une confluente nécessité». La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

les industriels s'effectuent néanmoins au coup par coup. De son côté le CNET, comme l'INRIA et Bull, a mis en place des procédures qui facilitent la création d'entreprises de transferts par les ingénieurs et les chercheurs (start-up). Mais, ici également, il s'agit plus souvent de mise en œuvre de matériels ou de logiciels informatiques que de valorisation des sciences de la cognition proprement dites, c'est-à-dire avec une forte composante de sciences humaines cognitives, à quelques rares exceptions près ¹⁶.

2) Ecole Polytechnique

A l'Ecole Polytechnique (X) également, il y a abondance de laboratoires de recherche, (24 laboratoires associés au CNRS), y compris en sciences sociales (laboratoire d'économétrie, centre de recherche en gestion, CREA), mais, naturellement et également, en informatique (LIX) et donc en intelligence artificielle. Bien que les chaires d'enseignement soient récentes (83-84), les laboratoires ont connu une progression rapide. Par ailleurs sont développés des enseignements de biologie. Il y a donc un contexte favorable à la mise en valeur de toutes les disciplines des sciences cognitives. En particulier les «réseaux de neurones formels» font l'objet de recherches actives en collaboration avec les physiciens et les responsables de ces travaux (M. Weinfeld) jouent un rôle actif dans le lancement tant de l'action du même nom que d'un club CRIN au CNRS sur ce sujet (un colloque est prévu en février 92). Les applications envisagées concernent la physique des solides (verres de spin), la physique nucléaire (tri et reconnaissance des trajectoires consécutives à des collisions), la mécanique des solides (intégration de toutes les analyses possibles). D'où une réflexion interdisciplinaire. Les possibilités de l'étendre à la biologie dépendent du profil de la personne qui sera nommée à la chaire de biologie.

De manière générale l'Ecole et sa tutelle ¹⁷ (le Ministère de la Défense) souhaitent constituer sur le plateau de Palaiseau un pôle scientifique ouvert

¹⁶ La société EUTELIS par exemple dirigée par Michel Volle et spécialisée dans le conseil en communication «intelligente».

¹⁷ Cette réorientation est nettement affirmée, quoiqu'en termes trop généraux pour que les conséquences pour les sciences de la cognition puissent être clairement identifiées, par le Président du Conseil d'Administration de l'Ecole Polytechnique, Bernard ESAMBERT *Le devenir de l'école polytechnique* (La Jaune et la Rouge, oct. 91, pp. 59-62). Le laboratoire de recherche en informatique de l'école polytechnique (LIX) participe d'ores et déjà aux recherches connexionnistes en coopération avec d'autres laboratoires (IMAG, Rennes). Il a organisé une journée sur les «systèmes experts dans l'industrie» (12/12/91).

aux autres établissements (Orsay, Sup Elec, HEC) et également aux transferts. C'est dans cette perspective que devrait être opérée l'implantation de l'ENSTA et que devrait être réformé le rapport entre l'X et ses écoles d'application. Le programme des deux années actuelles est trop encyclopédique pour ne pas être étalé sur trois ans. La quatrième année constituerait soit une dernière année d'école d'application, soit l'année de rédaction d'une thèse. Ces réformes amplifieraient la tendance actuelle à abaisser les cloisonnements entre les Universités et les Grandes Ecoles, ce qui aurait également comme bénéfice de désenclaver le système français des Grandes Ecoles en Europe.

L'Ecole est en train également, mais de manière générale, et pas seulement en informatique ou, a fortiori, en «ingénierie de la connaissance», d'organiser les «transferts», par la création de X-pôle (concentration à Palaiseau d'enseignements et de recherches), du Collège pour la formation permanente des anciens élèves et de la Fondation de l'Ecole Polytechnique (FX) pour l'association des entreprises aux activités de recherche. Mais toutes ces institutions sont trop récentes et trop générales pour qu'on puisse en conclure des choses précises en «ingénierie de la connaissance», d'autant plus, qu'échaudée par le peu d'empressement fait à une première initiative en 86, l'Ecole reste prudente, même si les premiers contacts avec la banque (Crédit Lyonnais) et les assurances (UAP) semblent encourageants.

3) Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm (ENS)

L'Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm¹⁸ est l'établissement d'enseignement scientifique le plus prestigieux pour la recherche fondamentale. Elle a joué un rôle décisif dans l'élévation de la qualité de la recherche mathématique. Grâce à ses collaborations avec l'INRIA, avec Paris VII et Paris VI, elle a su pallier en partie, mais en petite partie seulement du point de vue quantitatif, les insuffisances en matière d'enseignement et de recherche dans ces secteurs. Elle a organisé un séminaire commun aux deux écoles (lettres et sciences) sur les sciences de la cognition¹⁹.

¹⁸ D'après les entretiens avec MM. E. Guyon, P.Y. Curien, Longo, G. Toulouse, Azencott, J.M. Roy, B. Tessier, D. Andler, J. Petitot notamment. La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

¹⁹ Initiative de M. Poitou reprise par M. E. Guyon avec l'appui de Mme Bastide-Bruguière. Le séminaire a rencontré un vif succès auprès des élèves et des chercheurs des deux écoles (lettres et sciences). Il est co-animé par Mme C. Imbert et M. G. Toulouse.

D'autre part elle envisage de créer un institut de recherche en informatique théorique de niveau européen. Ces différentes entreprises ne sont pas spécialement orientées vers le transfert. C'est normal puisque ce n'est pas là la vocation de l'Ecole. Aussi les quelques expériences de ses chercheurs en la matière résultent de leurs initiatives personnelles.

Elles montrent que la physiologie des transferts réussis résulte de taux de natalité et de mortalité élevés de petites opérations de recherche bien définies scientifiquement qui s'inscrivent dans des «mésoprogrammes» qu'il reviendrait à des interfaces publics de définir plus précisément que ne le sont ceux des différents réseaux du PIR «cognosciences». Ceux-ci en effet résultent plus de l'addition des programmes des laboratoires membres que de la fusion-intégration des projets de recherche. Il convient de favoriser l'interdisciplinarité. Mais la difficulté consiste à rendre compatibles des constantes de temps très différentes, très faibles en hyperparallélisme à une extrémité, très fortes en linguistique à l'autre extrémité par exemple.

4) Les écoles de l'INSEE

Les deux écoles de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE) forment des ingénieurs statisticiens et économistes ²⁰. La première (ENSAE) est d'ailleurs une école d'application de l'école polytechnique.

Trois métiers distincts sont pratiqués à l'INSEE, celui de l'économiste (macro-économie, modèles, économétrie, conjoncture, comptabilité nationale, prévision, etc.), du statisticien (conception, réalisation et exploitation d'enquêtes ; exploitation de données administratives venant des entreprises et des administrations) et celui d'informaticien (conception et réalisation de logiciels spécifiques, traitements scientifiques de masse, exploitation de banques de données massives et hétérogènes sur des réseaux, etc.). Depuis plusieurs années les débouchés ne sont plus exclusivement les différents segments du système statistique public et du système public d'études et de prévisions économiques (Plan, DP, INSEE, Banque de France, Caisse des Dépôts, Crédit National, etc.). Surtout après la création des différents instituts de conjoncture en 1978, il y a eu une diffusion des trois

²⁰ D'après les entretiens avec MM. M. Alviset, N. Curien, A. Desrosières, J.C. Deville, A. Goy, J. Mistral, J.L. Roos, C. Seibel, S. Volkoff et d'après le rapport de MM. J. Lesourne et N. Curien «L'ENSAE demain. Réflexion prospective» (INSEE, sept. 91, 135 p.). La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

métiers dans le secteur public, parapublic et privé et donc des transferts de technologie progressifs.

Prenant acte de ces évolutions, l'INSEE, suite au rapport Lesourne-Curien, souhaite ouvrir les deux écoles à ces nouveaux débouchés, et, pour cela, les réformer, les autonomiser, en particulier par rapport à lui, et les différencier : la première donnerait une formation à dominante économique (profil des Administrateurs de l'INSEE), la seconde une formation orientée vers les systèmes d'information des entreprises, notamment statistiques, avec des enseignements surtout en informatique et en statistique (ingénierie de la connaissance donc). Matériellement cette réforme et cette autonomisation se traduiront peut-être par le transfert des deux écoles à Marne la Vallée.

Le potentiel de recherche lié à ces écoles est d'excellente qualité, mais quantitativement faible lorsqu'on le compare à ceux des écoles précédemment évoquées. Il est orienté surtout vers l'économie. Le redéploiement des enseignements devrait ouvrir des perspectives à de la recherche en méthodologie statistique²¹ (classification, indexation) et en interface homme-machine (interrogation des bases de données, interfaces utilisateurs, représentation des connaissances, etc.), bref autant de domaines de «l'ingénierie de la connaissance». Mais il s'agit là de projets futurs.

Dans la situation présente, l'INSEE proprement dit est peu demandeur d'applications de recherches en ingénierie de la connaissance. Cela tient à une spécialisation de sa recherche en économie et à un sous investissement

²¹ Dans le cadre du Projet de Service Public (PSP) ces réorientations font l'objet d'un débat dont les conclusions ne sont pas encore précises. (Voir la plaquette des 16 fiches, dont une sur la recherche, la note de 20 p. et la lettre d'accompagnement du Directeur Général, M. J.C. Milleron). Il semble toutefois que l'INSEE ait pris conscience d'un certain retard en «génie statistique» par comparaison avec ses homologues canadien, suédois ou européen (EUROSTAT) et qu'il souhaite effectuer des investissements dans ce domaine, tout en s'ouvrant aux quelques rares laboratoires qui ont des expériences en la matière à l'INRIA et à Télécom. A l'INRIA, voir l'ouvrage de Edwin DIDAY et Yves KODRATOFF *Induction symbolique et numérique à partir des données* (Lèpaduès Editions, 1991, 450 p.) et les deux colloques organisés à Antibes (11-14/09/89) «Data analysis, learning symbolic and numeric knowledge» (INRIA. Nova Science, 1989, 533 p.) et à Versailles (18-20/09/91) «Symbolic-numéric data analysis and learning» (INRIA. Novapresse, nov. 91, 600p.). Aux Télécoms voir les travaux impulsés par Ludovic Lebart ; LEBART Ludovic et SALEM André *Analyse statistique des données textuelles*. Dunod, 1988 ; LEBART Ludovic, SALEM André et BERRY Lisette *Recent developments in the statistical processing of textual data* (Applied Stochastic Models and Data Analysis. Vol. 7, 1991, pp. 47-62). Une société savante spécialisée, l'ASU (Association pour la Statistique Universitaire), organise ce créneau assez étroit, mais cohérent du «génie statistique». Elle a organisé avec le CNRS et l'ENST un colloque à Paris (13-15/06/91) sur «La qualité de l'information dans les enquêtes» (Paris, 1991, 473 p.) qui a regroupé pratiquement tout le milieu.

en méthodologie statistique. Quant à l'informatique, l'INSEE, comme la plupart des «grands comptes», préfère ne pas faire lui-même les investissements de recherche.

Les quelques expériences relativement ponctuelles de transfert réussis, en intelligence artificielle appliquée à l'analyse de la conjoncture ²², à la classification, à la théorie des questionnaires et du codage ²³, sont balancées par la relative déception provoquée par l'expérience MODULELO de collaboration avec l'INRIA.

Les autres segments du système statistique public, comme la Banque de France qui possède une équipe de recherche de douze personnes en intelligence artificielle, ou la Caisse des Dépôts et Consignation, ou actuellement EUROSTAT, qui a lancé l'action DOSES ²⁴ (systèmes experts appliqués à la statistique), paraissent plus demandeurs de ce genre de transferts de technologies.

5) Université Technologique de Compiègne (UTC)

C'est à l'Université Technologique de Compiègne (UTC) ²⁵ que l'intégration des sciences humaines dans le cursus de formation des ingénieurs, en général, et pas seulement dans la filière spécifique «sciences cognitives», est la mieux assurée (20 % au moins, 30 % en pratique). Certes le

²² Cf. Jean-Louis ROOS *Une synthèse économique rédigée par un économiste de synthèse* (INSEE, doc. interne, 16 p.) ; «Une leçon rapide pour créer des bases de connaissances et réaliser un diagnostic avec SAM» (INSEE. Aix-en-Provence, 24/07/91, 54 p. + annexes 74 p.).

²³ Cf. recherches de J.-C. Deville, Lorigni et Grosbras.

²⁴ DOSES «Development Of Statistical Expert Systems».

EUROSTAT (Office statistique des communautés européennes) a organisé un séminaire en décembre 1987 sur le thème du «Development of statistical expert systems» (Proceedings of the seminar held in Luxembourg in december 87. 1989, 383 p.). D'où le lancement d'une action concertée européenne, de même nom (DOSES), par la DG XII et EUROSTAT en 1989. Ce programme a fait l'objet d'une évaluation encourageante à mi parcours (Molenaar W. «Evaluation externe du projet DOSES. 05/12/91, 29 p.) et fera l'objet d'un colloque international à Bonn (24-26/02/92) «New Technologies for Statistics». Des études spécialisées ont eu lieu sur les applications des réseaux de neurones («Neural Networks for statistical and Economic Data», 18/03/91) et sur les systèmes experts («Expert systems and artificial intelligence : the need for information about data. Londres, 1990, 46 p.).

A l'INRIA se développent des recherches sur les données incomplètes. Cf. SOMBÉ Léa *Raisonnements sur des informations incomplètes en intelligence artificielle*. Comparaison de formalismes à partir d'un exemple. Teknea, 1989.

²⁵ D'après les entretiens avec Mme L. Vezier, Mme J. Proust, MM. Besnier, Lenay, Narcy, Trigano, Stiegler, en particulier lors de deux déplacements (04/10/91 et 21/10/91). Voir Compiègne UTC : le guide de l'étudiant. La responsabilité des jugements exprimés incombe exclusivement à l'auteur du rapport.

département TSH ²⁶, ici aussi est un peu la «voiture balai» des enseignements culturels (langues, sports, voyages, sciences humaines, etc.), mais la création d'un «mineur» en «ingénierie de la connaissance» ²⁷ dans une des quatre ou éventuellement cinq branches (génie mécanique, biologique, chimique, informatique et peut-être génie des systèmes mécaniques), celle de l'informatique, leur a donné une place entière dans l'enseignement des différents génies. La branche informatique a tellement de succès qu'elle explose en six filières, dont une en intelligence artificielle. Il est question de les regrouper en quatre, dont celle en «ingénierie des connaissances». Il existe des liaisons organiques avec FRAMATOME (Michel Grundstein) et avec Télécom (Alain Bonnet). Un mineur «sciences cognitives» ²⁸ existe déjà depuis 87-88. Le but est de renforcer l'interdisciplinarité en collaborant avec les autres branches (les différents génies) et en privilégiant des objets communs de recherche. C'est en France la seule formation de second cycle en sciences cognitives. Un réseau international a été constitué pour faciliter la réalisation du stage obligatoire de trois semaines, à l'étranger, en sciences cognitives. Les enseignements intègrent toutes les sciences de l'homme et de la société «cognitives», y compris les sciences sociales.

La formation par la recherche s'effectue dans les labos de l'UTC, en particulier sur des projets liés à la Bibliothèque de France ²⁹, comme le poste de lecture assisté par ordinateur et l'aide à la confection de primitives d'édition, ou sur des recherches portant sur la gestion des systèmes complexes ³⁰, ou sur des travaux plus classiques d'intelligence artificielle ³¹

²⁶ Cf. Compiègne (UTC) «Technologie et sciences de l'homme». Le département TSH, 1986. 1991 (avril 1991, 138 p.).

²⁷ «Ingénierie des connaissances et ergonomie logicielle». Nouvelle filière du Génie Informatique conçue par M. Trigano et M. Lenay (oct. 1991, 6 p.). Voir également Barthes et Trigano, la filière «intelligence artificielle» proprement dite (mai 1991, 27 p.).

²⁸ Mineur (à l'intérieur de la branche informatique) «sciences cognitives» organisé par Mme Véronique Havelange et M. Lenay. Séminaire «Sciences cognitives et épistémologie» (sept. 91, 4 p.).

Voir également de M. Lenay le projet, présenté à COGNISCIENCES (CNRS), d'un réseau et d'un atelier.

²⁹ Bernard STIEGLER *Un dispositif de lecture et écriture critiques assistées par ordinateur* (Rapport final de recherche (MRT) 07/10/91, 102 p.).

³⁰ Division IDTH : «Interactions et Défaillances Technologiques et Humaines». Programme de travail présenté par Gilles Cardinal (17/06/91, 7 p. + 4 p.).

³¹ Dominique FONTAINE *Explication du raisonnement dans les systèmes experts* (programme de travail, oct. 91, 4 p.).

(systèmes experts en médecine, didacticiels, etc.), ou sur des produits de didactique des langues ³².

Enfin l'UTC a su créer un organisme d'interface avec les entreprises, l'Institut International d'Intelligence Artificielle (IIIA) dont le président est Jean-Pierre Barthes ³³. A l'origine, en 1975, le CEA avait créé une filiale pour créer des start-up en CAO et en IA. Celle-ci s'est autonomisée et est devenue un laboratoire de transfert, un institut (IIIA), qui a pris la forme juridique de GIEE. Ici encore l'intégration des sciences humaines est statutaire. Les objectifs de l'IIIA sont en effet, dans l'immédiat, de changer l'organisation de l'entreprise à travers l'ergonomie et la gestion des ressources humaines et, à plus long terme, de convaincre les entreprises de s'approprier leur capital culturel, comme denrée stratégique, grâce à des techniques de représentation des connaissances ³⁴. D'où des recherches sur la représentation des connaissances de sens commun, avec l'animation de groupes de l'AFCEP et de l'AFIA sur ces sujets, et avec la collaboration de l'INRIA, d'ARAMIHS, de RESCOT, etc. Cette structure de transferts est assez légère (3,5 personnes à temps plein). Elle évite d'utiliser des financements nationaux et privilégie plutôt des ressources européennes ou locales.

IV L'ORGANISATION DE L'OFFRE DE TRANSFERTS DE TECHNOLOGIES

Si on récapitule ces expériences d'offres de transferts elles apparaissent jeunes, sinon embryonnaires ou même à venir (écoles de l'INSEE), modestes, dispersées et non systématiquement pensées sur le plan scientifique, bien qu'elles soient la plupart du temps dominées par une logique de recherche fondamentale.

³² Voir séminaire (21-25/01.91) sur «Ingénierie du langage naturel : cadres théoriques et perspectives technologiques» et les travaux de didactique de l'anglais par Jean-Paul Narcy : «Apprendre une langue étrangère ; didactique des langues : le cas de l'anglais» (les éditions d'organisation avril 1990, 271 p.) et «comment mieux apprendre l'anglais ?» (des éditions d'organisation, fév. 1991, 143 p.).

³³ IIIA. Compiègne. Institut International pour l'Intelligence Artificielle : 1) Dossier de présentation (plaquette 25 p. + dépliant 4 p.) ; 2) Rapport annuel 1990-1991 (13 p. + annexes 52 p.).

³⁴ L'introduction des sciences sociales s'effectue via l'intelligence artificielle distribuée (IAD). D'où l'idée de M. Lenay d'un atelier «le système multi-agents : perspectives technologiques de l'IAD, cadres épistémologiques, et dialogue avec les sciences humaines» (20-24/01/92, Compiègne).

Faut-il pour autant prétendre organiser centralement l'offre d'applications puisque les gros opérateurs de recherche (INRIA, Défense, Grandes Ecoles) semblent le faire spontanément ? Mais ces opérateurs, importants en valeur absolue, sont loin de regrouper tout le potentiel de recherche. Ainsi l'INRIA représente en gros le septième du potentiel de recherche en informatique. La plus grande partie du potentiel est située dans les Universités, elle est émiettée, notamment dans les sciences de l'homme et de la société. Cette dispersion entraîne l'isolement des chercheurs devant les démarches juridiques et administratives et donc le manque d'initiative. Comme les cibles du transfert ne sont pas forcément ces «grands comptes» auxquels sont habitués les informaticiens, et que ces partenaires potentiels (PMI) sont peut-être aussi maladroits que les chercheurs vis-à-vis des procédures, les barrières à l'entrée sont des deux côtés. Pour les surmonter, il convient de mettre au service des chercheurs une assistance juridique et administrative. Cette prestation de service devrait être doublée d'une aide scientifique, celle qui consiste à spécifier le projet de recherche à la fois du point de vue du chercheur et du point de vue du demandeur (interface scientifique).

Une deuxième objection vaut pour l'offre spontanée d'applications dans son état actuel : elle est disciplinairement biaisée. C'est évident pour des établissements monodisciplinaires comme l'INRIA, l'INSERM, BULL, le CNET, etc. C'est également vrai pour les écoles d'ingénieurs, à l'exception, notable d'ailleurs, de l'Université Technologique de Compiègne. C'est moins vrai, dans la mesure où elles intègrent toutes le souci d'intégrer les sciences de l'homme à leurs enseignements et à leurs recherches. Mais elles y réussissent plus ou moins bien. Et leur bonne volonté interdisciplinaire risque de fléchir face aux préjugés ordinaires des décideurs des PMI. C'est pourquoi l'interface envisagée précédemment doit également avoir une mission pédagogique : convaincre de l'intérêt de l'interdisciplinarité en s'appuyant sur la fonction d'évaluation des produits (suggestion 35) qui a été proposée pour la maison de la cognition.

Suggestion 36 :

Domicilier dans la «maison de la cognition» une assistance juridique et administrative au service des chercheurs et des entreprises souhaitant réaliser des opérations de transferts et une interface

Ce sont de telles prestations de service que se propose de rendre également l'ANVIE, Agence Nationale pour la Valorisation Interdisciplinaire de la recherche en sciences sociales pour les Entreprises. La question reste ouverte de savoir s'il n'est pas commode, les premiers temps, de sous-traiter cette prestation de service à l'ANVIE, ou s'il vaut mieux respecter dès le départ sa spécialisation disciplinaire. En régime de croisière il semble souhaitable que la «maison de la cognition» intègre les différentes prestations de service en une seule unité bien identifiée par les chercheurs et par les entreprises. La morale économique suppose que l'accès au bénéfice de la prestation soit soumis au préalable d'une adhésion, voire d'un paiement. Cela milite pour que la «maison de la cognition» prenne la forme juridique d'un GIP ou d'un GIEE et qu'elle s'organise en réseau à l'échelle du territoire national, à l'image du GIP Reclus en géographie.

Avec ces deux propositions (évaluation des produits ; interfaçage administratif et scientifique), on met en place progressivement les institutions (police, information) d'un marché des transferts en ingénierie de la connaissance. Mais existe-t-il une demande potentielle ? Comment sera-t-elle solvabilisée ?

V L'ORGANISATION ET LA SOLVABILISATION DE LA DEMANDE

Lorsqu'on a avancé quelques indications prospectives (supra Ch. IV) sur les enjeux économiques et sociaux, on a rencontré deux types de secteurs. Les premiers sont ceux des «grands comptes» : banques, assurances, santé, éducation, transport aérien, espace, etc. Les seconds sont ceux des PMI et des entreprises individuelles (EI): services aux entreprises (conseils, bureaux d'études, SSII, etc.), services aux particuliers, commerces, réparations, etc.

1) Révélation des besoins potentiels de transferts de technologies

Dans ce dernier cas, il est difficile d'avoir un interlocuteur représentatif qui puisse opérer une prospective raisonnable des transferts de technologies. Et pourtant c'est là où elle est la plus nécessaire, puisque le poids de ces secteurs ne peut qu'augmenter et que la pénétration du progrès technique dans le secteur des PMI et des EI est à la fois la plus difficile et la plus stratégique, puisqu'elle fera toute la différence dans la compétition internationale, les «grands comptes» étant homogénéisés par

l'internationalisation. D'où toute l'importance des recherches sur la modernisation des services, et plus généralement des PME et des EI.

Du côté des «grands comptes», les indications données sur les perspectives de transferts sont ambiguës : les unes sont encourageantes, les autres moins. Les besoins sont immenses et croissants pour les banques. Celles-ci en effet doivent manipuler des masses de capitaux de plus en plus colossales sur des marchés de plus en plus volatils, où les interventions sont de plus en plus automatisées : comment maîtriser ces processus complexes de systèmes d'hommes et de machines, où les représentations subjectives sur les comportements des autres, les rumeurs, les croyances sont aussi importantes que les indicateurs de l'économie réelle ? De même sont-elles intéressées au perfectionnement des méthodes de gestion de portefeuille, des techniques de confidentialité, de tolérance aux défauts d'information, de reconnaissance de l'écriture, etc.

Les compagnies d'assurance sont intéressées par les méthodes de scoring (les banques également), par les nouvelles formalisations de l'incertain et des risques, par les nouvelles mathématiques financières, par les nouvelles techniques de classification et par l'automatisation des réglementations juridiques complexes.

Les perspectives d'application sont également très grandes dans l'enseignement, la santé, la statistique. Mais alors qu'aux Etats-Unis les «grands comptes» investissent dans ces recherches, ce n'est que modérément le cas en France, sauf lorsqu'il s'agit d'applications pour compte propre. Ainsi EDF, le CEA et BULL possèdent leurs propres laboratoires de recherche qui travaillent d'abord pour eux-mêmes.

La société EC2 (Edition Communication et Conseil) s'est spécialisée dans l'organisation des salons (75 % de son CA) orientés vers les applications de l'intelligence artificielle : journées d'Avignon sur les systèmes experts, journées Neuro-Nîmes sur les réseaux neuro-mimétiques, journées sur le génie logiciel, sur l'interaction homme-machine, sur les mondes virtuels à Montpellier, etc. Cette société est une petite (15 ingénieurs) retombée de la disparition de l'Agence de Développement de l'Informatique (ADI) en 1987 (120 personnes). Le succès de ces journées est en progression spectaculaire. Ainsi les premières journées d'Avignon en 1981 réunissaient 60 participants dont 3 entreprises ; dix ans plus tard il y a en a 3.000 dont 2.000 entreprises. Mais ces résultats quantitatifs ne doivent pas faire illusion : les expositions

montrent les transferts de technologies déjà faits et couronnés de succès ; certes apparaissent chaque année cinq ou six entreprises nouvelles (start up) ; mais il manque des interlocuteurs dans les entreprises qui puissent les rassurer dans le dialogue avec les chercheurs. Si on trouve des petites entreprises dans ces manifestations, elles sont du côté de l'offre de recherche ; du côté de la demande, certes il y a de plus en plus d'autres entreprises que celles de la high tech, mais elles restent grandes (sidérurgie, papéterie, assurances, banques, etc.). Certaines journées ont été organisées avec les chambres de commerce pour faire de la sensibilisation en direction des PMI : il s'agit d'une action pédagogique à long terme. Un salon «sciences cognitives» serait sans doute trop général pour être efficace, à moins qu'il ne s'agisse de sortir du monopôle de l'IA et d'y associer les autres disciplines, notamment «humaines», des sciences cognitives.

Alors que dans les autres pays de telles sociétés sont nombreuses et banales, on peut se demander pourquoi notre pays offre l'originalité d'avoir peu de tels intermédiaires et en même temps de susciter des manifestations dont le succès n'a pas d'égal en Europe. Une hypothèse est que les sociétés savantes (AFCET et ARC dans le champ de l'IA) sont plus tournées vers la recherche que vers les applications, plus vers les chercheurs que les ingénieurs (il semblerait que ce soit moins le cas de l'AFIA).

L'expérience de la société EC2 lui permettrait de faire des évaluations des marchés sur les différents créneaux identifiés. Plusieurs sociétés étrangères s'y sont lancées. Mais les résultats sont inutilisables : il leur manquait la connaissance de l'intérieur des différents opérateurs et les instruments (fichiers d'adresses notamment) qui permettent d'effectuer un premier inventaire de différents segments techniques et économiques. Un minimum d'informations d'intérêt public semble devoir être constitué pour être mis au service des différentes catégories d'utilisateurs potentiels, chercheurs, entrepreneurs, fonctionnaires, etc. Cela semble une condition nécessaire pour qu'une agence publique (du type de l'agence américaine Small Business Industrial Research, SBIR, créée par la NSF et l'ARPA) puisse «stimuler» les transferts de technologies à partir des sciences cognitives en direction des PMI et des entreprises individuelles des services. L'échec d'une lettre de l'informatique médicale en direction des médecins par méconnaissance des financements «coutumiers» (par les laboratoires pharmaceutiques) de la documentation technique chez cette profession est à cet égard instructif : il conviendra sans doute chaque fois de faire du «sur

mesures» pour la sensibilisation, les modalités de diffusion, de financement et de subvention.

Le problème sera de trouver des personnes qui auront non seulement une double compétence (scientifique et professionnelle), mais en outre le temps, même pour une durée limitée, d'en faire bénéficier une éventuelle structure publique de stimulation. Peut-être faudrait-il imaginer des procédures «sabbatiques» de prise en charge financière pour une durée limitée ou de financement d'expertises.

Il semble que pour des raisons différentes, PMI, EI et Grands Comptes perçoivent mal l'ampleur de leurs besoins futurs. Pour les grandes entreprises des opérations de type «salon» permettent à la fois une prise de conscience et une première estimation des besoins, surtout lorsqu'elle peut être relayée par des offices professionnels comme l'Observatoire Français des Industries de la Langue (OFIL), des manifestations professionnelles (Neuronîmes, Avignon, etc.). Par contre pour les PME il faut trouver d'autres relais comme les syndicats professionnels (SYNTEC pour les bureaux d'études), les centres techniques ou les centres de formation.

Suggestion 37 :

Organiser un salon annuel de «l'ingénierie de la connaissance».

L'organisation de ce salon en 1992 pourrait être confiée à l'ANVIE ou à la société EC2. Un tel salon, de fait sinon en droit, trouvera plus d'écho du côté des grandes entreprises que du côté des petites. En régime de croisière l'organisation de cette manifestation annuelle, orientée vers le transfert, à la différence de la plupart des manifestations scientifiques du champ, pourrait être une mission permanente de la «maison de la cognition».

Suggestion 38 :

Confier à la «maison de la cognition» ou à une société spécialisée le soin de démultiplier des actions sectorielles de sensibilisation à «l'ingénierie de la connaissance» pour les secteurs faiblement concentrés.

De même que les actions de sensibilisation aux «sciences de la cognition» dans les sciences sociales doivent être relayées par les sociétés savantes et les

laboratoires de chacune, de même les actions de valorisation sectorielles doivent être relayées par les organisations professionnelles.

2) La mobilisation de la demande

Après la prise de conscience des besoins, vient le financement de la recherche, problème d'autant plus important que les applications et le développement coûtent beaucoup plus cher (20 fois plus en moyenne) que la recherche fondamentale. Actuellement l'effort financier pour la recherche des entreprises privées des secteurs des services est globalement négligeable. Il faut donc viser à faire augmenter progressivement cette prise en charge par des mécanismes incitatifs, comme le crédit d'impôt recherche ou les bourses CIFFRE.

L'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR) est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) qui existe depuis plus de vingt ans. L'ANVAR de 1968 avait pour vocation la valorisation de la recherche publique, essentiellement le CNRS. En 1979 la priorité est donnée à l'aide à l'innovation dans les entreprises. Avec la décentralisation (55 % des effectifs, 380 personnes en tout, sont en province), avec la montée en régime de l'aide à l'innovation internationale (DG XII de la Communauté et EUREKA) et avec la disparition progressive de la valorisation au profit d'une structure ad hoc, suite au rapport Derian, une nouvelle orientation se dessine qui fera sans doute jouer un rôle essentiel aux délégations régionales et aux initiatives des partenaires de l'ANVAR, les entreprises et les collectivités locales. Cette évolution semble parallèle à celle que connaissent les autres pays ce qui favorise des rapprochements entre agences nationales semblables à l'ANVAR.

Actuellement l'ANVAR accomplit trois missions, celle, centrale, de l'aide à l'innovation (aides financières remboursables en cas de succès, inscrites au BCRD, 80 % du CA de l'ANVAR), celle déclinante, de la valorisation des produits issus des laboratoires de recherche publics et privés, et, enfin, celle du soutien financier au transfert de technologies. Il n'y a pas de politique de prospection systématique et planifiée : les chargés d'affaires de l'agence s'immergent dans le milieu pour être à son écoute et déceler les initiatives. C'est pourquoi, dans le cas particulier des sciences cognitives, l'agence ne perçoit seulement que les innovations qui sont relatives à l'intelligence artificielle comprise comme un segment de l'informatique : systèmes experts

(Avignon), réseaux neuronaux (Neuro-Nîmes à Nîmes), interface homme-machine, génie linguistique (Versailles), etc.

Mais comme tous ces champs sont en pleine et perpétuelle évolution, leur autonomie permet d'identifier un sous ensemble «cognitif» à l'intérieur de l'intelligence artificielle, même si IA et neurosciences n'ont de commun en la matière que le mot de neurone : s'il n'y avait pas eu les sciences cognitives, il n'y aurait pas eu les réseaux de neurones ; mais les réseaux de neurones ne sont qu'une architecture d'ordinateur alternative, dont les performances, encore balbutiantes, semblent extrêmement prometteuses. Mais ainsi instrumentalisées par l'informatique les sciences cognitives perdent totalement leur dimension interdisciplinaire : le facteur H, comme humain, dans l'interaction homme-machine (CHI, computer human interaction), reste négligé, ce qui est dangereux (aviation) et qui constitue un manque à gagner (l'homme, paradoxalement, est de plus en plus irremplaçable). Dans la situation de fait les sciences humaines et sociales ne sont mobilisées que de manière infinitésimale en général, et en particulier dans les applications d'intelligence artificielle. Cette logique technique conduit également, dans l'aide aux transferts, à privilégier les entreprises de taille importante : les PME et les entrepreneurs individuels (EI) en effet pensent relativement peu spontanément à innover et les «industries» de l'IA sont assez concentrées. C'est pourquoi d'ailleurs l'ANVAR «cible» ses modalités d'aides : alors que pour les grandes entreprises elle ne subventionne que les modalités du transfert, pour les PME elle finance le marché lui-même et aide à trouver les intermédiaires qui médiatisent le transfert. Selon l'expérience des chargés d'affaires de l'ANVAR, semble manquer un milieu de «médiateurs professionnels», qui sachent à la fois faire de l'analyse économique (analyse de la valeur), du conseil technologique et de l'aide administrativo-juridique. Font défaut également des instances d'évaluation et de régulation qui permettent de moraliser les marchés en fournissant aux innovateurs potentiels les expertises qui leur permettent de mieux appréhender leurs perspectives économiques. Les différents créneaux appréhendés à l'ANVAR dans le domaine de l'IA s'identifient assez bien à ceux qui ont déjà été esquissés dans le présent rapport.

Mais il convient peut-être également d'utiliser les spécificités des secteurs. Un exemple peut être esquissé pour les compagnies d'assurance qui sont tenues d'avoir des immeubles dans leurs immobilisations. Cette obligation légale, toujours dans un exemple purement hypothétique, pourrait être utilisée de plusieurs façon.

1) L'Etat vend un bien immeuble à une ou plusieurs compagnies d'assurance et crée une fondation avec le produit de la vente. Les revenus servent à abonder le budget de fonctionnement d'une institution liée aux sciences de la cognition (institut de recherche, maison de la cognition, institut de transfert, etc.). La compagnie d'assurance loue en retour à l'Etat l'immeuble pour y loger l'institution. Le manque à gagner dû à la faiblesse du loyer bénéficie du crédit d'impôt recherche.

2) La compagnie d'assurance loue des locaux qu'elle possède déjà à l'institution. Le manque à gagner du loyer bénéficie du crédit d'impôt recherche (c'est l'hypothèse précédente moins la constitution de la fondation). L'avantage pour la compagnie ici consiste à ne pas augmenter, à supposer que cela ne soit pas souhaitable, le parc des immobilisations obligatoires.

Dans le domaine de la banque, il faut peut-être anticiper sur l'ouverture des frontières en Europe qui fera de cette dernière la plus grande puissance bancaire mondiale et convaincre les pools correspondants de l'intérêt qu'ils auraient à créer à un niveau européen un centre de recherches appliquées dédié à la résolution de leurs problèmes. En effet les compétences en matière de recherche ne sont pas obligatoirement distribuées aux mêmes endroits que la puissance financière des banques. Or les législations du travail nationales obligent souvent ces dernières à recruter localement leurs chercheurs lorsqu'elles effectuent des travaux pour compte propre au lieu de les sous-traiter. D'où l'intérêt d'utiliser dans l'avenir l'eupéanisation de la recherche et éventuellement la mobilité des chercheurs (Ch. VI du PCRD).

Dans le secteur des industries de la langue il faut envisager des investissements très lourds comme des éditions de dictionnaires électroniques (informatisation du TLF) ou la confection d'un analyseur morpho-syntaxique du français (de l'ordre de 200 MF). Ce sont des investissements de même nature que l'infrastructure des chemins de fer au

XIX^e siècle. Il faut imaginer des procédés analogues de monnayage des droits de propriété (intellectuelle) de ces «grands travaux intellectuels».

Chacun des huit thèmes de transfert définis précédemment doit être examiné dans cette perspective en fonction des principes dégagés par l'économie de l'information et des biens publics. Cette tâche pourrait être confiée à un groupe de travail ad hoc de la «maison de la cognition».

Suggestion 39 :

Lancer une étude sur le financement et l'amortissement des investissements publics et privés en «ingénierie de la connaissance».

A cet effet on pourra utiliser les travaux lancés par le Centre de Prospective et d'Evaluation (CPE) sur l'investissement intellectuel. Cette étude devra être complétée par celle des mécanismes incitatifs visant à substituer aux financements publics initiaux les financements des secteurs bénéficiaires des transferts.

Les modalités de financement qui viennent d'être évoquées, présupposent des mesures relativement classiques de politique scientifique : création de laboratoires permanents publics ; contrats de recherche, etc. Or quand on compare notre pays aux Etats-Unis, on s'aperçoit qu'il nous manque une population de petites entreprises «schumpeteriennes», fortement innovantes, à natalité forte (et donc à mortalité fatalement élevée), de telle sorte qu'elle se renouvelle constamment et puissamment. De tels véhicules de transfert seraient particulièrement appropriés pour faire le lien entre des secteurs de recherche eux-mêmes en redéploiement thématique et disciplinaire permanent (les sciences de la cognition) et des secteurs économiques faiblement concentrés et très mobiles (services aux entreprises, services aux particuliers, commerces, secteurs de la création, de la recherche, etc.).

Faut-il envisager alors de créer une institution qui soit une pépinière de petites start-up spécialisées en «ingénierie de la connaissance» ?

C'est une question semblable, mais sur tout le champ de l'industrie, que s'est posée Jean-Claude Derian dans la mission qui lui a été confiée en juillet 1990 par les Ministres de l'industrie et de la recherche³⁵. Ses analyses et ses

³⁵ Jean-Claude DERIAN *La valorisation de la recherche publique et les possibilités de créer en France un nouvel opérateur de valorisation et de transfert de technologies* (Rapport à

conclusions paraissent pouvoir être transposées ici. Certes il faut mettre en place des aides à la mobilité individuelle (contrats CIFRE), une assistance juridique et administrative (suggestion 36) au montage des dossiers des contrats et à la création d'entreprises. Mais quand les opérateurs sont petits, tant du côté des producteurs de recherche que du côté des utilisateurs (PME et EI), la question essentielle devient celle de la mutualisation des *risques*, des «capitaux risques». Ce que peuvent faire de grands établissements de recherche qui ont des rapports importants et fréquents avec les industriels, comme l'INRIA, le CNET, voire des sociétés commerciales comme BULL ou IBM, à savoir créer leurs propres start-up, les petits laboratoires, surtout en sciences humaines, ne peuvent raisonnablement prétendre le faire. La solution proposée par Jean-Claude Derian paraîtrait satisfaisante : créer un opérateur de valorisation et de transfert de technologie sous la forme juridique d'une société en commandite par actions (SCA) qui prendrait en charge le risque d'investir dans la création de la petite entreprise de capital-risque qui serait le véhicule du transfert proprement dit. Ce serait réduire l'assiette de la mutualisation des risques que de proposer une telle société en commandite par actions pour le seul champ de «l'ingénierie de la connaissance», même si à long terme, les services ont vocation à représenter 80 % de la valeur ajoutée. Il vaut mieux envisager un partenariat entre la «maison de la cognition» et la SCA, si celle-ci est créée.

Suggestion 40 :

- 1) *Dans l'hypothèse où serait créé l'opérateur de valorisation et de transfert proposé par Jean-Claude Derian dans son rapport du 15 janvier 1991, y recruter un chargé d'affaires en «ingénierie de la connaissance» qui soit le correspondant de la «maison de la cognition».*
- 2) *A défaut, suggérer aux banques et aux assurances de s'inspirer du rapport de Jean-Claude Derian pour qu'elles créent un opérateur de valorisation et de transfert à leur propre profit.*

Dans cette deuxième hypothèse, de fait, le type de recherches mobilisées par l'opérateur de transfert éventuel relèvera de «l'ingénierie de la

M. le Ministre de l'industrie et à M. le Ministre de la recherche et de la technologie, 15/01/91, 87 p.).

Voir également le discours de Mme le Premier Ministre à l'ANRT le 14/10/91.

connaissance» : ergonomie cognitive, SIAD, représentation des connaissances, etc.

L'inconvénient de cette deuxième hypothèse par défaut est de renoncer à faire des transferts en direction des PME et des EI, au moins dans l'immédiat. Une stratégie progressive consiste en effet à élargir par étapes l'organisme de transferts dédié, au début, aux banques et aux assurances.

CONCLUSION

Au terme de ce panorama, certes incomplet faute d'instruments et de relais suffisants, des expériences de transferts de technologies «cognitives», on ne peut qu'être relativement déçu : elles restent embryonnaires et dispersées. Ce résultat contredit quelque peu les hypothèses de départ de la mission suivant lesquelles le marché des transferts de technologies cognitives était presque mûr.

Du côté des secteurs dispersés la demande est difficile à percevoir et à saisir. Il faut mettre en place un dispositif de révélation et de prise de conscience. Du côté des grands comptes il est encore plus décevant que les signaux émis soient ambivalents. Cela montre que les obstacles que la sociologie inventorie sont toujours présents. Les ingénieurs informaticiens qui devraient être les véhicules de cette sensibilisation ne sont pas formés en assez grand nombre et n'ont pas la sensibilité appropriée à «l'ingénierie de la connaissance». De manière plus générale, la culture mathématique, quand culture il y a, ne prédispose pas à une réception aisée de cette technique. Troisièmement la culture technique, le souci ergonomique, n'a pas assez de prestige. Enfin les sciences de l'homme et de la société sont sous utilisées. Il faut donc plaider pour des filières spécifiques en ingénierie de la connaissance (suggestion 34).

On est obligé de se rabattre sur les expériences de transfert qui sont réalisées à l'initiative soit des établissements de recherche, soit des écoles d'ingénieur. C'est dire si l'offre de transferts de technologies est déterminée par l'offre de recherche qui lui imprime sa monodisciplinarité, son fondamentalisme et son ignorance des sciences humaines. Heureusement les choses évoluent dans le bon sens, mais trop lentement pour qu'on puisse faire l'économie d'une sensibilisation et d'une mobilisation par des manifestations du genre «salon» pour les grands comptes (suggestion 37) et

par des négociations avec des relais professionnels pour les PMI et les EI (suggestion 38). Il ne faut pas non plus négliger des actions qui consistent à fluidifier des marchés de transferts encore naissants (suggestion 35), à abaisser les coûts de transaction grâce à une assistance aux chercheurs et aux entreprises (suggestion 36), à mutualiser les risques des opérations de capital risque (suggestion 40) et à étudier des incitations à la prise en charge progressive des coûts de recherche par les bénéficiaires finals (suggestion 39).

CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

Les différents bilans des recherches fondamentales interdisciplinaires (première partie : interdisciplinarité) et des actions de transferts de technologies (dernière partie : transferts) ont conduit à émailler les cinq chapitres précédents de quarante suggestions particulières. Celles-ci se regroupent néanmoins autour d'un petit nombre de propositions dont elles précisent les modalités de réalisation.

De la dernière partie il ressort que, même s'il est difficile de les évaluer, les retombées des recherches en sciences de la cognition, notamment dans les services, non seulement dans les grandes entreprises, mais aussi et surtout dans les petites, seront très importantes et décisives dans la compétition économique mondiale. C'est pourquoi il faut accorder, à terme, la plus grande priorité aux recherches fondamentales et aux applications de ces disciplines, notamment en «ergonomie cognitive», reconduire les actions incitatives à un niveau plus élevé encore et mettre en place une organisation qui ait l'esprit des «programmes mobilisateurs».

I. UN «PROGRAMME MOBILISATEUR» INTERMINISTERIEL EN «INGENIERIE DE LA CONNAISSANCE»

1. Préparatifs

Mais pour cela il faut se donner les instruments d'éclairage et de prospective nécessaires.

Proposition 1 : Prospective des transferts en sciences de la cognition : se donner les instruments de prospective et de pilotage d'un «programme mobilisateur» en «ingénierie de la connaissance» :

- 1) *étude méthodologique des moyens d'appréhender l'effort de recherche dans les services et pour les services (suggestion 23) ;*
- 2) *étude méthodologique des moyens d'appréhender l'effort de recherches en sciences de l'homme et de la société des entreprises (suggestion 24) ;*

- 3) *étude méthodologique des besoins de recherche en ingénierie de la connaissance à partir de l'évaluation des besoins (suggestion 25) ;*
- 4) *étude méthodologique des outils bibliographiques (classifications, mots-clefs, sources, etc.) nécessaires à la constitution de bibliothèques spécialisées dans les sciences de la cognition (suggestion 6), étude éventuellement sous-traitée à l'INIST ;*
- 5) *prospective de la recherche en ingénierie de la connaissance (suggestion 26) ;*
- 6) *besoins induits de recherche en sciences cognitives par les besoins d'applications en ingénierie de la connaissance (suggestion 27) ;*
- 7) *confection d'un compte de la recherche en ingénierie de la connaissance (suggestion 28) ;*
- 8) *calculer la norme de progression optimale du compte de la recherche en ingénierie de la connaissance (suggestion 29).*

2. Insérer le programme mobilisateur dans le dispositif institutionnel

Mais ces «préparatifs» n'ont de sens que par rapport à la recommandation essentielle de mettre effectivement en place une action ambitieuse d'esprit «programme mobilisateur».

Proposition 2 : Programme «interministériel» en «ingénierie de la connaissance».

Lancer un programme (mobilisateur) et interministériel ambitieux en «ingénierie de la connaissance» (suggestion 30) :

- 1) *relayer l'action MRT-MENJS «sciences de la cognition» par une action incitative ambitieuse orientée vers les transferts et, en particulier, l'enseignement, l'ergonomie cognitive et la communication homme-machine (proposition 1) ;*
- 2) *étendre la compétence du PIR «cogniscience» à la communication homme-machine, et pour cela associer d'une part le Comité d'orientation scientifique et technique (COST) «communication homme-machine», aux instances dirigeantes du PIR «cognisciences» (suggestion 31), et d'autre part, transférer la part «cognitive» du PIRTTEM au PIR «cognisciences» ;*

- 3) *donner des compétences interministérielles au PIR «cogni-sciences», notamment avec les ministères de l'éducation nationale, de la défense, de la santé, de la culture et de l'industrie (suggestions 3 et 32) ;*

3. Préparer les voies d'une révolution culturelle

Contrairement aux hypothèses de départ de la mission, il semble prématuré de faire prendre en charge à court terme l'effort de recherche appliquée et de développement par leurs bénéficiaires finaux principaux, grandes et petites entreprises de services.

Il est prioritaire et urgent néanmoins de rapprocher la demande d'applications de l'offre de recherche organisée par des mesures de type «programme mobilisateur» (proposition 2).

Pour cela il faut abaisser les barrières culturelles qui empêchent la grande masse des ingénieurs de production, notamment informaticiens, d'être les véhicules d'une sensibilisation aux enjeux économiques et sociaux des sciences de la cognition, en plaidant auprès de l'éducation nationale la mise en place de filières en «ingénierie de la connaissance» (suggestion 34).

Proposition 3 : Filières de génie cognitif.

Plaider auprès de l'éducation nationale la création et la multiplication de filières de formation en «ingénierie de la connaissance».

4. Donner aux marchés de transferts de technologies cognitives leurs institutions régulatrices

Les débouchés de ces filières seraient essentiellement :

- 1) l'ergonomie cognitive et l'interaction homme-machine ;
- 2) l'acquisition et la transmission des connaissances dans l'enseignement, la formation professionnelle permanente, l'apprentissage, etc. ;
- 3) les services de médecine et de santé (prévention, autodiagnostic, vieillissement, prothèses, etc.) ;
- 4) les industries de la langue ;
- 5) la représentation des connaissances et les aides à la décision.

D'autres débouchés sont plus circonscrits, comme :

- 1) la reconnaissance des formes sonores et visuelles, et le traitement des images ;
- 2) les techniques liées à la manipulation des documents, notamment dans les bibliothèques pour le grand public ou pour les spécialistes ;
- 3) les techniques liées aux services publics d'enquêtes statistiques et de consultation de bases de données quantitatives, statistiques ou qualitatives.

Ces filières de formation décerneraient des diplômes qui donneraient des garanties de qualité pour les prestations fournies par leurs titulaires. C'est un premier volet, essentiel, dans la constitution d'un marché en «ingénierie de la connaissance», puisque beaucoup de produits constitueront en fait des prestations de service, immatérielles, aussitôt consommées que produites. Néanmoins, il y a aussi des produits matériels qui appellent également une «police économique» qui en garantisse la qualité. Il convient donc de doter les marchés d'«ingénierie de la connaissance» de toutes les institutions qui en polissent le fonctionnement régulier et «moral».

Proposition 4 : Régulation du marché des transferts.

Créer, dans le cadre du «programme mobilisateur» en «ingénierie de la connaissance», en liaison avec les institutions compétentes (organismes professionnels, ANVAR, etc.), des services d'évaluation des produits des «recherches précompétitives» (suggestion 35) et des services de conseils juridiques et économiques à la disposition des chercheurs soucieux de valoriser leurs résultats sous forme de contrats, de consultance, de créations d'entreprise, etc. (suggestion 36).

Enfin, il convient de préparer les secteurs économiques qui ont vocation à être bénéficiaires des retombées des «sciences de la cognition», en grande partie secteurs des services, à les utiliser effectivement, à en assumer le financement suivant des modalités, peut-être spécifiques, à définir en concertation avec eux, notamment pour la mutualisation des risques.

Proposition 5 : Solvabilisation de la demande de transferts.

Sensibiliser les grandes entreprises des services à la recherche en «sciences de la cognition» dans le cadre d'un salon annuel (suggestion 37) et les petites entreprises dans celui de journées d'informations

relayées par les organisations professionnelles (suggestion 38), et mettre à l'étude des mécanismes de financement privé de ces transferts (suggestion 39) et des mécanismes de mutualisation des risques d'entreprises de «capital risque» spécialisées éventuelles (suggestion 40), dans le cadre des institutions générales qui viendraient à être créées.

II. UN PILOTAGE UNIFIÉ ET EFFICACE DE LA RECHERCHE EN SCIENCES COGNITIVES

La nécessité d'opérer des transferts importants en matière de «sciences de la cognition» impose en retour celle de renforcer l'interdisciplinarité de ces disciplines, interdisciplinarité qui leur donne une bonne partie de leur fécondité. Or, cette interdisciplinarité, si on laisse faire les forces spontanées de nos institutions et de nos procédures, est menacée. En effet, elle constitue un handicap dans les procédures d'évaluation des carrières, des DEA, d'attribution des postes, des allocations de recherche, des crédits, etc. Il convient donc de protéger l'interdisciplinarité des sciences de la cognition, non seulement au niveau de la politique incitative (relais de l'action «sciences de la cognition» de la proposition 2 ci-dessus), mais surtout à celui de la politique de structuration (DEA, allocations de recherche, laboratoires, concentration et rationalisation des moyens, etc.).

L'idée générale consisterait à simplifier et à remodeler le paysage institutionnel, par exemple, en réformant les instances du PIR «cognisciences», qui doit normalement succéder à l'action MRT-MENJS «sciences de la cognition», de telle sorte qu'il y ait un seul dispositif institutionnel interministériel qui fasse un usage économe et cohérent de l'ensemble des moyens mis en œuvre par les différents comités actuels. Ce dispositif aurait deux pièces essentielles.

1. Un «conseil des sciences cognitives»

La première serait un comité scientifique, le «conseil des sciences cognitives». Il serait commun au MRT et au MENJS, au moins, pour pouvoir avoir une politique d'attribution des allocations de recherche et une politique volontariste en matière de DEA : une carte des DEA en sciences cognitives définirait une condition d'éligibilité aux allocations de recherche

en sciences de la cognition ; celles-ci ne seraient attribuées qu'à des « doubles licences » (suggestion 2).

Il pourrait être également commun aux ministères de la défense, de la santé, de l'industrie et de la culture (Bibliothèque de France), afin qu'il puisse définir une politique de transferts cohérente (proposition 2 *supra*), assortie des moyens ordinaires correspondants (crédits incitatifs émanant en particulier du FRT, bourses CIFRE, etc.).

Il serait représentatif des disciplines des sciences cognitives, un poids relativement plus important devant être accordé à celles qui sont plus « centrales » : neurosciences, psychologie, linguistique, philosophie, intelligence artificielle, ergonomie, économie (et gestion).

Par exemple, chacune de ces disciplines (moyennant un accord entre le CNRS et le MENJS pour associer sections du Comité national et celles du CNU), pourrait avoir deux représentants contre un pour les autres. Il conviendrait, en particulier, que la linguistique puisse être représentée.

Proposition 6 : Conseil des sciences cognitives

Fusionner les Comités scientifiques de l'action MRT-MEN « sciences de la cognition » et du PIR « cognisciences » en un seul « conseil des sciences cognitives » qui recueille les compétences des deux actions (crédits incitatifs, allocations de recherche, structuration, échanges avec l'étranger, formation, postes), auquel participent les ministères de la défense, de la santé, de l'industrie et de la culture, et qui soit représentatif de l'ensemble des disciplines des sciences cognitives et plus particulièrement des principales d'entre elles (neurosciences, intelligence artificielle, psychologie, linguistique, philosophie, ergonomie, économie).

2. Une « Maison de la cognition »

La seconde composante du dispositif institutionnel proposé serait une « maison de la cognition » qui serait à la fois la maison des chercheurs (suggestion 4), l'exécutif du « Conseil des sciences cognitives » (suggestion 5), notamment pour la politique de structuration du potentiel de recherche (suggestions 8, 9, 10 et 33), et du « programme mobilisateur » en « ingénierie de la connaissance » (suggestions 33 et 7).

Proposition 7 : Maison de la cognition.

Créer une maison de la cognition à Paris, qui ne comprenne pas d'équipe de recherche française résidente, mais qui soit le support permanent de trois missions :

- 1) *maison des chercheurs en sciences de la cognition : bibliothèque spécialisée, documentation, salles de réunion et de séminaires, moyens de diffusion et de circulation des informations pratiques (news) et scientifiques (réseau télématique), services divers à la disposition des chercheurs français et étrangers (suggestion 4), animation de la communauté (suggestions 7 et 5) ;*
- 2) *structuration de la recherche : la maison serait mandatée par le «Conseil des sciences cognitives» (proposition 5) pour suivre l'étude et la création éventuelle des différentes structures de recherches spécifiques (maisons, instituts) en province (suggestions 8 et 9) et à Paris (suggestion 10), selon des procédures sélectives (appels d'offre) et incitatives (évaluation des programmes scientifiques des candidats) par un comité européen ;*
- 3) *animation du programme interdisciplinaire et interministériel «ingénierie de la connaissance» (suggestion 33), dont le contenu est défini par la proposition 2.*

3. Un institut de recherche fondamentale

La seconde mission serait une œuvre de longue haleine. Il conviendrait de l'inaugurer en mettant en œuvre une des recommandations les plus importantes du rapport Changeux, celle de créer un institut de recherche en sciences cognitives. Il s'agirait de créer un ensemble cohérent d'équipes de recherche, excellentes, jeunes et mobiles. Pour cela il faudrait sélectionner des leaders dans la génération des moins de 45 ans, afin de les renouveler lorsqu'ils existent et de les susciter (quitte à les faire venir de l'étranger) dans les disciplines où la relève n'est pas assurée, ce qui est notamment le cas dans les sciences humaines cognitives. Il faudrait ensuite aider ces leaders à constituer et à renforcer leurs équipes sur la base de programmes scientifiques précis. Il faudrait enfin des procédures qui assurent à la fois une obligation de mobilité et une stabilisation des financements (3 ou 4 ans d'assurés).

Cette démarche incitative et descendante (*top down*) serait complémentaire de celle structurante et ascendante (*bottom up*) de «cognisciences», dont elle devrait se distinguer.

Proposition 8 : Instituts de recherche

Créer des instituts de recherche dont un à Paris, par sélection de leaders jeunes, par constitution et/ou renforcement d'équipes autour de programmes scientifiques précis, d'une durée de 4 ans (non renouvelable).

La question de savoir si des murs devraient être édifiés autour de cet institut, éventuellement à Paris, ne fait par contre pas l'unanimité et devrait donc rester ouverte.

La sélection des équipes pourrait être faite par le «Conseil des sciences cognitives», ou mieux, par un «Comité international» constitué par lui.

III. UNE POLITIQUE INCITATIVE DE REEQUILIBRAGE DE L'INTERDISCIPLINARITE

Mais pour qu'il y ait interdisciplinarité à l'intérieur des sciences cognitives, il faut que les différentes disciplines soient sur un pied à peu près égal. Ceci était présupposé au départ de cette mission. C'est pourquoi on pensait que l'interdisciplinarité avec les sciences humaines étant acquise, il était temps d'en étendre les bienfaits aux sciences sociales, écartées, à tort, du champ des sciences cognitives pour des raisons historiques et sociologiques propres à la France. Ce préjugé s'est avéré erroné : l'extension de l'interdisciplinarité aux sciences sociales, à l'exception, très importante, de l'économie et de la gestion, est en partie prématurée et difficile, peu «rentable» ; il convient d'abord de consolider la psychologie et la linguistique au sein des sciences cognitives, surtout la psychologie dans la mesure où elle est discipline carrefour, plus particulièrement avec l'ergonomie cognitive, point de passage obligé pour une politique de transferts.

1. Actions sur la psychologie et la linguistique en amont des sciences cognitives

Abstraction faite des sciences cognitives proprement dites donc, il faut, tâches qui reviennent au CNRS et aux universités, renforcer la psychologie et la linguistique.

Proposition 9 : Renforcement de la psychologie et de la linguistique.

- 1) *De manière générale, mettre au point des méthodes d'évaluation, éventuellement scientométriques, des sciences de l'homme et de la société en France et les utiliser pour des évaluations effectives, à commencer par la psychologie et la linguistique (suggestion 11).*
- 2) *Psychologie : créer une commission interministérielle (CNRS, MENJS), conformément aux recommandations du rapport Bourguignon-Curie, pour renforcer et réorganiser la recherche en psychologie en France (suggestion 12).*
- 3) *Linguistique :*
 - a) *programmer un plan d'investissements «lourds» en linguistique (suggestion 13) : informatisation du TLF, dictionnaires électroniques de base, analyseurs morpho-syntaxiques du français, aide intelligente à la traduction automatique, etc. ;*
 - b) *lancer une action incitative (éventuellement dans le cadre des actions incitatives des sciences de la cognition) en «informatique linguistique».*

2. Intégrer l'ergonomie et l'économie (et la gestion) dans les sciences cognitives

Mais limiter les sciences cognitives aux cinq disciplines «fondamentales» (neurosciences, intelligence artificielle, psychologie, linguistique, philosophie), même avec la psychologie et la linguistique renforcées, consiste à persévérer dans une voie originale, celle de la France, qui consiste à exclure de leur champ l'ergonomie cognitive (ou interaction homme-machine) et l'économie (et la gestion). Cela risque d'avoir pour conséquence néfaste d'entraver, voire de bloquer, les possibilités de transferts de technologies. C'est pourquoi il convient d'inclure ces disciplines dans le champs des sciences cognitives, ce qui ne devrait pas poser de problèmes insurmontables dans la mesure où l'économie et la gestion, déjà mathématisées depuis longtemps, développent des collaborations dans ce

sens, et où l'ergonomie mobilise déjà toute la constellation cognitiviste pour des recherches dont il faut reconnaître la légitimité et l'utilité et qu'il convient de renforcer quantitativement et qualitativement.

Proposition 10 : Intégrer l'ergonomie (interaction homme-machine), l'économie et la gestion dans les sciences cognitives, en particulier dans le programme mobilisateur (suggestion 2) «cognisciences» et le «Conseil des sciences cognitives» (suggestion 6).

3. Démultiplier et focaliser les actions incitatives en sciences cognitives

On a recommandé (proposition 2) de relancer une action incitative en «sciences de la cognition» qui soit le volet «incitatif» du programme mobilisateur interministériel en sciences cognitives.

Mais il convient que cette action soit démultipliée selon les disciplines pour corriger les déséquilibres constatés et renforcer en particulier les sciences humaines cognitives.

Il appartient au comité scientifique (le conseil des sciences cognitives) de cette action de définir cette démultiplication.

En préjugant de ce travail, on peut définir, en se limitant aux seules sciences humaines et sociales, un certain nombre de thèmes d'envergure plus ou moins grande.

Proposition 11 : Actions incitatives des sciences cognitives relatives aux sciences de l'homme et de la société.

Lancer des actions directes (ponctuelles) ou concertées (plus larges) pour les sciences humaines cognitives :

- 1) Philosophie :
 - a) épistémologie de la biologie, de la linguistique (suggestion 15) et de l'informatique ;
 - b) philosophie du langage et tradition phénoménologique (suggestion 16) ;
 - c) les limites épistémiques et éthiques des sciences cognitives (suggestion 18) ;
 - d) connaissances par signes et connaissances par images (suggestion 19) ;
- 2) Biologie et sciences sociales (suggestion 17) ;

- 3) *Coordination des jugements et des actes (suggestion 21) ;*
- 4) *Sciences sociales : organiser des journées de sensibilisation de chaque science sociale aux sciences cognitives (suggestion 22).*

IV. UN RESEAU D'INSTITUTS DE RECHERCHE SPECIALISES

Il est très important, symboliquement, vis-à-vis de la communauté des chercheurs, de donner un signe visible de la priorité accordée au développement de la recherche en sciences de la cognition.

1. L'annonce d'une vitrine internationale de la recherche en sciences cognitives sous forme d'une «Maison européenne des sciences cognitives»

La manifestation serait encore plus éclatante si elle était partie prenante de la symbolique, dont la Bibliothèque de France est porteuse, et donc si la Maison de la cognition était une extension de cette institution, ou au moins à proximité d'elle.

2. La maison, holding d'un réseau d'instituts de recherches en sciences cognitives

Faut-il pour autant céder au travers français qui consiste à faire un grand édifice qui concentre une grande partie du potentiel de recherche parisien sur ces questions ?

L'histoire de cette constellation de disciplines montre qu'elle n'est pas stabilisée et que donc il serait imprudent et prématuré d'en couler l'architecture dans un béton unique. Il convient plutôt de se doter de structures de recherche sans mur, de réseaux qui possèdent des maillons forts, sous forme d'instituts de recherche orientés vers les transferts, qui se spécialisent sur des créneaux provisoirement stabilisés (cf. *supra* proposition 3).

La Maison de la cognition aurait alors à organiser des appels d'offres auprès des différents réseaux de cognosciences pour que ceux-ci proposent un projet d'institut spécialisé et un programme scientifique précis, grâce à une convention à durée déterminée, ce qui n'exclut pas l'édification d'un institut en dur. Le Comité scientifique devrait être international, européen,

différent donc du «Conseil des sciences cognitives». Celui-ci aurait à définir les créneaux de spécialisation et le comité international correspondant.

3. Esquisse d'une carte de l'archipel des instituts de recherches cognitives en France

Cette procédure s'inspire des instituts Fraunhofer en Allemagne. Elle est plus sélective et plus incitative que celle actuelle du PIR «cogniscience», qui entérine les arrangements locaux spontanés des chercheurs.

Sous bénéfice de confirmation du bien fondé des huit créneaux (de tailles inégales) déjà esquissés et compte tenu des informations disponibles sur les contextes locaux présents et surtout à venir, la «carte» des instituts (ou des laboratoires, quand la taille du marché est trop petite) de recherche et de transferts de technologies en sciences de la cognition pourrait être la suivante, par exemple :

- 1) médecine et santé : institut des neurosciences à Lyon ;
- 2) industries de la langue : institut à Nancy (INALF) ;
- 3) ergonomie cognitive : institut à Toulouse (propositions 8 et 9) ;
- 4) didactique, enseignement, apprentissage : c'est à l'Education nationale de proposer un institut, sans doute autour de l'INRP ;
- 5) documentation, classification, techniques auxiliaires des SHS ; laboratoire à Tolbiac, Bibliothèque de France, laboratoire de Diday à l'INRIA, Télécom, laboratoire de J.C. Gardin à l'EHESS ;
- 6) génie statistique, banques de données publiques ; économie expérimentale, psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion (proposition 20) : deux laboratoires à Marne-la-Vallée (université, CNRS, INSEE, Ponts et Chaussées) ;
- 7) représentation des connaissances, aide interactive à la décision, systèmes experts en économie et en gestion : institut à Palaiseau (X, HEC, Orsay) ;
- 8) reconnaissance des formes sonores et visuelles, traitement des images : institut à Sophia-Antipolis (INRIA, CNRS, université).

4. Une philosophie d'agence de programme

L'objectif général poursuivi est d'acclimater aux institutions et aux mœurs français la philosophie des agences de programme américaines : concentrer sur des programmes scientifiques clairs, exigeants et précis, des

moyens financiers et humains pour une durée déterminée, avec des procédures d'évaluation qui permettent de réorienter effectivement les recherches et de gérer une natalité et une mortalité élevées de ces programmes. Dans cette perspective, la pluralité des foyers de concentration est décisive : elle permet l'émulation, la spécialisation et la mobilité géographique.

A contrario, un institut national unique, fatalement parisien, ne peut que figer les programme et les hommes, parce qu'il serait prohibitif d'accompagner la mobilité des chercheurs d'une politique d'aide au logement à Paris, qui en serait la condition de possibilité. Cette politique peut-être envisagée en faveur des étrangers, soit avec les moyens existants (maison Suger, MSH), soit avec les moyens envisagés sur le site de Tolbiac.

5. Tenter l'expérience d'un Salk Institute à la française

Mais Paris n'est pas un campus. Si on veut implanter en France des instituts comme le Salk Institute, alors il faut en reproduire le contexte global et envisager de créer face à la mer, à Sophia-Antipolis, par exemple, ou dans un des multiples monuments du domaine maritime, un lieu de recherche qui soit en même temps un lieu de résidence où l'interdisciplinarité puisse être pratiquée au quotidien, sur de longues périodes (deux ou trois ans) de temps, avec des facilités de travail et de logement qu'on ne peut trouver à Paris, sinon en banlieue (ce qui, depuis la Californie, n'est peut-être pas très différent).

Il conviendrait donc, pour un des Instituts spécialisés, d'envisager en province de tenter une expérience du type fondation américaine, par exemple, à Sophia-Antipolis.

6. La carte de la région parisienne

Quant à la région parisienne, la carte précédemment esquissée, très hypothétiquement, ne serait pas dépourvue ni de prestige ni de séduction :

- 1) maison de la cognition à Tolbiac, auprès de la Bibliothèque de France, qui, par ailleurs, abriterait un laboratoire spécialisé du réseau «ingénierie de la connaissance» ;

- 2) Palaiseau : Institut de recherche orienté vers l'aide à la décision en entreprise (X, HEC) et vers les outils mathématiques (Orsay, vallée de Chevreuse) ;
- 3) Marne-la-Vallée : un ou deux laboratoires spécialisés sur des créneaux étroits : a) psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion ; b) génie des statistiques et des banques de données.

A cela il faudrait sans doute ajouter les effets induits par la redistribution de locaux suite à l'aménagement de Tolbiac, notamment sur les implantations actuelles du quartier Latin.

D'orès et déjà : Institut de psychologie de la rue Serpente, Couvent des Cordeliers de la rue de l'Ecole de Médecine, Institut national de la recherche pédagogique, Ecole supérieure de physique chimie de la ville de Paris, etc.

7. Calendrier

Mais toutes ces perspectives sont à un terme de l'ordre de trois ou quatre ans.

- 1) A court terme (un an) il conviendrait de créer la «maison de la cognition», sous la forme modeste d'une unité mixte CNRS-université, et de la doter du minimum de moyens administratifs et scientifiques qui lui permettraient d'être l'opérateur des étapes suivantes.
- 2) La deuxième étape consisterait à créer le «Conseil des sciences cognitives», si possible par réforme du PIR «cognisciences», à défaut, en articulation étroite avec lui.
- 3) La troisième étape consisterait à créer un GIP réseau dont la «maison de la cognition» serait le centre politique et l'infrastructure matérielle, GIP associant les différents ministères (Recherche, Industrie, Santé, Education nationale, Défense, Culture) intéressés par les trois missions de la Maison de la cognition :
 - a) maison des chercheurs ;
 - b) carte des instituts et des réseaux de recherche ;
 - c) animation du programme interministérielle «ingénierie de la connaissance».

Les différents départements du ministère de la Recherche intéressés par le programme seraient associés à la surveillance du GIP. Mais, compte tenu du rôle charnière de l'ergonomie cognitive (communication homme-machine)

pour la politique de transferts, il reviendrait au département HTT d'y jouer un rôle importante.

Proposition 12 : Un réseau national d'instituts de recherche spécialisés orientés vers les transferts

Créer, sur proposition du «Conseil des sciences cognitives», un comité international européen chargé de lancer un appel d'offres pour la création d'instituts de recherche spécialisés orientés vers les transferts de technologies ; créer un GIP pour créer, fédérer, coordonner et gérer ces instituts, GIP dont le domicile soit la «maison de la cognition» et dont le conseil scientifique soit le «conseil des sciences cognitives».

8. Les trois coups d'un commencement

Mais sur la carte qui vient d'être esquissée les projets sont plus ou moins «mûrs». Ainsi en est-il de l'institut de neurosciences de Lyon. Trois initiatives seraient des affichages politiques clairs et bienvenus.

Proposition 12 bis : Trois instituts de recherche à court terme :

- 1) Un institut orienté vers l'ergonomie cognitive et les transferts à Toulouse (suggestion 8), avec un renforcement volontariste des SHS dans la maison de la recherche du Mirail (suggestion 9) ;
- 2) Un laboratoire de recherche (plutôt qu'un institut) en psychologie cognitive appliquée à l'économie et à la gestion (CNRS, université) et un laboratoire de génie statistique (CNRS, Université, INSEE) à Marne-la-Vallée (suggestion 20) ;
- 3) Un «Salk Institute», c'est-à-dire un lieu de recherche, avec des facilités de logement, pour qu'il puisse y avoir de longs séjours de chercheurs français et étrangers, à Sophia-Antipolis, avec une spécialisation à préciser, avec les partenaires naturels de cette implantation (INRIA, CNRS, université).

D'autres lieux que Nice pourraient être cherchés avec l'aide des administrations compétentes, sous contrainte d'un climat et d'un paysage dont l'attrait puisse soutenir la comparaison avec Paris.

COGNITION ET MODERNISATION

ANNEXES

**Annexe au rapport
"Cognition et modernisation"
remis par Monsieur Bernard Guibert à
Monsieur Hubert Curien,
Ministre de la recherche et de la technologie,
suite à la lettre de mission du 21 mai 1991**

QUESTIONNAIRE

Quels effets d'entraînement peuvent avoir les sciences cognitives et l'intelligence artificielle sur les sciences de l'homme et de la société ?

Telle est la question qui se décline dans les questions qui suivent. L'exposé des motifs de la mission montre comment cette formulation très générale, du point de vue de la politique scientifique des sciences sociales, aboutit à la spécification : sémantique, statistique et intelligence artificielle.

I - Le problème est-il un ?

Ou bien n'est-il que l'agrégat artificiel de problèmes distincts sans rapports mutuels ? Les termes mis en rapport, sciences cognitives (SC) d'un côté, sciences de l'homme et de la société (SHS) de l'autre, ont en effet eux-mêmes une unité problématique.

- 1) Les sciences cognitives au sens large (SC) comprennent l'intelligence artificielle (IA). Mais les oppositions se poursuivent à l'intérieur des sciences cognitives au sens strict, entre neurosciences, psychologie, linguistique, etc.
- 2) Les modèles formels de certains paradigmes utilisent les mathématiques de la manipulation des symboles (logique, algèbre, linguistique mathématique, automates, etc.), alors que ceux des autres privilégient les mathématiques de la quantité (systèmes dynamiques, statistiques, probabilités, etc.).
- 3) Certaines disciplines sont plutôt des sciences fondamentales (neurosciences, psychologie, linguistique, par exemple) et d'autres des arts de l'ingénieur (intelligence artificielle, informatique, statistique, notamment).
- 4) Du côté des sciences de l'homme et de la société (SHS), la diversité est peut-être encore plus grande.



II - Y a-t-il entraînement de fait ?

La nature et l'intensité du couplage entre sciences cognitives (SC) au sens large (y compris IA) et sciences de l'homme et de la société (SHS) varie avec les disciplines. Certaines, dans leur spécification cognitiviste sont membres à part entière des sciences cognitives (psychologie, linguistique). Dans ce cas, le problème est de savoir en quoi la psychologie cognitive et la linguistique mathématique entraînent toute la psychologie et toute la linguistique. D'autres couplages sont «forts» : par exemple la linguistique computationnelle et l'informatique théorique. D'autres disciplines bénéficient de couplages «faibles» : par exemple microéconomie et théorie des jeux. D'autres bénéficient des progrès de leurs techniques auxiliaires : par exemple archéologie et représentation des connaissances. Enfin, parfois, il n'y a pas de couplage identifiable autrement que sous la forme fallacieuse d'une homonymie : la sociologie dite cognitive ne renvoie la plupart du temps qu'à ce qu'on appelait autrefois la sociologie de la connaissance.

L'hypothèse à vérifier est la suivante : il y a bien un effet d'entraînement, mais il est relativement faible en France, et limité aux seules sciences humaines. Est-ce la même chose dans les autres pays ?

III - Doit-il y avoir effet d'entraînement sur les sciences sociales ?

Si cette hypothèse est vérifiée, alors se pose la question *de droit*, plus particulièrement pour les sciences sociales : ces dernières doivent-elles être entraînées par les progrès des sciences cognitives ? Neurosciences et psychologie ont comme objet l'individu, de telle sorte qu'il semble que les réalités collectives et sociales soient exclues du champ des sciences cognitives. Mais en linguistique, la langue est une «propriété commune» qui dans certains paradigmes chomskiens renvoie à des capacités innées. D'autre part, les techniques statistiques (verres de spin, réseaux de neurones formels) font émerger des entités collectives. N'est-il pas pour autant prématuré ou illégitime d'attendre des apports des sciences cognitives aux sciences sociales ?

IV - L'entraînement doit-il se faire par la modélisation ?

Si on répond positivement aux trois questions précédentes, se pose la question de la nature du couplage de science (cognitive) à science (sociale).

L'hypothèse à vérifier est qu'il existe deux types de couplages.

Dans le premier cas, le rapport de la science entraînant à la science entraînée est d'antériorité, d'analogie ou de métaphore : certaines sociologies importent les métaphores de la complexité, du chaos, etc. Le second type de couplage est assuré, en intériorité, par des modélisations mathématiques qui utilisent des instruments identiques. C'est par exemple le cas en linguistique et en informatique théorique (grammaires formelles).

L'hypothèse à vérifier est que c'est la modélisation (et non la métaphore) qui assure un couplage efficace, ce dernier est interdisciplinaire et non intradisciplinaire (rapport de la discipline cognitive à toute la discipline). L'enjeu se situe à des disciplines charnières comme par exemple la psychosociologie ou la sociolinguistique dont le dynamisme n'est peut-être pas à attendre de l'application de la psychologie cognitive à la sociologie ou de la linguistique à la sociologie.

Des hypothèses alternatives sont envisageables : le couplage ne serait pas dû à un programme commun de mathématisation, mais à des techniques ou des instruments communs (ordinateur) ou à une philosophie commune (individualisme méthodologique et philosophie analytique).

V - Le couplage doit-il être médiatisé par les techniques de l'ingénieur ?

Les sciences cognitives entraînent-elles directement les sciences sociales via la modélisation, ou via les techniques qui perfectionnent les instruments et qui permettent les applications industrielles ?

C'est, si on veut, l'entraînement par *l'aval* et le marché (valorisation de procédés commercialisables) et par les techniques *auxiliaires*, le progrès du microscope (social) entraînant celui de la connaissance du vivant (social).

L'hypothèse à vérifier est que l'effet d'entraînement peut-être très fort et que donc les perspectives de valorisation économique des sciences sociales sont ici très importantes : analyses fines des opinions publiques, renouvellement de la méthodologie des questionnaires et des enquêtes, renouvellement des techniques d'analyse de données, gestion intelligente

des bases et des flux de données économiques et financières, exploitation mécanique des corpus de données en langage naturel, etc.

VI - Quelle forme institutionnelle doit prendre le couplage ?

Si on répond affirmativement aux deux questions précédentes (le couplage doit se faire par la modélisation et par la technologie), alors il convient d'en tirer les conséquences pour la politique scientifique dans le champ des sciences sociales et en particulier de se demander comment organiser et intensifier le couplage en question.

Doit-on créer des institutions (programmes, réseaux, instituts, maisons, etc.) spécifiques aux SHS ? Doit-on plutôt insérer les SHS dans des institutions promouvant les sciences cognitives en général ? Comment insérer ces actions dans le contexte international ? Comment articuler la recherche scientifique fondamentale et la commercialisation des produits des arts de l'ingénieur ? Quels doivent être les partenaires d'une telle coopération interinstitutionnelle ? Quelle forme juridique doit-elle revêtir ? Quel intérêt peut-on attendre des industriels ? Quels sont les différents partenaires publics potentiellement (défense, éducation nationale, recherche, statistique, télécommunication, industrie essentiellement) intéressés ? Quels financements non publics est-on en droit d'espérer ? Quelles sont les perspectives de collaboration internationale ?



QUESTIONNAIRE

Le champ scientifique correspond à une acceptation large de la notion de Sciences Cognitives. On en trouvera une présentation succincte dans l'extrait ci-dessous du Schéma Stratégique du CNRS.

Les Sciences cognitives se constituent comme un nouveau champ de recherches pluridisciplinaires, lieu d'interactions entre les travaux sur le fonctionnement du cerveau, les propriétés du psychisme, les modèles physiques et formels de ces propriétés et les recherches théoriques et technologiques sur l'«intelligence». Ces recherches relèvent de plusieurs domaines entre lesquels existent des liens nombreux qu'il s'agit de renforcer pour faire émerger le maximum d'unité conceptuelle :

- les neurosciences en tant qu'elles étudient les bases neuronales des fonctions cognitives chez l'homme et chez l'animal, leurs déterminants génétiques et épigénétiques et leurs altérations pathologiques ; en tant également qu'elles collaborent avec des mathématiciens, des physiciens et des informaticiens pour la modélisation des fonctions nerveuses ;
- les recherches sur les réseaux d'automates, en physique statistique, en calcul parallèle, en microélectronique et en optique, qui, en interaction avec la neurobiologie, offrent des modèles de fonctionnement d'ensembles neuronaux et proposent une approche dite connexionniste de l'intelligence artificielle ;
- les recherches en psychologie, en linguistique et en anthropologie sur les activités intelligentes «langage, raisonnement, perception et action». Elles visent à repérer des invariants cognitifs et à reconstruire, voire à modéliser, les opérations qui sous-tendent les facultés et aptitudes humaines, individuelles et sociales ;
- l'intelligence artificielle, qui a doublement partie liée avec les Sciences Cognitives, soit qu'elle ancre ses constructions dans les connaissances provenant des sciences biologiques et des sciences humaines, soit qu'elle élabore à l'aide de l'informatique et de la logique, des modèles cognitifs généraux doués des facultés de raisonnement, d'action et d'apprentissage ; les approches pluridisciplinaires de la communication homme-machine ;
- enfin la nature même des problèmes abordés par les recherches cognitives et leur complexité sollicitent la «réflexion philosophique».

La mission est résumée par deux questions :

1. Quels sont les apports mutuels des sciences cognitives et des sciences de l'homme et de la société ?
2. Quelles sont les perspectives d'application (industrie, services, éducation, etc.) de ce type de recherche interdisciplinaire ?

I - Comment caractériser votre point de vue sur ces questions ?

1. Quelles sont les sciences cognitives qui vous sont les plus familières :
 - neurosciences (et notamment, psychophysiologie, neuropsychologie) ;
 - psychologie ;
 - linguistique (notamment psycholinguistique) ;
 - philosophie (logique, sémantique, épistémologie, mais l'anthropologie est à mettre à part) ;
 - intelligence artificielle (robotique, vision artificielle, raisonnement, etc.).

2. Quelles sont les sciences de l'homme et de la société qui vous sont les plus familières ?
 - philosophie, épistémologie ;
 - psychologie logique ;
 - linguistique ;
 - anthropologie, ethnologie ;
 - archéologie ;
 - histoire ;
 - géographie ;
 - littérature (philologie, herméneutique, textes, etc.) ;
 - droit ;
 - sciences politiques ;
 - économie ;
 - sociologie

3. Quels sont les domaines d'application des sciences cognitives qui vous sont les plus familiers ?
 - représentation et traitement des connaissances (bases de connaissances, systèmes experts, documentation, indexation, classification, etc.) ;
 - industries de la langue (traduction automatique, linguistique computationnelle, reconnaissance d'écrits et de paroles, interprétation assistée par ordinateur, etc.) ;
 - circulation des informations économiques et sociales (exploitation de mémoires réparties et de réseaux, réseaux ; télématiques, traitements,

- statistiques de données de masse en temps réel, sondages, questionnaires, classifications, codifications, etc.) ;
- planification, coordination, robotique et productique (vision artificielle, coordination d'automates, informatique répartie, intelligence en essaim, etc.) ;
 - ergonomie cognitive : communication homme-machine et homme-homme dans le travail, génie logiciel, etc.).

Ces classifications sont elles-mêmes contestables et les différentes frontières sont loin d'être stabilisées, de telle sorte qu'un avis éventuel sur celles-ci peut être en soi précieux.

II - Quelles sont les perspectives de développement de l'interdisciplinarité entre sciences cognitives et sciences de l'homme et de la société ?

1. Quels sont les mariages de disciplines de part et d'autre (sciences cognitives d'un côté, sciences sociales de l'autre) qui vous paraissent devoir être les plus féconds pour la recherche fondamentale ?
2. De quels paradigmes relèvent-ils ?
 - symbolique, computationnel ou cognitiviste ,
 - connexionniste ou auto-organisationnel ;
 - paradigme tiers à préciser.

Cette opposition peut également être contestée.

3. Pouvez-vous évaluer la «part du marché» de l'interdisciplinarité «cognitiviste» dans les sciences sociales qui vous sont familières ? Cette part est-elle appelée à augmenter ?
4. Quelle est la cause de la fécondité de cette interdisciplinarité ?
5. Quelles sont les perspectives d'extension de l'interdisciplinarité à des sciences sociales au sens strict (économie, sociologie, droit, sciences politiques) ? Quels seront les moyens de cette extension ?

Les outils généraux mathématiques (réseaux de neurones formels, systèmes dynamiques, langages formels, logiques non standard. verres de spin, etc), figurent-ils parmi ces moyens ? Alternativement ou

complémentairement y a-t-il également des concepts fédérateurs et/ou nomades ? Lesquels ?

6. Convient-il d'organiser le «marché matrimonial» des sciences cognitives et des sciences sociales et comment ? Par quelles institutions ? Par quelles techniques, appels d'offres thématiques, réseaux, projets, instituts pluridisciplinaires, etc. ?

III - Quelles sont les perspectives de développement de l'ingénierie de la connaissance ?

Le «génie cognitif» (ingénierie de la connaissance) désigne ici toutes les techniques d'ingénieur profondément remaniées par le développement des sciences cognitives : génie linguistique, ergonomie, génie logiciel, communication, systèmes experts, etc.

1. Quelles sont les perspectives de développement des techniques de «génie cognitif» liées directement aux recherches fondamentales en sciences humaines et sociales ? Quelles sont les perspectives de commercialisation à terme et dans quelles branches d'activité ? Connaissez-vous des études de marché sur ce sujet ?
2. Quelles sont les perspectives de progrès des «techniques auxiliaires des sciences sociales, progrès susceptibles de révolutionner les conditions de travail et l'efficacité du chercheur en sciences humaines et sociales ? Connaissez-vous des études d'impact à ce sujet ?
3. Quelles sont les sources et les ressorts de la fécondité et de la rentabilité économique de ces applications ?
4. Quelle sera la «part du marché» des techniques cognitives dans l'ensemble de celles au service de l'économique et du social (organisation, ergonomie, conseil, expertises, etc.) ?
5. Comment concilier «culture de chercheur» et «culture d'ingénieur» dans les sciences cognitives ? Ne convient-il pas de légitimer et de consolider la recherche en intelligence artificielle ?
6. Inversement ne convient-il pas de faire des «sciences cognitives» une des composantes fondamentales de la culture de l'ingénieur ordinaire ?

Comment institutionnaliser la diffusion de cette «culture cognitive» ? Convient-il de créer un «institut de génie cognitif», articulé à un éventuel institut national de recherche en sciences cognitives, et surtout contribuant (formation par la recherche) à diffuser cette «culture cognitive» via les différentes filières de formation des ingénieurs ?

7. Existe-t-il une demande industrielle ? Si oui, quelle est son importance potentielle ? Quelles sont les perspectives de développement et d'application ?

IV - Comment organiser l'interdisciplinarité de la recherche au carrefour des sciences cognitives et des sciences humaines et sociales ?

1. Quels objets de recherche des sciences cognitives (système nerveux, cerveau, immunologie, réseaux de neurones, intelligence artificielle, logique, linguistique computationnelle, etc.), sont susceptibles de servir de support à des incitations en direction des sciences de l'homme et de la société et parmi celles-ci lesquelles ?

En terme d'ingénierie administrative et financière ces objets fédérateurs de recherches interdisciplinaires devraient-ils faire l'objet d'appels d'offres thématiques, de réseaux européens ou transatlantiques, de créations de laboratoires ou d'associations de moyens entre partenaires publics et/ou privés ?

Comment articuler ces initiatives avec les actions et institutions disciplinaires françaises classiques et avec les actions et institutions européennes en train de se développer ?

De manière générale convient-il d'envisager des actions et des institutions spécifiques aux sciences humaines ou bien veiller seulement qu'elles soient systématiquement présentes dans les actions (appels d'offres, réseaux) et les institutions (maisons, instituts, laboratoires, etc.), générales des sciences cognitives ?

2. Comment organiser le transfert des connaissances des recherches interdisciplinaires en direction des utilisateurs finals (services, industrie, éducation, etc.) ? Quels sont les domaines d'application susceptibles de rencontrer l'intérêt des entreprises au point qu'elles coordonnent leurs participations financières (par exemple dans le cadre de clubs CRIN) ?

Quelles mesures incitatives sont susceptibles de faciliter la création d'entreprises à «capital risque» en ces domaines ou de faciliter (conventions CIFRE par exemple) l'insertion de ces travaux interdisciplinaires dans les entreprises privées ou publiques ?

ENTRETIENS

I. DISCIPLINES

1) Sciences de la cognition

- *Biologie* : Mme Andreewski, M.M. Atlan, Berthoz, Beugnon, Changeux, Holley, Le Moal, Marc-Vergnes, Soumireu, Stewart, Thon, Varela, Mme Suzanne Tyc-Dumont ;
- *Intelligence artificielle et informatique* : M. Alviset, Mme Bestougeff, M.M. Borillo, Colmerauer, Cousot, Curien, Mme Dubois, M.M. Duby, Ganascia, Kayser, Nivat, Perrin, Pitrat, Raccah, Roos, Rousset, Sakarovitch, Simon, Souchier, Virbel, Weinfeld ;
- *Linguistique* : Mme Borillo, M. Chaudiron, Mme Danlos, M.M. Descles, Encreve, Gross, Lebrave, Martin, Mathieu, Petitot, Sperber, Ecole d'été de Bonas ;
- *Logique* : M.M. Andler, Dubucs, Fariñas, Kayser, Longo ;
- *Mathématiques-Physique* : M.M. Azencott, Barbut, Duby, Gardin, Karoudi, Petitot, Rosenstiehl, Teissier, Toulouse ;
- *Philosophie* : M.M. Auroux, Besnier, Dubucs, Duroux, Mme Giard, Livet, Mme Proust, de Rouilhan, Stewart, Stiegler, Vullierme ;
- *Psychologie* : Mme Dubois, Mme Hatwell, Mme Jodelet, M.M. Lebrave, Nespoulous, Pavart, Politzer, Mme Schreiber, Mme Siksou, M. Tiberghien.

2) Sciences de l'homme et de la société

- *Anthropologie* : M.M. Anspach, Attran, Godelier, Mme Héritier, M. Sperber ;
- *Archéologie* : M.M. Borillo, Gardin ;
- *Droit* : Mme Boursier, M.M. Lyon-Caen, Raccah ;
- *Economie* : M.M. André-Varet, Bourguine, Curien, Dupuy, Favereau, Hollard, Jeanneret, Lantner, Le Moigne, Lesourne, Lorino, Ménard,

Mistral, Nadel, Orléan, Mme Paradeise, M.M. Petit, Roos, Ruffieux, Schmidt, Thévenot, Veltz, Walliser ;

- *Gestion* : M.M. Hollard, Lauffer, Le Moigne, Lorino, Mme Paradeise ;
- *Politique* : M.M. Cohen, Dupuy, Joxe, Manin, Rudnianski, Vullierme ;
- *Sociologie* : M.M. Boltanski, Callon, Chateauraynaud, Conein, Corcuff, Laks, Lautmann, Magaud, Morin, Mme Paradeise, M.M. Stewart, Thévenot, Wolton.

II. TRANSFERTS

1) Industries de la langue

Voir plus haut "Linguistique".

Voir plus bas "institutions" : Ministère de l'industrie (M. Mathieu), MRT-DIST (M. Chaudiron), OFIL (Observatoire français des industries de la langue), EUROTRA, GENELEX, EUROLANGUE et Bibliothèque de France (TGB).

2) Ergonomie cognitive, interaction homme-machine

Voir plus bas "institutions" : MRT-MTT (M.M. Ginsbourger, Henri, Stroebe), CNAM (M. Wisner, Mme Dubois, M.M. Falzon, Volkoff), PIRTTEM (Mme Teiger), INPG (M. Rousset), Compiègne, ARAMIHS (M. Pavart), ONERA-CERT (M.M. Boy, Pèlerin, Durant).

3) Enseignement, didactique, apprentissage

Voir plus bas "institutions" : MEN-DRED (Bessières), INRP, Télécom (Dessalles), Compiègne (Narcy), MRT-MTT (Ginsbourger) ;

4) **Techniques auxiliaires des SHS** : documentation, indexation, classification, raisonnements savants, intelligence artificielle appliquée à la statistique : M.M. Gardin, Lebart, Rouault, Volle (Eutelis).

Voir également plus bas "institutions" : DOSES, INSEE, INALF.

5) Serveurs répartis en temps réels

Voir plus bas "institutions" : INSEE, DAFSA, Telecom.

6) Représentation des connaissances, aide à la décision, systèmes experts

Voir plus haut "Intelligence artificielle et informatique".

Voir plus bas "institutions" (entreprises, banques assurances).

7) Images et reconnaissance des formes

M.M. Ganascia (LAFORIA), Pitrat, Simon.

III. INSTITUTIONS**1) Politique scientifique**• **MRT :**

DGRT : M.M. Decomps, Waldteufel

BMS : M.M. Druet, Sarfaty

MTI : M.M. Robin, Baixeras, Bidois, Seité

SPGP : M.M. Sabonnadière, Roubellat

HTT : Mme Kaisergruber, M.M. Stroebel, Henri, Lesné, Ginsbourger, Mme Raoul-Duval

SHS : M.M. Duroux, Amiot, Lory

DIST : M.M. Confland, Chaudiron

MSP : M.M. Gabet, Minder

CPE : M.M. Gaudin, Tsalkovich

Documentation : Mme Rubenstein.

• **CNRS :**

Cognosciences : M. Holley

PIRTTEM : Mme Teiger

SHS : M.M. Lautmann, D'Iribarne, Lebrave, Mme Paradeise

SPI : M. Ganascia

SDV : M. Soumireu

• **MEN :**

DRED SHS : M.M. Garden, Bessières, Lantner

Sciences de la vie : M. Rousseau

Académie de Paris : Mme Gendreaux-Massaloux

- *Culture* :
BDF (Bibliothèque de France) : M.M. Stiegler, Giffard
- *Industrie* : M. Mathieu
- *Défense* :
SGDN : M.M. Van Dewalle, Kutlein
DEG : M.M. Benkheri, Guitton
FEDN : M.M. Rudnianski, Schmidt, Poirier
DRET : M.M. Rizzi, Marendas, Borredon
- *MIRE* : M. Brams
- *Antennes du CNRS à l'étranger* : Japon, USA, RFA, Grande-Bretagne.
- *CEE* : DGXII (FAST) : M. Petrella

2) Laboratoires de recherche et établissements d'enseignement

- CEMAGREF : M. Bourgine
- CNAM : M. N. Curien, Mme Dubois, M.M. Lesourne, Volkoff, Wizner ;
- Compiègne : M.M. Besnier, Lenay, Nancy, Mme Proust, Trigano, Stiegler, Mme Vezier ;
- CREA : M.M. Andler, Anspach, Atran, Besnier, Dupuy, Favereau, Manin, Orléan, Petitot, Mme Proust, M.M. Sperber, Varela ;
- EHESS : M.M. Barbut, Desclés, Mme Jodelet, M.M. Petitot, Sperber ; Rosensthiel ;
- INRIA : M. Bensoussan, Mme Szwarcbbaum ;
- INSERM : M.M. Moatti, Marc-Vergnes, Le Moal, Lanoë, Mmes Benaïsch, Andreewski ;
- ONERA-CERT : M.M. Boy, Chaudron, Duvaux, Royer ;
- Ponts : M.M. Simon, Veltz, Walliser ;
- Télécom : M.M. Barthelemy, Bonnet, Dessalles, Mme Faure, M.M. Grumbach, Jeanneret, Lebart, Souchier ;
- Ulm : M.M. Guyon, Toulouse, P.Y. Curien, Longo, Azencott, J.M. Roy ;
- X : LIX (M. Weinfeld), CREA (cf. supra), CRG, H2S (M. Dupuy), M.M. Cousot, Vasseur.

3) Pôles régionaux

- *Toulouse* : M.M. Beugnon, Borillo, Fariñas, Garres, Pavart, Marc-Vergnes, Thon, Virbel ;
- *Marne-la-Vallée* : Mme Bestougeff, M.M. Perrin, Veltz ;
- *Grenoble* : M.M. Hollard, Marendas, Mme Hatwell, M.M. Rouault, Rousset ;
- *Aix-Marseille* : M.M. Colmerauer, Le Moigne, Gerard-Varet, Roos.

4) Sociétés savantes

a) Associations

- AFCET : M.M. Roucairol, Bourgine, Le Moigne, Vullierme, Walliser, Roos ;
- AFIA : M.M. D. Kayser, Ganascia ;
- ARC : M.M. Raccah, Grumbach, Kayser, Mme Siksou, M. Stewart ;
- ARESA : M. Rudnianski ;
- DOXA : M. Chateauraynaud ;
- DESCARTES : M. Guillaume.

b) Manifestations

CECOIA, NEURONIMES, AVIGNON, COGNITIVA, TOULOUSE, Génie logiciel (Jouy-en-Jossas), Génie linguistique (Versailles).

c) Revues

Intellectica (ARC), *Cognitiva* (Feldmann), *Bulletin de l'AFIA*.

5) Entreprises

- EDF : M. Hatabian ; Bull : M.M. Lorino, Roucairol ; UAP : M.M. Duby, Taflin ; Compagnie centrale de banques : M. Vullierme ; Matra-Espace ; Aérospatiale ; Bibliothèque de France : M.M. Stiegler, Giffard.

6) Systèmes statistiques

- EUROSTAT : Doses
- INSEE : M.M. Alviset, N. Curien, Desrosières, Deville, Gabet, Goy, Minder, Mistral, Nasse, Roos, Seibel, Volkoff ;
- Bureau d'études statistiques : M.M. Lebart, Rouault, Volle, Laganier, Zighera.

7) Autres

- ANRT, ANVAR, ANVIE (M.M. Lory, Ribes, Senhaji), Descartes (M. Guillaume), OFTA (M. Dupuis), MSH (M. Heller, Mme Gentot), OCDE (M. Chesnais), Royaumont, UNESCO, ISPRA, SYNTEC, BDF (Bibliothèque de France : M.M. Stiegler, Giffard, Gattegno).

DIRECTION GÉNÉRALE
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE

MINISTÈRE
DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE



Département des sciences de
l'homme et de la société

Paris, le

Réf. BG/RHA/232

SEMANTIQUE, STATISTIQUE ET
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Objet : Mission sur les apports réciproques des sciences cognitives et des sciences sociales et sur les perspectives d'extension et d'application de ces recherches interdisciplinaires

Les "sciences cognitives" au sens large (y compris l'intelligence artificielle) sont au carrefour de quatre départements du CNRS : sciences de la vie (neurosciences, psychologie cognitive, réseaux de neurones), sciences de l'homme et de la société (psychologie, linguistique, philosophie) sciences pour l'ingénieur (intelligence artificielle, informatique) et mathématiques (logique, théorie des langages et des systèmes dynamiques, mathématiques de la "complexité"). Si on peut opposer les sciences de l'homme au sens strict (psychologie, anthropologie, linguistique) aux sciences sociales (économie, droit, sciences politiques, histoire, sociologie), parties substantielles des premières appartiennent aux sciences cognitives. Elles sont donc entraînées par leur essor. Par contre l'extension de l'interdisciplinarité aux sciences sociales semble plus difficile. Quant aux perspectives d'applications commercialisables elles semblent limitées aux applications biomédicales d'une part et computationnelles d'autre part (systèmes experts, industries de la langue, interaction homme-machine, etc) sans impliquer vraiment les sciences sociales.

D'autre part, les outils mathématiques généraux (logique formelle, linguistique mathématique, réseaux de neurones formels, intelligence artificielle, statistique des milieux désordonnés et mathématiques de la complexité) qui ont été féconds pour les sciences cognitives ne semblent pas avoir révolutionné les méthodes d'interrogation, de recueil et d'analyse des données et de traitement des statistiques qui conditionnent le progrès des sciences sociales parce qu'elles en sont les techniques auxiliaires.

La partie "bilan" de la mission consistera à vérifier que ces deux diagnostics se recoupent et convergent. La partie "proposition" de la mission consistera à définir des mesures qui corrigent le cumul des deux handicaps pour la recherche en sciences sociales dans notre pays.

I - Un double handicap français

1) Le faible poids relatif des contributions des sciences de l'homme et de la société aux appels d'offres et aux colloques de sciences cognitives n'est pas conforme aux ambitions initiales des actions lancées pour combler le retard de notre pays en ce domaine. Les disciplines (psychologie, linguistique, "neurosciences") qui privilégient l'étude de l'individu l'emportent sur celles dont les objets sont les "propriétés émergentes" dans les collectivités humaines (sociologie, droit, sciences politiques, économie). On ne constate pas la même évolution à l'étranger (USA, Grande-Bretagne, Allemagne, Hollande) et la confrontation entre sciences humaines et sciences sociales y semble féconde.

2) Le développement des sciences cognitives au sens large (y compris intelligence artificielle) aux Etats-Unis s'accompagne du perfectionnement de méthodes mathématiques (verres de spin, réseaux de neurones, auto-organisation) et informatiques (intelligence artificielle, systèmes experts, représentations des connaissances, etc.) qui laissent espérer des progrès substantiels dans les traitements en masse de phénomènes individuels, traitements qui intéressent les méthodes d'investigation de la réalité sociale collective : administration de questionnaires, fabrication de classifications et de typologies, interprétation de réponses "libres" en langage naturel, extraction de significations agrégées à partir de bases de données en langage déclaratif dont la finalité n'est pas directement statistique, etc. D'un autre côté, on peut diagnostiquer un certain retard de la France dans la recherche en méthodologie statistique au sens strict.

Les retombées des sciences cognitives (y compris intelligence artificielle) semblent donc insuffisantes sur la recherche en sciences sociales et sur les techniques auxiliaires, notamment statistiques, en amont (enquêtes) ou en aval (exploitation statistique des bases de connaissance des systèmes experts).

II - Une action vers les sciences sociales et les statistiques mobilisant les outils formels développés par les sciences cognitives

Comment y remédier ?

1) Dans la dynamique des sciences il convient de stimuler les sciences sociales grâce à la formalisation mathématique (logiques classiques et non classiques, linguistique mathématique, sémantique formelle, grammaires génératives, etc.), grâce aux confrontations internationales, grâce aux transferts industriels ("industries de la langue", représentation des connaissances, systèmes experts, etc.) et grâce à l'observation et à l'expérimentation empiriques.

2) Il faut également renouveler les techniques d'ingénieur en amont pour augmenter l'efficacité de toute la chaîne. Mais le progrès des techniques formelles d'agrégation est susceptible d'améliorer la formalisation à l'intérieur des sciences sociales. Enfin, de vastes fichiers et des bases de connaissances en langage naturel sont de plus en plus des sous-produits de l'activité ordinaire des institutions et des entreprises. Ces masses de données énormes ne sont pas organisées a priori et leur finalité n'est pas la connaissance statistique, a fortiori scientifique. Néanmoins, l'intelligence artificielle permet d'espérer extraire, par des méthodes de traitement de masse, des significations agrégées de ces données dont l'intérêt scientifique est à évaluer. Enfin, ces mêmes méthodes intéressent les industriels dans les interfaces homme-machine pour les bases de connaissance et les systèmes experts.

3) Les obstacles à l'extension de l'interdisciplinarité aux sciences sociales et aux applications industrielles semblent se regrouper en trois catégories de problèmes :

- problème de la signification, de la sémantique, de l'interprétation et de manière générale de la rationalité (problème dit ici "sémantique") ;
- problème du collectif, du grand nombre, de l'agrégation, de l'émergence des différents niveaux d'organisation (problème dit ici "statistique") ;
- problème de l'ingénierie des sciences cognitives et donc de la place de l'informatique théorique et de l'intelligence artificielle (problème dit de "l'intelligence artificielle").

Il s'agit également d'adopter une démarche expérimentale soit par des observations (psychologie économique, apprentissage dans les passages de questionnaires, maîtrise des champs morphosémantiques), soit par des simulations, où on utilise d'ailleurs les mêmes techniques (traitements de masse, chaos déterministes, auto-organisation, etc.).

III - Contenu de la mission

1) Bilans

a) Les hypothèses d'interfécondations inégales et insuffisantes sont à vérifier :

- dans le champ scientifique, plus particulièrement du côté des sciences sociales,
- dans le domaine de la technique (notamment statistique) et de la valorisation industrielle.

b) Comment se réalise l'articulation entre sciences cognitives (y compris intelligence artificielle) et sciences de l'homme et de la société dans les autres pays ?

c) Quelles sont les institutions (éventuellement étrangères) qui seraient susceptibles de rentrer dans un dispositif incitatif (à définir) qui aurait pour buts d'entraîner la recherche en sciences humaines et sociales et de valoriser industriellement les résultats ?

2) Les propositions et leur mise en oeuvre

a) Sélectionner les thèmes et pressentir les partenaires d'une coopération volontariste.

b) Préciser et négocier les modalités juridiques, scientifiques, institutionnelles et financières de cette coopération.

c) Articuler cette coopération avec les autres entreprises semblables ou voisines aux échelles nationale, régionale, européenne et internationale.

