

Recherche publique et coopérations industrielles dans le secteur informatique¹.

RAPPORT DE SYNTHÈSE (extrait)²

juin 1999

L'objet de ce document est d'analyser les forces et les faiblesses du secteur public de recherche dans l'optique d'un développement industriel en France des technologies du logiciel. Nous y joignons quelques propositions de la seule initiative de SPECIF.

Ce document diffusé par SPECIF est un extrait du rapport de synthèse. Il présente tous les éléments généraux du rapport. Les éléments ou exemples relatifs à des laboratoires ou unités en particulier ne figurent pas.

Plan du document

Résumé	<i>page 2</i>
I Le paysage national	
I.1 La structure du secteur : un fort développement de l'enseignement mal accompagné en recherche	<i>page 3</i>
I.2 La place du secteur dans le BCRD : une part modeste qui progresse lentement	<i>page 13</i>
I.3 Profil des unités et laboratoires	<i>ne figure pas dans l'extrait</i>
II Les relations industrielles	
II.1 Valorisation et transfert, sociétés de technologie, laboratoires communs.	<i>ne figure pas dans l'extrait</i>
II.2 Les thèmes des collaborations industrielles	<i>page 16</i>
II.3 Commentaires des laboratoires	<i>page 18</i>
III Commentaires et Propositions	
III.1 Analyse des chiffres et des structures	<i>page 19</i>
III.2 Identification des freins dans le secteur public au développement de l'industrie du logiciel	<i>page 21</i>
III.3 Propositions structurelles	<i>page 24</i>
III.4 Suggestions thématiques	<i>page 26</i>

¹ L'origine de ce document est une enquête commandée par la Direction de la Technologie à l'association SPECIF, préalablement au lancement d'un Réseau de Recherches sur les technologies Logicielles. Les résultats de cette enquête couvrent 90 % de la population concernée.

² Un dossier détaillé est consultable à la Direction de la Technologie.

Résumé

Ce document concerne uniquement la recherche publique française. Les aspects internationaux et le versant industriel font l'objet d'autres études.

L'étude cible les sciences et technologies du logiciel³, que nous désignerons pour faire court par informatique. Le secteur des composants électroniques est hors du champ. Nous nous sommes focalisés sur les organismes ou les communautés dont l'objet principal des recherches est le développement de logiciels⁴.

La recherche informatique publique mobilise 3000 chercheurs⁵, 2000 doctorants et 800 ingénieurs, techniciens ou administratifs.

Les deux tiers des 2200 universitaires du domaine ont été nommés depuis 1987 pour les besoins de l'enseignement, alors que les moyens spécifiques à la recherche n'augmentaient que d'une vingtaine de chercheurs et une quinzaine d'ITA-IATOS par an. Il en résulte

- Une structuration du paysage national, aux deux tiers provincial, en deux types de laboratoires :

 - Ceux tirés par la recherche, où l'INRIA ou le CNRS jouent un rôle structurant.

 - Ceux tirés par l'enseignement, qui totalisent un millier de jeunes universitaires.

- Une faible pénétration du CNRS : cet organisme est deux à trois fois moins présent au sein de l'université en informatique que dans l'ensemble des sciences.

- Une pénurie de moyens en ITA-IATOS :

 - + Au CNRS, les unités d'informatique associées⁶ ont un taux d'ITA-IATOS par chercheur moitié du taux moyen de l'ensemble des secteurs scientifiques⁷.

 - + Les unités associées à l'INRIA, les mieux loties, ne font qu'atteindre ce taux moyen du CNRS.

L'informatique représente près de 5% des universitaires, mais 3% seulement du BCRD, où elle ne progresse que peu ou pas (par exemple l'INRIA, seul organisme dédié au secteur, voit sa dotation alignée sur le PIB depuis 1992) .

A part à l'INRIA, le bilan des start-up demeure très faible, malgré quelques initiatives naissantes. La plupart des contrats industriels des laboratoires sont montés autour d'une thèse. En l'absence d'une politique ambitieuse, ils ne contribuent pas au développement d'une industrie du logiciel.

³ Edition, production associée de biens et de services.

⁴ L'étude y gagne en lisibilité et en fiabilité, mais il est entendu que dans un secteur aussi diffusant que l'informatique, les actions qui seront menées devront mettre en symbiose des compétences venues de multiples horizons.

⁵ 2200 universitaires, 300 chercheurs CNRS, 300 chercheurs INRIA, 200 chercheurs ou assimilés d'autres organismes publics (CEA, ONERA, Grandes Ecoles,...). Ces chiffres sont arrondis à 10% près, compte-tenu des flous de frontières. Le détail de l'enquête précise les points de vue et les chiffres.

⁶ Dans le texte, nous employons toujours ce terme au sens large. Pour le CNRS, il recouvre les notions d'UPR, UMR, UPRESA.

⁷ Voir tableau page 7, avant-dernière colonne.

I Le paysage national

I.1 La structure du secteur :

*Un fort développement de l'enseignement
mal accompagné en recherche*

Le paysage national : Un cercle tiré structuré par la recherche, un cercle tiré par la formation.

La structuration géographique est forte, avec un bon équilibre Paris - Province :

Le cercle recherche

Deux grand bassins d'attraction

- Ile-de-France 31 %
- MidiPyrénées - RhôneAlpes - ProvenceCôte d'Azur 36 %

Deux pôles d'équilibre

- Bretagne 6,5 %
- Lorraine 6,5 %

Le cercle formation

Un tissu national, tiré par les besoins de l'enseignement supérieur
(1/3 des universitaires)

- autres régions 20 %

L'informatique est un facteur d'aménagement du territoire scientifique. L'Ile-de-France représente moins d'un tiers des forces, moins que les abords méditerranéens, tirés par une volonté de développement concerté des industries de haute technologie. On remarque le rôle l'INRIA en matière d'aménagement du territoire, car seule une politique volontariste de sites pouvait créer les pôles d'équilibre de l'Ouest (développement de la Bretagne) puis de l'Est (reconversion industrielle)⁸.

Les grandes lignes de cette structuration datent de quinze ans. Le phénomène nouveau est le développement des besoins de formation, qui ont fait plus que tripler le nombre d'universitaires depuis, faisant apparaître ce second cercle, le cercle formation.

Au niveau des laboratoires, les deux cercles s'affinent comme suit

Cercle recherche :

- les laboratoires associés à l'INRIA
- les gros laboratoires associés au CNRS : la fédération IMAG⁹ à Grenoble, le LAAS et l'IRIT à Toulouse, le LIMSI et le LIP6 sur Paris, le LIRMM à Montpellier.

⁸ Parmi les points faibles, l'eurorégion nord, très peuplée et développée, risque d'être abandonnée aux nations voisines.

⁹ Il convient d'y ajouter l'ICP (UPRESA CNRS) et TIMA (USR CNRS), qui ne sont pas dans l'IMAG mais qui font partie de la « galaxie grenobloise ».

- les laboratoires des grandes écoles associés au CNRS ou à l'INRIA, où les effectifs en étudiants sont stables (les ENS, X, Télécom, Supélec associés au CNRS, Mines et Ponts associés à l'INRIA).

Cercle enseignement :

Les 42 laboratoires purement universitaires¹⁰ et les 17 laboratoires associés au CNRS restants¹¹.

Le tableau ci-dessous montre que le cercle recherche associe 670 ITA & IATOS à 960 universitaires, et le cercle enseignement 140 ITA & IATOS à 1220 universitaires.

	<i>nb abos</i>	<i>Ens-cherch</i>	<i>cherch CNRS</i>	<i>cherch INRIA</i>	<i>cherch autres organis</i>	<i>doctos rants</i>	<i>ITA & IATOS</i>
<i>cercle recherche</i>	25	960	240	280	200	1330	670
<i>cercle enseignement</i>	59	1220	60			690	140

Par organisme, on obtient le tableau synthétique suivant

type de labo	<i>nb</i>	<i>Ens-cherch & autres</i>	<i>cherch CNRS</i>	<i>cherch INRIA</i>	<i>doctos rants</i>	<i>ITA & IATOS</i>	<i>budget hors salaire</i>	<i>dont industrie</i>	<i>création entreprise en activ.</i>	<i>création emplois recher¹²</i>
<i>univ</i>	42	665			420	40	21 MF	10	5	15
<i>CNRS</i>	37	1415	300 ¹³		1350	460 ¹⁴	203	91	20	60
<i>INRIA</i>	5	346 ¹⁵		277 ¹⁶	570 ¹⁷	310 ¹⁸	155	29	26	800
<i>Autres¹⁹ 200 chercheurs ou assimilés, financés pour moitié sur contrats, 30 emplois créés</i>										

La *carte des chercheurs* page 5 donne la répartition des chercheurs ou enseignants-chercheurs *pondérés*²⁰ statutaires de l'Université, du CNRS et de l'INRIA, et des

¹⁰ Ce sont les laboratoires détaillés page 18

¹¹ Ce sont les 14 « unités CNRS mixtes ou associées » de la page 17, et les 3 unités non grenobloises « sans réponse complète à l'enquête » de cette même page.

¹² Estimation

¹³ 300 chercheurs en informatique sur 382 dans les labos relevant de l'enquête. 76 chercheurs INRIA sont en outre dans les unités sous triple tutelle univ-CNRS-INRIA (Rennes et Nancy principalement)

¹⁴ dont 310 ITA CNRS et 150 IATOS univ, et plus 80 ITA INRIA pour les unités à triple tutelle.

¹⁵ Dont 200 déjà répertoriés dans les unités CNRS.

¹⁶ Personnel participant aux projets de recherches.

¹⁷ La plupart des doctorants sont inscrits à l'université, et beaucoup sont donc comptabilisés sur la ligne des universités.

¹⁸ Dont 21 IATOS univ, et plus 28 ITA CNRS.

¹⁹ Estimation (Mines, Ponts, CEA, ONERA ou autre EPIC)

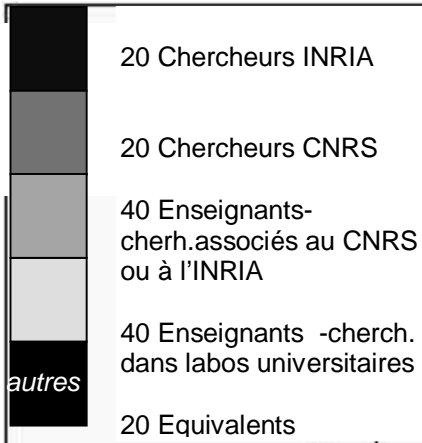
²⁰ Dans cette enquête, nous analysons les chiffres de deux points de vue. Le premier comptabilise le personnel de recherche, en considérant un enseignant chercheur au même titre qu'un chercheur CNRS ou INRIA. Nous considérons aussi le potentiel de recherche en comptabilisant les enseignants - chercheurs pour leur seul mi-temps recherche

équipes de différents organismes qui mènent des recherches que l'on peut ranger sous le label informatique, en ce que leurs recherches sont assez génériques pour donner lieu à des méthodes ou des progiciels dépassant une application donnée. C'est le cas d'équipes totalisant 200 équivalents chercheurs ou ingénieurs de recherche au CEA(LETI) (Saclay et Grenoble), ONERA (CERT, Toulouse), Mines (Fontainebleau et Sophia avec l'INRIA), Ponts (CERMICS, Marne et Sophia, laboratoire commun à l'INRIA) et autres organismes.

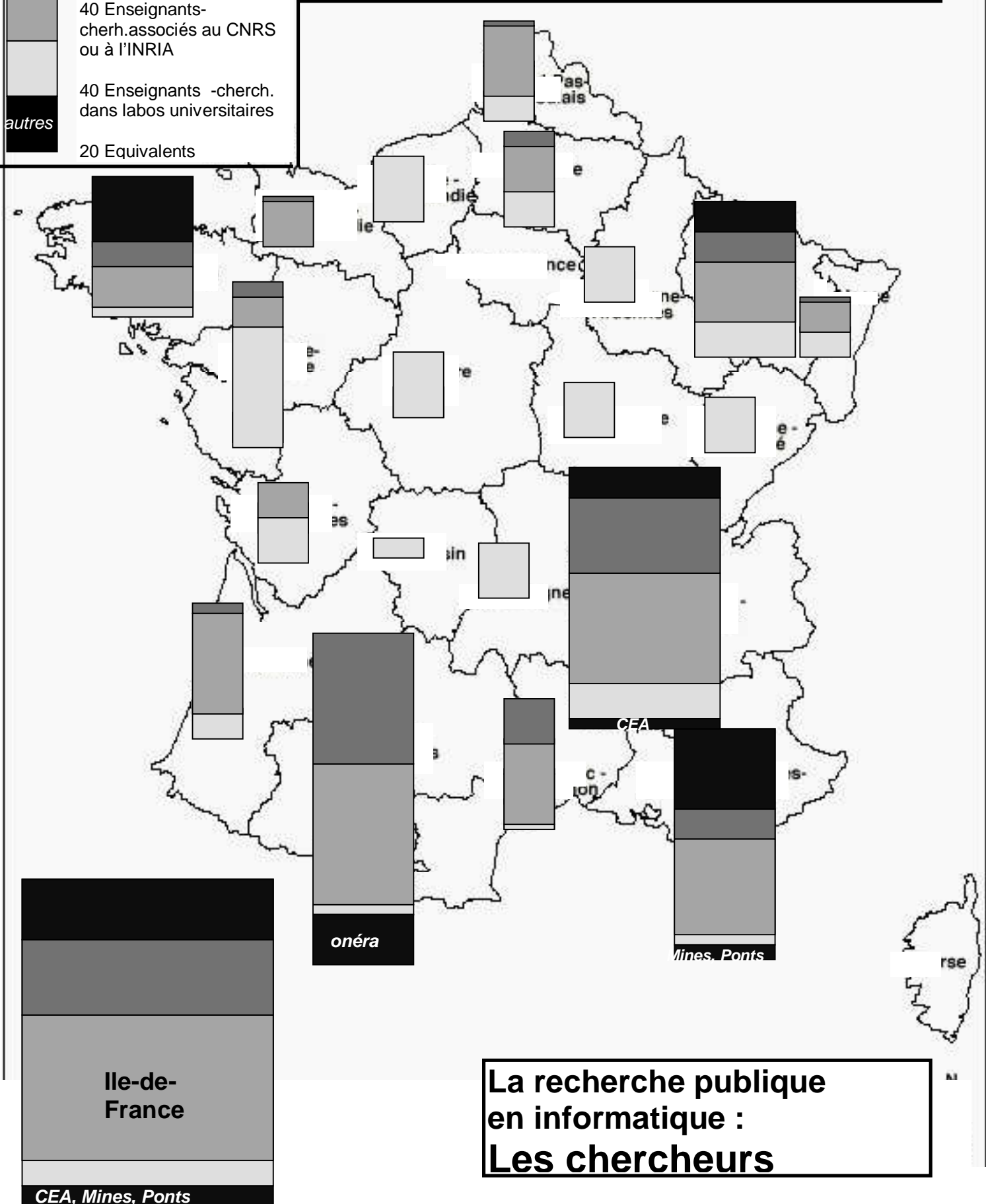
Les tableaux des pages 16 à 18 détaillent les profils par unité ou laboratoire.

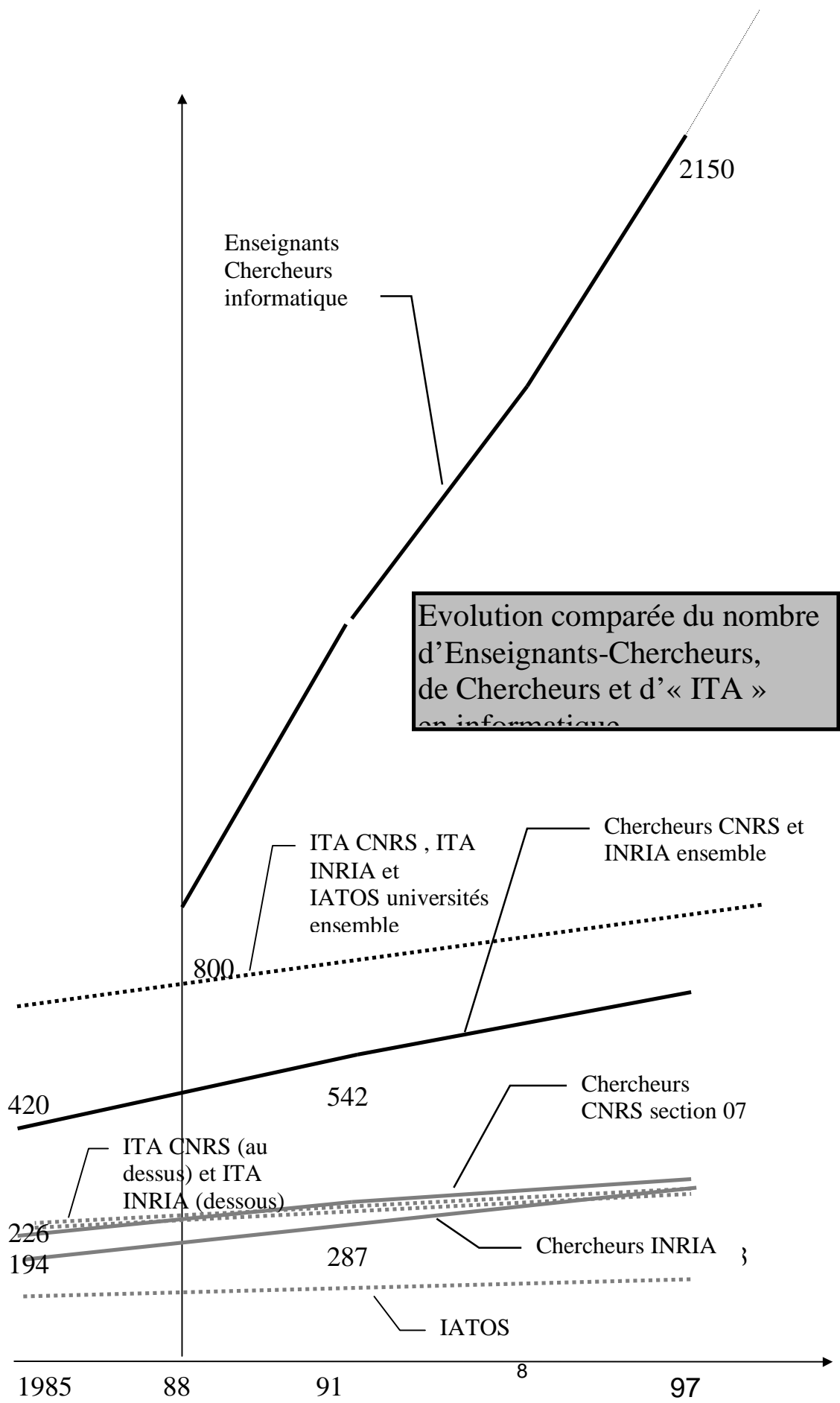
Le graphique page 6 illustre le contraste entre l'évolution rapide des postes d'universitaires et la faible progression des autres personnels de la recherche

La *carte des chercheurs et ITA* page 11 met en relief les disparités entre les deux cercles en accompagnement ITA-IATOS.



Le niveau de gris permet de déterminer l'organisme d'appartenance des chercheurs. La surface permet d'en déterminer le nombre, selon l'échelle donnée par la légende. *Un enseignant-chercheur compte pour moitié.*





La faible pénétration du CNRS.

On compte moins d'un chercheur CNRS pour 7 universitaires en informatique²¹, alors qu'il y a un chercheur CNRS pour 3 universitaires dans l'ensemble du secteur scientifique²². Cette disparité se retrouve dans la structure des unités CNRS, où on recense 1 CNRS pour 4 universitaires en informatique, à comparer avec 1 CNRS pour 1,5 universitaire dans l'ensemble du secteur scientifique.

La pression aux concours CR2 corrobore ces chiffres. Depuis dix ans, la section 07 détient le record du nombre de candidats par postes. Cette année encore, la pression en section 07 dépasse le double de la moyenne.

- 110 candidats pour 4 postes (non fléchés) de CR2 en section 07
(27 candidats par poste)
- 2457 candidats pour les 40 sections sur 200 postes CR2 non fléchés
(12 candidats par poste)

Le département SPI, par ses miracles au quotidien, amortit la réalité des chiffres. Mais le problème de l'évolution globale du CNRS est posé.

<i>Secteur</i>	<i>Chercheurs CNRS</i>	<i>Enseignants-Chercheurs et autres</i>	<i>ITA (CNRS)</i>	<i>autres Techniciens Administr.</i>	<i>soutien ITA-IATOS par cherch. ou E-C.</i>	<i>soutien ITA-IATOS par cherch. ou EC pondérés</i>
<i>Sc. Chimiq.</i>	2120	2212	1501	926	0,56	0,75
<i>SDV</i>	3277	2739	2632	1815	0,74	0,96
<i>SPM</i>	1620	3070	1197	740	0,41	0,61
<i>SPI</i>	1293	4067	1265	1336	0,49	0,78
<i>ensemble</i>	8310	12088	6595	4817	0,56	0,80
<i>informatique selon CNRS</i>	374	1393	313	241	0,31	0,52
<i>informatique selon enquête</i>	382	1415 + 76 INRIA	310	229,5 dont 80 INRIA	0,29	0,48

²¹ Environ 300 des 330 chercheurs de la section 07 du CNRS, pour 2200 universitaires en informatique. L'ensemble de la section 07, qui couvre aussi l'automatique et le traitement du signal, représente moins de 1 chercheurs pour 10 universitaires du même secteur (section 27 et section 61).

²² 8310 chercheurs pour 24000 à 25000 universitaires dans le secteur scientifique (source DES).

L'INFORMATIQUE AU CNRS

L'informatique au CNRS dépend du département SPI et se confond en première approximation avec la Section 07 : Sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, traitement du signal).

Des corrections sont à apporter : la Section 07 correspond plus précisément à la réunion des sections 27 et 61 du CNU. Mais sur 330 chercheurs en section 07, près de 300 relèvent en tout ou partie de l'informatique, une trentaine seulement appartiennent à des unités essentiellement TDSI ou automatique.

Nous avons recensé 382 chercheurs CNRS dans les laboratoires concernés par l'enquête. Il se répartissent en

300 chercheurs 07

20 chercheurs de la section 01 (Mathématiques et outils de modélisation)

15 linguistes, sociologues, biologistes venant d'autres sections sont impliqués dans des recherches interdisciplinaires

45 chercheurs en électronique ou autres sections (mécanique), liés à l'interdisciplinarité structurelle de certaines unités.

Comme dans l'ensemble des disciplines, le CNRS attribue aux unités un peu moins d'un ITA pour un chercheur. L'intervention du CNRS dans le tissu universitaire informatique est donc cohérente. Mais elle est faible.

L'INFORMATIQUE A L'UNIVERSITE

Les 47 000 Universitaires (Professeurs et Maîtres de Conférences) se répartissent en 75 sections du CNU. La section d'informatique est la plus nombreuse (2200 titulaires ou stagiaires début 98, avec une croissance de 150 par an). La classification est importante, car le CNU est l'organe national de qualification (droit à postuler comme Maître de Conférence ou Professeur, mais aussi reconnaissance symbolique d'appartenance à une communauté) et de promotion par ses pairs (la moitié des promotions sont maintenant gérées au niveau des établissements, mais la promotion par le CNU demeure la voie « noble »).

- *Section 27 Informatique*

C'est « la » section d'informatique. Ses contours sont très larges. Il vont des systèmes d'information à la logique, de l'ingénierie de la langue à la cryptographie, du génie logiciel à la complexité algorithmique ...

- *Section 61 Génie informatique, automatique et traitement du signal*

L'informatique au service de la production industrielle (productique) en est la partie concernée par l'enquête.

- *Modélisation et simulation numérique*

partie de la section 26 *Mathématiques appliquées et applications des mathématiques*

La section 27 partage avec la 61 des *frontières scientifiques traditionnelles*, qui posent des problèmes d'appartenance.

* C'est principalement le cas de l'analyse d'image. Quand l'analyse est de bas niveau (i. e. un signal traité indépendamment de son contenu sémantique), il ressort de la 61; quand il est de haut de niveau (analyse sémantique), il ressort plutôt de l'informatique.

* La logique floue, le neuronal, penchent plutôt du côté de la 61 (l'application paradigmatique étant le contrôle pour le flou et l'analyse de signal pour le neuronal).

* La robotique.

* Le génie logiciel et les réseaux en contexte de production industrielle. La recherche générique est plutôt en 27, la mise en oeuvre en contexte productique de méthodes informatiques de pointe est plutôt de l'ordre de la 61. Les labos de 61ème section ont ainsi beaucoup de contrats industriels dans le secteur de production qui concernent la technologie objets ou multi-agents.

* Parfois avec la section 25 (mathématiques) pour les rapports entre logique et programmes, preuve et logiciel certifié.

* Parfois avec la section 26 pour la modélisation et simulation numérique, selon que la plus value porte sur la modélisation et la résolution numérique ou sur la mise en oeuvre informatique.

* La section linguistique pour les problèmes d'ingénierie de la langue.

Il naît de *nouvelles frontières*

* Avec les sciences cognitives (sûreté de fonctionnement dans le couplage homme-machine, intelligence artificielle et intelligence, vie artificielle (modélisation multi-agents).

* Avec l'économie (intelligence économique, gestion de crise, fouille de données, systèmes d'informations, commerce électronique).

Une quinzaine de conventions CIFRE d'informatique ont été passées ces 3 dernières années avec des labos de sciences cognitives ou des écoles de commerce.

Il n'y a encore aucun lien de recherche avec la Section 71 Sciences de l'information et de la communication, celle-ci étant tournée vers le contenu (publicité, journalisme).

La section d'informatique (27) est d'origine mathématicienne, alors que la section 61 est d'origine physicienne. Elles sont regroupées dans des associations différentes (SPECIF pour l'informatique, le club EEA pour la section 61, qui réunit aussi les électroniciens et électrotechniciens). La nouvelle association ASTI a l'ambition de créer une grande société savantes regroupant ces deux communautés ainsi que les industriels des technologies de l'information et de la communication.

La pénurie d'Ingénieurs, Techniciens et Administratifs

Le tableau page 7 montre que dans les unités d'informatique associées au CNRS, un chercheur (CNRS ou universitaire non pondéré) dispose de 0,3 ITA, contre presque 0,6 dans l'ensemble des secteurs scientifiques du CNRS.

Ce taux de 0,6 est celui des unités associées à l'INRIA (page 12, premier tableau, première colonne).

Pour les enseignants-chercheurs dans les laboratoires universitaires (non CNRS), on sombre dans l'homéopathie : un IATOS dédié à la recherche pour 15 enseignants-chercheurs (page 12, premier tableau, première colonne).

Les tableaux page 12 détaillent les moyens par chercheur et type de laboratoire.

Le nombre prépondérant d'universitaires dans la recherche informatique, et le fait que cette dernière se soit développée dans une période figée en matière d'IATOS, expliquent à l'évidence cette indigence. Le CNRS est cohérent : il y a en informatique comme ailleurs un peu moins d'un ITA CNRS par chercheur CNRS. Mais comme le taux de chercheurs CNRS est très faible, le taux d'ITA aussi.

Il importe de comprendre qu'en informatique comme dans la plupart des secteurs scientifiques il faut mener des « expériences de laboratoire ». Celles-ci consistent à élaborer des maquettes logicielles fonctionnelles. Cette activité, inhérente à l'activité de recherche, exige des moyens en ingénieurs. Si ce chaînon manque, il ne peut y avoir d'ambition scientifique, donc pas d'ambition ni technologique ni de transfert.

On constate d'ailleurs dans cette enquête la corrélation entre la capacité à influencer le monde de la R&D, la capacité à créer finalement des emplois, et les moyens en infrastructures et en ITA dédiés à la recherche.

Indicateurs humains et financiers des différents types de laboratoires

Indicateurs par chercheur (un chercheur ou un universitaire compte pour 1)

type labo	ITA -IATOS permanents et contractuels	Doctorants	Budget hors salaires d'état	Budget hors tous salaires	UE	Indus	UE + Indus	CIFRE pour 100 cherch
INRIA propre	0,6	0,7	238	146	40	43	83	2
INRIA site univ	0,6	0,9	160	100	25	35	60	5
<i>moyenne pour les unités INRIA</i>	<i>0,6</i>	<i>0,8</i>	<i>198</i>	<i>122</i>	<i>32</i>	<i>39</i>	<i>71</i>	<i>3</i>
UPR CNRS	0,5	0,6	170	148	30	76	106	4
CNRS Gr Ecoles	0,2	1,1	159	148	5	77	82	7
Grandes U. CNRS	0,3	1	114	103	25	55	80	4
autres U. CNRS	0,15	0,4	65	60	13	25	38	4
<i>moyenne pour les unités CNRS</i>	<i>0,26</i>	<i>0,7</i>	<i>111</i>	<i>100</i>	<i>19</i>	<i>50</i>	<i>69</i>	<i>4,5</i>
Gro. U univ	0,06	0,7	28	26	0,5	15	15,5	6
Petites U univ	0,1	0,7	41	34	9	16	25	2
<i>moyenne pour les labos univ.</i>	<i>0,07</i>	<i>0,7</i>	<i>32</i>	<i>28</i>	<i>3</i>	<i>15</i>	<i>18</i>	<i>5</i>
moyenne générale	0,3	0,7	118	93	19	41	60	4

Indicateurs par chercheur pondéré (un universitaire compte pour 0,5)

type labo	ITA -IATOS permanents et contractuels	Doctorants	Budget hors salaires d'état	Budget hors tous salaires	UE	Indus	UE + Indus	CIFRE pour 100 cherch
INRIA propre	0,7	0,8	285	175	47	52	99	2
INRIA site univ	0,9	1,3	232	144	36	50	86	7
<i>moyenne pour les unités INRIA</i>	<i>0,8</i>	<i>1</i>	<i>260</i>	<i>161</i>	<i>42</i>	<i>51</i>	<i>93</i>	<i>4</i>
UPR CNRS	0,7	0,9	251	219	44	113	157	6
CNRS Gr Ecoles	0,4	1,7	243	228	7	119	126	11
Grandes U. CNRS	0,5	1,7	191	172	41	92	133	7
autres U. CNRS	0,3	0,8	119	111	25	45	70	8
<i>moyenne pour les unités CNRS</i>	<i>0,4</i>	<i>1,2</i>	<i>185</i>	<i>168</i>	<i>32</i>	<i>84</i>	<i>116</i>	<i>8</i>
Gro. U univ	0,1	1,4	56	52	1	30	31	11
Petites U univ	0,2	1,4	82	68	18	32	50	4
<i>moyenne pour les labos univ.</i>	<i>0,15</i>	<i>1,4</i>	<i>64</i>	<i>58</i>	<i>6</i>	<i>31</i>	<i>37</i>	<i>9</i>
moyenne générale	0,5	1,2	190	149	31	66	97	7

I.2 La place du secteur dans le BCRD

Une part modeste qui progresse lentement

L'informatique représente 3 % du BCRD

Ce chiffre évalue la proportion de chercheurs du secteur dans les EPST, EPIC et fondations émergeant au BCRD. Les personnes étant plus faciles à identifier que les flux financiers à travers les divers organismes, cet indicateur est une bonne approximation de l'effort financier²³.

COMPARATIF EN CHERCHEURS	tous secteurs	secteur informatique	% du secteur informatique
CNRS	11470	sect 07 ²⁴ : 333	3 %
Autres EPST	5610	INRIA 346 autres EPST ²⁶ 40	
CEA	7500	70	
autres EPIC, fondations ²⁵	4000	90 ²⁷	
<i>Total</i>	28580	877	3%

Le développement du secteur demeure modeste

Depuis le début de la décennie, l'effectif des personnels de recherche du secteur a cru de 30 %.

L'INRIA, seul organisme dédié à l'informatique, a cru légèrement plus que la part informatique du CNRS. Durant cette période, les CP de l'institut n'ont augmenté que de 24 %, ce qui ne correspond qu'à 1% par an en pouvoir d'achat.

EVOLUTION DES EFFECTIFS DU SECTEUR (hors universités) de 1990 à 1998			
	Informatique		Ensemble de la recherche
INRIA :	chercheurs	+ 36 %	
	ITA	+ 29 %	
CNRS :	chercheurs	+ 27 %	+ 5 %
	ITA	+ 29 %	- 4 %
Ensemble		+ 30 %	

Deux lectures de ces chiffres sont possibles.

Une lecture « optimiste » mettra en évidence l'effort fourni dans un contexte global (et international) de stagnation de la recherche. Par exemple, le budget total du CNRS n'a fait

²³ Dans la loi de Finances 1997, avec 341 chercheurs pour une dotation de 466 MF, l'INRIA représente 2 % des 17080 chercheurs des EPST pour 2,2 % de leur budget de 21,3 Milliards. Si l'on sort le CNRS du calcul pour ne garder que les établissements sectoriels, on obtient 6,3 % des chercheurs pour 5,9 % du budget. La part en personnel approxime donc bien, pour le secteur informatique, la part financière. Le raisonnement s'étend aux EPIC (hormis les lourds investissements du CNES).

²⁴ Voir l'encadré « l'informatique au CNRS ».

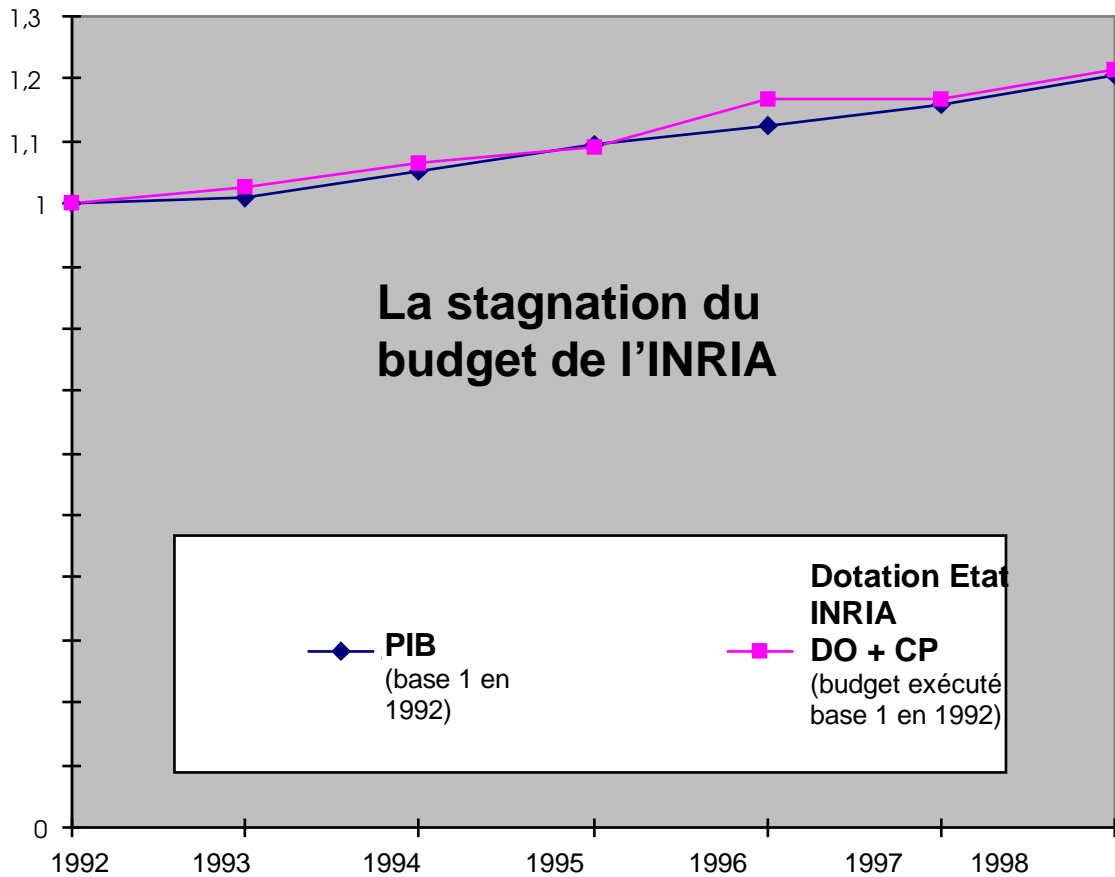
²⁵ Pour les EPIC, les ingénieurs et cadres de recherche sont assimilés à des chercheurs

²⁶ CEMAGREF, INRETS, INRA, INSERM

²⁷ ONERA (CERT), Mines (Sophia, Ile de France), Ponts (CERMICS) .

que suivre le PIB, cette évolution étant entièrement absorbée par l'augmentation de la masse salariale.

Une lecture « pessimiste » soulignera le caractère dérisoire de la progression face à l'importance de l'enjeu. D'autant que l'effort tend à s'amenuiser : depuis 1992, le budget de l'INRIA ne fait lui aussi que suivre le PIB. Cette stagnation contraste avec les prévisions du bureau du travail américain, qui table sur un doublement des emplois de recherche et développement en technologies de l'information et de la communication de 1998 à 2006 ²⁸.



²⁸ So irce : Ambassade de France aux USA, janvier 1998

II Les relations industrielles

L'informatique : un secteur particulier?

Le logiciel est une propriété intellectuelle qui se prête mal au dépôt de brevets, sauf quand il est enfoui dans un produit matériel (ce que les industriels producteurs de biens s'empressent de faire). Le LAAS en fournit une bonne illustration. Ce laboratoire phare du CNRS a une politique et une culture de relations industrielles. Ses recherches traversent l'informatique, l'automatique et l'électronique, de manière souvent originale dans le paysage français. Ce laboratoire a conclu 105 contrats industriels depuis 1994 qui ont donné lieu à 12 brevets. Aucun de ces brevets ne concerne l'informatique.

D'autre part, malgré les apparences californiennes, et bien que le « time to market » se réduise beaucoup en informatique, il ne faut pas négliger le temps nécessaire pour passer d'une maquette à la valorisation.

L'histoire des principaux transferts de l'IMAG²⁹ donne le tempo. Cabri-Géomètre, logiciel didactique de géométrie, a vendu sa première licence en 1989 à Nathan. En 1995 était négociée une licence mondiale avec Texas Instrument. Les recettes attendues pour 1999 dépassent les 7 MF, outre un important volet de soutien à la recherche. Dans le domaine du geste médical assisté par ordinateur, à partir d'un brevet déposé en 1992, une licence exclusive a été cédée à la société PRAXIM (dont l'Université Joseph Fourier est actionnaire) et les recettes attendues sont de 2 MF pour 1999. Pour le logiciel ADELE de gestion de configurations, après une première licence d'usage interne datant de 1988, a été négocié avec Dassault en 1995 un contrat d'intégration à CATIA, dont les recettes attendues sont de 1 MF en 1999 et qui a amené la constitution d'un laboratoire commun de recherches avec Dassault Systèmes. Dans tous les cas, les recherches amont remontent au début des années 80.

L'histoire des start-up de l'INRIA donne le même enseignement.

Il faut ajouter la lenteur du retour sur investissement (le remboursement des partenaires précédant le versement de redevances), l'imbrication des circuits financiers entre universités, CNRS, INRIA, filiales ou associations, et l'absence de tableaux de pilotage de beaucoup d'organismes. Au total, nous n'avons pas pu obtenir de bilan chiffré fiable. Mais il est prévisible que celui ci aurait été extrêmement décevant, en regard de la chimie par exemple. Il y a deux raisons à cela. La première est conjoncturelle et liée à la jeunesse du domaine, à son manque de moyens et peut-être de culture de valorisation. De fait, on trouve l'essentiel de la valorisation dans le cercle recherche décrit précédemment. La seconde raison tient à la nature de l'informatique, immatérielle et très orientée vers les services. La synergie entre chercheur, banquier et entrepreneur prend le pas sur une notion à sens unique de transfert allant de la science vers ses applications.

Enfin, il est difficile d'évaluer de façon objective les emplois réellement créés à partir des recherches des laboratoires. On ne peut que recenser les emplois existant actuellement dans les entreprises créées à partir de ces travaux. Ce recensement estime à environ 900 le nombre de ces emplois : 800 dans les entreprises issues des structures de transfert de l'INRIA (dont 400 à ILOG, 100 à Verilog et 100 à Simulog), 75 dans celles

²⁹ Grenoble est le berceau de l'informatique française et sa politique de transfert a fait l'objet d'un dossier approfondi dans notre enquête.

issues (pour la plupart très récemment) des laboratoires associés au CNRS ou universitaires, 30 à partir d'autres organismes.

II.2 Les thèmes des collaborations industrielles

Les fiches font références à la classification suivante, élaborée après dépouillement de l'enquête et analyse des actions.

0 al, ro *algorithmique, recherche opérationnelle*

Il s'agit souvent de transfert de savoir-faire. L'industrie est souvent « naïve » dans le domaine. Deux approches: L'approche combinatoire et structurelle, « dure », où on comprend les structures pour concevoir les algorithmes (sensibilité mathématique). L'autre approche, très en vogue, tourne autour des heuristiques probabilistes (tabou, recuit, algos génétiques) pour problèmes d'optimisation. La mise en oeuvre et l'ajustement empirique de paramètres priment.

1 fd, bd *fouille de données, bases de données*

Aspect générique des études sur les bases de données. Evolution à cause d'Internet vers le datamining, le datawarehouse. Domaine en effervescence où beaucoup de choses sont à faire : il s'agit de naviguer intelligemment dans d'immenses bases de données, et d'en extraire de la connaissance. Les données peuvent être multimédias. Ce thème contient en particulier les problèmes d'indexation.

2 si, ie *systèmes d'information, intelligence économique*

En gros, c'est la finalisation du thème précédent, en particulier sur le pilotage économique d'une entreprise, sur la gestion de crise. S'y ajoutent des considérations humaines et organisationnelles.

3 mm, ihm *multimédia, interfaces hommes-machines*

Le multimédia explose aussi à cause d'Internet, mais il s'agit plus ici du « dialogue homme-machine ». Les sciences cognitives sont partie prenante (transports, pilotage). Conception de bornes interactives. Aspects « utilisateur final » de la télé numérique.

4 rv, im *réalité virtuelle, image*

La réalité virtuelle est multimodale (sons, retour sur effort), mais l'image occupe le devant de la scène. Il s'agit de synthèse d'image en 2 ou 3D, qui donne l'illusion de la réalité, contrairement à la visualisation scientifique qui modélise pour prévoir. La réalité virtuelle a pour but de mimer, la conception virtuelle de modéliser. Domaine très actif. L'analyse d'image est elle traditionnellement partagée avec les chercheurs en traitement du signal, selon qu'on s'intéresse à un haut ou un bas niveau sémantique.

5 lan *langue*

Linguistique, industrie de la langue, traduction assistée, voire instantannée. L'activité y est faible par rapport aux applications futures.

6 pa *parole*

Partagée comme pour l'analyse d'image avec les techniques de traitement du signal. Mêmes remarques que pour la langue.

7 sdf, lc *sûreté de fonctionnement, logiciels critiques*

Domaine très actif et compétitif en France, tiré par les applications critiques (temps réel, systèmes embarqués, transports, nucléaire). Englobe la conception sûre de logiciels, la vérification-validation, le test, la certification, des aspects ergonomie. Le tatouage, la cryptographie, s'appuie sur de l'algorithmique élaborée.

8 re, mo *réseaux, mobilité*

Internet, Java. Réseaux satellitaires. Téléphone mobile. Architectures matérielles et logicielles de ces réseaux. Aspects génériques. *Ce domaine est au coeur du RNRT. On sent l'effet RNRT dans les activités récentes. Ces actions ont été répertoriées comme les autres.*

9 al, am *architecture logicielle, architecture matérielle*

CAO circuits, architectures spécialisées ou génériques, codesign.

10 ma, ia *multi-agent, intelligence artificielle*

L'IA a passé le flambeau à la modélisation multi-agent, IA distribuée, vie artificielle (le réactif supplante le raisonné ?). L'approche multi-agent est au coeur de la conception de services et application distribuées.

11 cv, ma *conception virtuelle, « maths applis »*

Modélisation, prototypage rapide, CAO, ingénierie concourante.

12 im *informatique médicale*

Tous aspects. Apprentissage, assistance du geste médical. Télé médecine. Aide aux handicapés, prothèses. Systèmes d'information médicale, réseaux santé.

Thèmes des conventions CIFRE du secteur informatique signées de 1996 à 1998

Répartition par thèmes

Types de laboratoires	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL
	al	fd	si	mm	rv	lan	pa	sdf	re	al	ma	cv	im	AU T R E S	
	ro	bd	ie	ihm	im			lc	mo	am	ia	ma			
<i>informatique CNRS, INRIA, université</i>	18	21	7	4	6	2	6	24	16	16	6	0	1	1	128
<i>informatique autres organismes & labs généralistes d'écoles</i>	1	4	2	3	1	1		1	1		1			1	16
<i>mathématiques appliquées</i>												15			15
<i>linguistique, éco-gestion, sciences de l'information</i>		4	8			4									16
<i>automatique et TDSI</i>		2	5		5	1			1				1		15
TOTAL	19	31	22	7	12	8	6	25	18	16	7	15	2	2	190
EN POURCENTAGE	10	16	12	4	6	4	3	13	10	8	4	8	1	1	

L'analyse a été faite sur le total des conventions du domaine INFORMATIQUE (224 conventions) et du domaine MATHS-RECH.OPERATIONNELLE (64), en retirant les sujets du domaine TDSI & automatique (50 environ), maths (40 environ) et divers.

Mobilité, devenir des doctorants.

La mobilité des personnels du secteur public vers l'industrie se réduit à quelques unités. Cela vaut pour tous les organismes.

En ce qui concerne les docteurs, 40 à 50 % d'entre eux partent dans l'industrie. Les laboratoires gèrent mal ce paramètre et notre estimation est faite sur la moitié des effectifs, avec de grosses disparités selon les laboratoires.

En gros, on peut considérer que 2000 étudiants sont en thèse et que la moitié bénéficient d'un support d'Etat (Allocations MENRT, bourses CNRS ou INRIA, conventions CIFRE), ce qui représente une forte majorité des doctorants français.

Au rythme actuel, 800 à 1000 d'entre eux partiront dans l'industrie et 500 dans la recherche publique et surtout l'enseignement supérieur. Le reste est constitué essentiellement d'étrangers temporairement en France.

Structure des contrats de recherche

Nous n'avons recensé que les contrats d'au moins 200 KF, financement industriel de doctorant compris. 90 % des contrats de recherche sont organisés autour d'une thèse. Le temps consacré par les permanents est faible. Le montant moyens est d'environ 400 KF. Une étude des histogrammes des montants en fonction des types de laboratoires n'a rien donné d'éclairant. On décèle une légère augmentation des montants moyens dans les grands laboratoires, mais peu significative au regard des incertitudes liées à la variété des modes de financements et de calcul. Et quand il y a politique scientifique suivie, elle se traduit souvent par un bouquet de contrats plutôt qu'un gros contrat cadre. Evidemment, les quelques gros contrats (plus de 1 MF) sont l'apanage de l'INRIA et des grands laboratoires CNRS.

II. 3 Commentaires des laboratoires

Ces commentaires sont une synthèse d'une enquête d'opinion envoyée à chaque laboratoire.

Les trois quarts des laboratoires universitaires considèrent que le transfert en informatique ne pose pas de problèmes particuliers. Cette proportion tombe à la moitié pour les unités CNRS. Cette différence s'explique par un niveau d'exigence différent, que l'on retrouve dans les motivations avancées. Dans le cas des labos universitaires, la politique de laboratoire est citée 1 seule fois comme motivation, alors que l'incitations des tutelles est citée 6 fois. Cette proportion s'inverse pour les unités CNRS (respectivement 9 et 1 citation). Autrement dit, il est facile d'avoir un contrat, difficile d'avoir une politique.

L'adéquation des structures publiques de transfert est jugée sévèrement, mais le manque de culture, voire de goût, de la communauté pour le transfert, est évoqué 4 fois.

La mauvaise reconnaissance de la part du CNU de la valorisation et des collaborations industrielles recueille une majorité des 3/4 . Ce n'est pas une surprise. La surprise viendrait plutôt du jugement nuancé du quart des réponses. Cette modération (toute relative) est justifiée : le CNU reconnaît tant bien que mal les collaborations industrielles quand les éléments d'évaluation sont fournis et quand il ne s'agit pas de facto de prestation de service.

4 laboratoires à forte composante CNRS font remarquer à juste titre que le CNRS intègre beaucoup mieux que le CNU la valorisation dans ses critères de promotion.

Les laboratoires n'ont pas donné leur taux d'encadrement en enseignement (quotient entre le potentiel EC et les besoins en enseignement) qui leur était demandé. Ceci n'est pas étonnant, cette information explosive reste confinée dans l'équipe dirigeante dans beaucoup d'établissements. Le sous encadrement en informatique n'en est pas moins notoire, comme le montrent les créations massives d'emplois d'enseignants chercheurs.

Les réponses sur le pourcentage de temps consacré à la recherche illustre le décalage entre la réalité et la norme. Les laboratoires universitaires ne se privent pas pour évaluer à 60, 65, 70, voire 85 % le temps consacré à l'enseignement, et à raison. Par contre, toutes les unités associées au CNRS répondent 50 % recherche, 50 % enseignement par peur de désassociation, alors que ces chiffres sont faux pour beaucoup d'entre elles (les unités associées au CNRS du cercle formation).

Le dramatique manque d'ITA -IATOS est évidemment dénoncé avec vigueur.

III Commentaires et propositions

Les commentaires et propositions avancés ici sont de notre seule initiative et de notre seule responsabilité.

Le secteur des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication met particulièrement en lumière la nécessité d'une profonde évolution de l'appareil de recherche. Mais nos propositions se cantonnent ici dans le cadre du projet de Réseau sur les Technologies du Logiciels. Nous suggérons la création d'une structure de coordination qui aide au montage de projets réunissant chacun une dizaine de chercheurs, de préférence à plein temps, d'horizons divers, pendant 3 ans, sur une logique d'objectifs. Une ingénierie en termes de mobilité, mise à disposition, détachement, valorisation des participants, mesures d'accompagnement, devrait être déployée afin de créer des synergies et de faire évoluer les usages sans changer le cadre réglementaire. D'une manière générale, la valeur du futur réseau résidera, à notre sens, dans sa capacité à mobiliser les compétences académiques et les initiatives industrielles sur une réelle logique de projets.

III.1 Analyse des chiffres et des structures

Nous résumons d'abord la situation en termes de ressources humaines, puis nous commentons la nature des contrats industriels. Nous tirerons les conséquences de ces deux points dans nos propositions.

Un secteur à la part modeste, au développement lent, sinistré en termes d'ITA-IATOS.

L'informatique ne représente que 3% de l'effort public de recherche, et elle progresse faiblement. L'INRIA, seul organisme dédié au secteur, voit sa dotation alignée sur le PIB depuis 1992. Du côté du CNRS, le mode de fonctionnement global de cet EPST le rend peu sensible à la demande sociale de recherche. Ainsi le CNRS est deux à trois fois moins présent au sein de l'université en informatique que dans l'ensemble des sciences.

En moyens en ITA-IATOS, l'INRIA est borgne au royaume des aveugles. On demande beaucoup à cet institut, qui fait beaucoup mais qui ne dispose que d'un taux d'ITA « moyen », et qui ne peut pallier l'indigence générale en la matière³⁰.

La moitié des universitaires se retrouvent dans une situation de pénurie en matière d'ITA-IATOS. Cette communauté est accaparée par l'enseignement et extrêmement jeune (les deux tiers des 2200 informaticiens ont été nommés depuis 1987). Or, dans un domaine en évolution permanente comme l'informatique, l'aiguillon de la recherche est nécessaire au maintien des compétences. Si des mesures structurantes ne sont pas rapidement prises pour la recherche universitaire, il se prépare pour les lustres à venir un gâchis de ressources humaines qui aura des répercussions graves jusque dans la qualité des filières de formation.

³⁰ Les universitaires en sont également responsables. N'ayant en informatique jamais disposé de moyens conséquents en ce domaine, une culture de résignation domine. Le cercle vicieux fonctionne.

Des contrats industriels trop ponctuels - le coût de l'ambition

Les indicateurs de la page 9³¹ doivent être discutés.

En volume de contrats industriels on constate que l'INRIA fait moins bien que le CNRS, et moitié des grandes unités CNRS. En contrepartie, l'INRIA a créé plus d'emplois industriels de recherche qu'il ne dispose d'emplois d'Etat, personnel de gestion centrale compris. L'INRIA parvient à influencer notablement les programmes internationaux. Une première explication de cette apparente contradiction est que l'INRIA ne tire pas les bénéfices comptables de ses actions de transfert. En effet, les activités transférables de l'INRIA cessent d'être développées en interne et font l'objet de start-up, ce qui fait sortir de l'institut les possibilités de contrats industriels gros et durables.

Une raison plus profonde est que volume contractuel ne reflète pas l'ambition d'une politique dans les technologies du logiciel. La réussite d'une telle politique se mesure en emplois créés et en parts de marchés des produits développés, elle nécessite une politique scientifique, des infrastructures et d'importants moyens d'accompagnement des chercheurs. L'ambition a un coût.

Le fait que ce soient les laboratoires purement universitaires, accaparés par l'enseignement, sans soutien ITA, qui concluent le plus de conventions CIFRE, illustre bien la situation.

- L'industriel voit en un CIFRE (ou autre doctorant contractuel) l'occasion d'avoir à moindre frais un ingénieur de veille technologique. Rappelons que le suivisme de la France en technologies de l'information, et son manque d'industries nationales, se traduisent par un retard de phase sur les courbes d'investissement des entreprises, trahissant le fait qu'un saut technologique n'est pas vécu comme une opportunité de gain d'activité mais comme une contrainte à laquelle on finit par se soumettre (l'attitude du cinéma français par rapport au numérique en est une illustration d'actualité).

- Le laboratoire voit en un doctorant contractuel l'occasion d'améliorer son ordinaire budgétaire, son encadrement doctoral, et la part industrielle de son camembert financier.

Que 9 contrats sur 10 soient montés autour d'un doctorant renforce encore cette analyse. Plus le laboratoire est important, plus la politique scientifique pilote la politique contractuelle. Mais c'est une impression générale de faiblesse de lignes directrices qui prédomine à la lecture des thèmes.

Il n'est nullement question de fustiger ici l'attitude des laboratoires. En montant des contrats industriels, ceux-ci font preuve d'ouverture et de dynamisme, et répondent à une demande.

Il importe seulement de faire la distinction entre deux types d'activités industrielles.

- le transfert de savoir-faire au coup par coup
- le développement d'une industrie du logiciel aux dimensions internationales.

³¹ L'imbrication des gestions de contrats entre Universités, CNRS, INRIA, voire filiales ou associations, doit faire prendre les chiffres avec prudence. Il en est de même pour les différents modes de gestion comptable. Mais nous nous limitons ici à l'analyse structurelle.

III.2 Les freins à une meilleure contribution de la recherche publique au développement de l'industrie du logiciel

Traits structurels et culturels du monde de la recherche

Les handicaps structurels et les travers culturels de la recherche française sont largement débattus actuellement. Des extraits du rapport Guillaume les résument.

...en France, l'absence de structuration de la recherche technologique constitue un handicap (...), car nous n'avons pas su mettre sur pied un système d'institutions relais entre la recherche et l'économie. Les données sur la mobilité des chercheurs des organismes et des établissements d'enseignement supérieur sont très parcellaires, traduisant ainsi l'absence d'une véritable stratégie de ressources humaines de la recherche publique.

[Il faut] prendre en compte d'autres critères qu'académiques dans l'évaluation des chercheurs (.....).

Les orientations des laboratoires paraissent encore trop souvent décalées par rapport aux préoccupations industrielles.

L'évolution thématique est lente ...

Les comportements concourent à cette culture d'autarcie, comme l'illustre une enquête vieille d'une quinzaine d'années menée auprès de la communauté scientifique française, et dont le quotidien « le Monde » s'était fait l'écho. A la question « *qu'est-ce qui importe le plus pour vous?* » étaient proposées plusieurs réponses dont *l'utilité, la célébrité, l'argent, la reconnaissance des pairs*. C'est cette dernière motivation qui rallia la majorité des suffrages, loin derrière toutes les autres.

Traits spécifiques du secteur

Ces constats valent pour l'informatique, à qui la jeunesse confère d'autres traits plus spécifiques.

Une faible culture de pouvoir et d'entreprise.

L'informatique a hérité de ses racines mathématiques et de la culture française une surestimation de l'idée individuelle par rapport à l'action de groupe, et par rapport à la capacité à intégrer dans les recherches et dans l'action les facteurs humains, sociaux, économiques, qui sont de mise en technologie. Par exemple, les problèmes de normalisation ne sont pas vécus comme des tâches intellectuellement nobles, alors qu'elles sont importantes, utiles et difficiles à mener. Heureusement, ces travers s'estompent avec la montée des générations nées dans la marmite informatique.

Le secteur manque à deux niveaux de l'effet « copain de promos » qui soude les confiances entre décideurs et chercheurs, privés et publics, et qui permet les synergies :

- Au niveau décisionnel, peu de représentants des grandes écoles et des grands corps ont suivi la voie « exotique » de l'informatique, exception faite de l'INRIA.

- Au niveau recherche, l'université a trop peu essaimé dans l'industrie. La majorité des thésards font une thèse pour devenir maître de conférences, et rares sont ceux dont le premier choix est la R&D en milieu industriel.

Peu de seniors

L'informatique manque en outre de personnalités scientifiques, et par conséquent de relais d'opinion. La plupart de ces personnalités sont à l'INRIA, ce qui est sans doute à

mettre au crédit de l'institut, mais qui devrait profiter davantage à l'ensemble de la recherche.

La jeunesse du corps universitaire fournit une explication statistique. En informatique, 27% des enseignants chercheurs sont professeurs, contre 36% sur l'ensemble des sciences. C'est-à-dire qu'il faudrait instantanément créer 300 postes de professeurs pour obtenir la répartition moyenne. La conséquence est que les professeurs sont au four et au moulin, et sont accaparés par des objectifs à court terme.

Beaucoup d'enseignement, peu d'habilitations

L'insuffisance des attraits de la mobilité, l'absence d'une politique valorisante de post-docs préalables à l'obtention d'un poste de maître de conférences, la pression énorme des enseignements, l'absence d'accompagnement en ingénieurs, techniciens, administratifs, et l'absence d'objectifs clairs de recherche, risquent d'amener à terme les universitaires informaticiens à se vivre plus comme enseignants que comme chercheurs.

Les maîtres de conférences sont accaparés par l'enseignement et peine à dégager du temps pour passer une habilitation à diriger des recherches. Depuis quelques années, il y a à peine plus d'habilités que de postes de professeur.

L'informatique est en déphasage démographique par rapport à l'ensemble de la recherche publique. Ceci fait que les réflexions globales aussi bien syndicales que tutélaires sur les mesures de repyramidage la mette en porte à faux.

La recherche en informatique est peu présente dans les écoles d'ingénieurs

Dans la répartition ci-dessous des DEA obtenus par les élèves ingénieurs en 1996, le secteur informatique industrielle est bien présent à travers la première ligne, mais l'informatique elle-même représente moins de 5 % des DEA, alors que le secteur embauche actuellement le tiers des ingénieurs.

DEA en 95

794 Automatique, robotique, traitement du signal et des images

612 Chimie et sciences des matériaux

532 Mécanique des fluides, énergétique

398 Génie mécanique

361 Electronique, micro-électronique

242 Physique et sciences des matériaux

227 Génie des procédés

713 Autres domaines (dont l'informatique).

Plusieurs éléments expliquent cette faiblesse de la recherche informatique en écoles d'ingénieurs

- La nature même de l'informatique, qui est de plus en plus tournée vers le tertiaire, alors que les écoles d'ingénieurs ont une vocation manufacturière.

- L'explication la plus forte tient à la tradition et à la composition du corps professoral. Contrairement à l'université, les écoles ont des flux d'étudiants stables, et les écoles traditionnelles ont beaucoup moins recruté récemment d'enseignants que les universités. Les nouvelles écoles, notamment celles rattachées aux universités, font exception, et ce sont justement celles les plus tournées vers l'informatique.

La faiblesse du tissu industriel

Les faiblesses et les manques d'ambitions de l'industrie des technologies de l'information sont bien connues. Les SS2I font exception, nous en avons de grandes, mais celles-ci font peu de recherches et entretiennent peu rapports constructifs avec la recherche publique. La recherche est vécue comme une activité qui pèserait sur leurs dividendes, et désengagerait les fonds de pension. Il s'agit là d'une problème général qui doit être pris en compte.

La propension culturelle à fustiger celui qui a raté plutôt qu'à encourager celui qui a essayé n'incite pas au foisonnement pourtant nécessaire de petites entreprises. De plus, en cas de succès, celles-ci manquent encore de structures de relais pour devenir de grandes entreprises.

La caducité des instruments d'évaluation

L'impact d'un laboratoire ou d'un organisme ne se mesurent pas en volumes de contrats, en nombre de brevets, mais en emplois de R&D créés et en parts de marché conquises par l'ensemble du système économique grâce aux partenariats de ce laboratoire ou de cet organisme.

Pour une recherche partenaire à part entière de la société

L'INRIA, quelques grands laboratoires du CNRS ou quelques Grandes Ecoles entretiennent des rapports d'égal à égal avec les grands groupes. Ils ont une image, se sont dotés des mêmes capacités d'accueil, de communication, de suivi des opérations, les industriels en parlent avec estime et respect. Traiter d'égal à égal est un préalable à des collaborations d'envergure, mais ce professionnalisme a un coût que ne peuvent se permettre bon nombre de laboratoires.

L'Etat, les entreprises, les chercheurs doivent intégrer l'idée que l'ambition dans l'industrie du logiciel est un jeu gagnant-gagnant-gagnant et que ce jeu nécessite des partenariats forts.

Pour une logique de ronds points plutôt qu'une logique de feux rouges

Les qualités françaises qui ont fait la réussite du plan atome sont les défauts qui ont fait l'échec du plan calcul. La planification et l'organisation hiérarchique ne sont pas de mise dans les technologies de l'information. Il importe de créer des symbioses et de décroiser. Les schémas de pensée et de gestion français deviennent même à cet égard un handicap. Il s'agit de passer d'une logique de feu rouge à une logique de rond-point : au lieu de comptabiliser et de contrôler les flux, on doit créer des infrastructures permettant aux partenaires de se coordonner librement entre eux.

III.3 Propositions structurelles

Remarque générale

Ce n'est pas ici le lieu d'avancer des propositions d'ordre général. Mais on peut penser qu'un effort pour la recherche comparable à celui accompli pour l'enseignement doit être fourni. L'INRIA pourrait doubler d'ici 8 ans comme l'a fait le corps universitaire. L'informatique du CNRS également. Dans les deux cas, le développement ne devrait pas se faire à l'identique mais il devrait faciliter la révolution copernicienne du chercheur, c'est-à-dire faire de la recherche un constituant de la société qui appartient à tous et interagit avec tous. L'université est un lieu fort pour cela, en rapprochement avec les écoles.

Propositions pour le Réseaux de Recherche sur les Technologies Logicielles.

Un Réseau de Recherches sur les Technologies Logicielles pourrait être l'occasion d'attribuer des moyens en ITA-IATOS, en chercheurs, par le biais des projets de recherche technologique, en combinant postes d'accueils, post-docs et chercheurs statutaires. Ces projets seraient en particulier l'occasion d'affectation de postes d'IATOS, même temporairement, selon des modalités à discuter avec la CPU. Les projets devraient impliquer les écoles d'ingénieur davantage qu'elles ne le sont actuellement. Ils devraient faciliter le passage d'habilitation pour les jeunes chercheurs. Ils devraient offrir aux doctorants des opportunités attrayantes de passer des thèses sur des sujets non académiques, car la forte embauche du privé à bac + 5 détourne de la recherche technologique les diplômés.

Il importe que les acteurs publics se coordonnent au sein d'une cellule légère mais efficace.

Les actions doivent être menées en priorité dans des domaines où la France dispose d'atouts, tant sur le plan industriel que scientifiques, et l'assemblage de compétences doit être un souci permanent.

Les grands pôles de recherche existants, par leur taille, leur visibilité, leur culture et leur expérience, ont vocation à jouer le plus souvent le rôle de maîtres d'œuvre. Mais la recherche universitaire, scientifiquement riche mais sans moyens ni structures fortes, aura à piloter des actions sur des niches où elle est forte, et en tous cas à être associée sous la forme de partenariat de personnes ou d'équipes. De même, des équipes des différents organismes doivent être pilotes ou associées de projets, selon les objectifs. Surtout, ces projets doivent être l'occasion de faire travailler ensemble les écoles et les universités.

A/ Créer une structure de coordination.

Avec un cadre juridique réduit au minimum, cette structure coordonnera la politique des organismes dépendant des différents ministères. Elle disposera d'un guichet assurant auprès des projets l'assistance en ingénierie financière et surtout en ingénierie de mobilité, accueil, emplois contractuels.

B/ Organiser le futur Réseau de Recherche Technologique autour d'objectifs à 3 ou 5 ans, soudant des équipes de 5 à 10 chercheurs à plein temps.

Actuellement, 90 % en nombre, 80 % en masse, des coopérations industrielles sont menées autour d'une thèse, souvent sans suite. Il importe de multiplier par 10 le gabarit des actions en passant de projets de 3 hommes années à des projets de 30 hommes années, basés sur une majorité de temps pleins. Ce saut quantitatif suppose la définition d'objectifs clairs. Le travail par objectifs doit primer. Le caractère plein temps des engagements renverse les rôles : habituellement, une équipe de recherche prend dans un appel d'offre ce qui cadre avec ses recherches habituelles, et infléchit peu ses activités. Ici, il s'agira d'engagements sans obligation de réussite mais avec obligation de moyens mis aux service de la logique du projet, sachant que 20 chercheurs à 20% ne font pas le travail de 4 chercheurs à plein temps.

ii/ La participation à un projet bien identifié doit être autant valorisante que des publications pour une carrière académique en cours ou à venir.

Cela se peut sans modification de structure. Le manque de lisibilité et d'ambitions des coopérations industrielles est le premier obstacle à leur reconnaissance par les instances de cooptation et de promotion. La notoriété et la clarté des projets, leur label « d'intérêt public », la compétence acquise à cette occasion, devrait naturellement amener à valoriser leurs participants et à faciliter le passage d'habilitations.

iii/ Il importe de donner toutes facilités pour embaucher ou accueillir en détachement vite et bien sur les projets retenus.

L'ouverture large (accueil, détachement, disposition) aux universitaires est un acte indispensable de gestion des ressources humaines : il faut utiliser leurs compétences, les renforcer par la logique de projet. C'est aussi un sas de mobilité. Certains partiront dans la dynamique du projet, d'autres reviendront dans la fonction publique. Des mesures d'accompagnement en enseignement pour les labos concernés devront être proposées (postes d'ATER, intervention de professionnels dans les enseignements). Des conventions devront palier toute perte de prime ou de salaire.

iv/ Il faut associer chercheurs, doctorants et ingénieurs.

Les EPIC comme le CEA ou l'ONERA, les Ingénieurs Experts de l'INRIA, montrent l'efficacité scientifique de la symbiose entre chercheurs et ingénieurs. Surtout, la participation à une aventure commune de celles et ceux qui naturellement se répartiront ensuite entre le public et le privé, palliera le manque actuel d' « effet promo », qui est un véritable verrou.

Un exemple d'organisation de projet en technologies du logiciel

Pilotage : industriel pour projet précompétitif, laboratoire ou industriel pour projet exploratoire.

Objectif : démonstration de faisabilité (projet exploratoire)
ou démonstrateur (projet précompétitif).

Durée: 3 ans

Structure :

un *noyau* de personnel à temps plein ou éventuellement à mi-temps, de préférence sur un seul site, regroupant au moins les 2/3 du potentiel (en équivalent temps plein).
des *sous-traitants* délocalisés et à temps partiel

Le noyau est constitué par exemple de 10 pleins temps

2 ingénieurs de l'industrie

1 chercheur permanent (secteur public) sur poste statutaire

2 universitaires ou assimilés (grandes écoles) accueillis sur poste public ou sur poste industriel, avec compensation éventuelle pour le laboratoire (poste d'ATER ou équivalent)

1 ingénieur éducation nationale mis à disposition

2 post doc (publics ou industriels)

2 doctorants (publics ou industriels)

Dans cette équipe peuvent figurer des non informaticiens spécialistes du domaine visé (linguistique, audiovisuel, communication, gestion, mécanique, aéronautique ..)

C/ Les infrastructures (réseaux haut débits, calculateurs hautes performances).

Dans la « logique de rond point » évoquée, ces éléments sont essentiels. Ils font l'objet d'une autre enquête et nous ne les développerons pas ici.

III.4 Suggestions thématiques

Les exemples donnés sont purement indicatifs. Ils tiennent largement compte du RNRT, du réseau « Micro-nano technologies » et de l'action concertée « TÈLÈMÈdecine et Technologies pour la SantÈ ».

Thèmes généraux :

* Validation-vérification-test. Certification de logiciels

Nous avons une industrie exceptionnellement forte des transports (espace, air, rail) et des systèmes critiques (nucléaire) et une forte compétence scientifique (école synchrone, méthodes formelles, programmation fonctionnelle, objet, par contrainte). L'exigence de qualité de service, et de certification des systèmes, enfouis ou modulaires, complexes ou isolés, va s'imposer d'une manière générale. Ce thème générique devrait être décliné en de multiples projets.

* Conception virtuelle

On mettra l'accent sur la conception partagée en réseau.

<i>magnitude du marché du logiciel (nb utilisateurs espéré)</i>	<i>objectifs</i>	<i>démarche de conception du progiciel</i>	<i>compétences requises pour conception (importance décroissante)</i>
10 ¹ à 10 ² grands labos de recherche, grandes collectivités	<i>savoir, simuler, prévoir:</i> (chimie, physique, biologie, climat, écologie, économie)	comprendre, modéliser, simuler,	expertise disciplinaire, calcul scientifique, calcul parallèle et distribué
10 ² à 10 ⁴ grandes industries, grand services, infrastructures	<i>industriel:</i> concevoir des objets ou des systèmes complexes (médicaments, chimie, transport, infrastructures, finances)	simuler les phénomènes. concevoir interactivement	calcul scientifique & informatique, assemblage de compétences Modélisation continue et discrète
10 ³ à 10 ⁵ cabinets d'étude, collectivités	<i>industriel et social:</i> étude d'impact, gestion de risques, ville,	simuler (et mimer) le cadre et les comportements	informatique, calcul scientifique, assemblage de compétences
10 ²⁴ à 10 ⁶ commerce, distribution, tourisme, artisanat	<i>commercial:</i> vendre (magazines et visites virtuels, impact d'achat)	mimer, comprendre le client et le marcher	informatique, commerce, communication, management
10 ⁵ à 10 ⁸ individu	<i>industriel et ludique:</i> se distraire, se rencontrer, rêver	imaginer, mimer	informatique, artistique...

* Systèmes d'information

Nous avons de grandes SS2I, mais elles mènent peu de recherches, et des rapports constructifs avec la recherche publique restent à construire. Trois exemples sont proposés par le milieu universitaire.

Réutilisation dans le développement des Systèmes d'Information.

L'objectif est de proposer, d'expérimenter et de développer des techniques basées sur la réutilisation de savoir-faire fonctionnels, organisationnels et logiciels durant tout le cycle d'ingénierie des SI. La réutilisation, en voie d'application lors de l'ingénierie des systèmes logiciels, reste un enjeu fondamental des l'ingénierie des besoins.

Systèmes d'Information et Intelligence Economique.

L'objectif est d'abord de proposer, développer et expérimenter des techniques et stratégies d'identification de sources d'information, de mémorisation, de filtrage/recherche d'information

(explicite ou cachée) et de présentation, pertinentes pour l'Intelligence Economique et de coordonner ces opérations a travers un plan stratégique global.

Systèmes d'Information et Ingénierie Documentaire

L'objectif est de proposer, développer et expérimenter des modèles, des langages, des méthodes et des techniques autour du concept de bases d'objets documentaires ou hyperbases. Cette approche privilégie la manipulation de structures irrégulières issues des informations manipulées et ce, via des langages de type SQL,OQL,"XMLQL",...

** Autour de la carte à puce*

Nous avons des industriels leaders et une avance dans l'utilisation quotidienne. Comme nous avons de grandes chaînes de supermarché, on peut imaginer des applications dans ce secteur (gestion de stocks, évaluation de comportements, etc.)

** Bioinformatique et biologie computationnelle.*

Le thème est au carrefour des deux priorités nationales et des deux secteurs phares des nouvelles technologies. La bioinformatique est une indispensable aide à la découverte à partir des gigantesques bases de données génétiques qui s'accumulent et il se dessine des marchés en pharmacie, santé, biotechnologies, pour les logiciels de génomique. L'informatique, associée à la physique et aux mathématiques, fournit aussi une démarche de modélisation et donc de test d'hypothèses aux généticiens. La politique en la matière devra s'articuler avec infobiogène et s'appuyer sur le réseau des génopoles qui sortiront de l'appel d'offre en cours. D'une façon plus générale, la « machine biologique » est l'objet de modélisations et simulations numériques de plus en plus poussées. Avec la chimie combinatoire, elle pourrait faire l'objet d'actions interdisciplinaires.

Un exemple Européen :

** Traduction interactive instantanée .*

Les langues sont un enjeu Européen. La France défend sa langue.

Un programme pourrait cibler la traduction téléphonique quasi-transparente entre Français et Anglais sur un sujet très limité ayant un marché potentiel.

Plus généralement, la communication homme homme via les machines et la communication multimodale homme machine va se développer. Une technopole se monte à Ypres autour de ce thème, avec un investissements de déjà 120 M Ecus.

Thèmes ponctuels :

** Extraction de connaissances et publicité*

Nous concevons d'excellentes publicités, il s'agirait d'analyser l'impact de campagnes en fonction des signes contenus.

** Fouilles de données et cinéma.*

Un utilisateur de la TV à la carte recherche un film à partir de bribes de scènes mal mémorisées... L'industrie du cinéma pourrait être associée.

** Détection (analyse) et prévention (tatouage) de copies frauduleuses* (la France est très copiée dans le luxe).

** Image et mondes imaginaires*

Nous avons de bonnes sociétés de jeux vidéo et une bonne infographie - c'est un sous-thème de « conception virtuelle »

