Les sciences de l'information au CNRS

Les sciences et technologies de l'information sont à l'origine de la moitié des gains de productivité dans l'Union européenne depuis 1995, et représentent aujourd'hui un quart des investissements de R&D de nos entreprises (Digital Competitiveness Report, European Commission, mai 2010). Au-delà de ces enjeux économiques, les sciences de l'information sont au cœur de changements sociétaux profonds (nouveaux usages, nouvelles pratiques, nouveaux supports de communication). De plus, les sciences de l'information modifient profondément les manières de concevoir et de développer de nombreux champs scientifiques, à travers les outils de modélisation et de simulation numérique par exemple. Enfin, les sciences de l'information sont porteuses d'enjeux et de dynamiques scientifiques qui leur sont propres, et seront sources d'avancées futures aujourd'hui encore insoupçonnables. Pour l'ensemble de ces raisons, le développement des sciences de l'information est, à juste titre, l'une des trois priorités de la stratégie nationale de la recherche (SNRI).

Depuis janvier 2010, le CNRS affirme avec constance son engagement à développer ces sciences. A la demande du président du CNRS (Annexe 1), nous proposons une modification des instituts qui, quoique marginale, permettra de refléter clairement ces priorités et d'en rendre le pilotage et l'évaluation effectifs. Ces propositions sont cohérentes avec celles qui figurent dans le rapport Petit « A propos de la place des Sciences et Technologies de l'Information au CNRS[1] » de mai 2009.

Les sciences de l'information

Les grandes questions abordées par les sciences de l'information sont directement liées à l'acquisition, au traitement, au partage, à la diffusion, à la modélisation, à la représentation et à la transmission de données ou signaux numériques ou symboliques. Elles sont à la confluence de plusieurs grands courants de pensée scientifique initiés notamment par Shannon (théorie de l'information), Kolmogorov (théorie algorithmique de l'information), Turing (théorie de la calculabilité) ou Wiener (cybernétique), etc., courants de pensée qui n'ont eu de cesse depuis leur émergence de s'entrecroiser et de mutuellement s'enrichir, comme ils le font encore aujourd'hui avec les neurosciences, la biologie, etc.

En termes de disciplines de base, les sciences de l'information couvrent principalement l'informatique, l'automatique, la robotique, le traitement du signal et des images, ainsi que les télécommunications et la conception de systèmes sur puce. Certaines de ces disciplines ont également des liens historiques forts avec d'autres domaines (mathématiques à une extrémité du spectre, et mécanique et électronique à l'autre), mais elles se retrouvent néanmoins toutes ici dans un continuum scientifique solide et cohérent où chaque discipline peut aisément tirer parti de cette proximité.

[1] Cosigné par Michel Beaudouin-Lafon, Pierre Beauvillain, Sébastien Candel, Alain Cappy, Jean-Marc Chassery, Pierre-Louis Curien, Etienne Dombre, Luis Farinas, Antoine Petit et Sophie Tison.

Enfin, ces disciplines au cœur des sciences de l'information interagissent avec de nombreuses autres disciplines scientifiques qui produisent, utilisent ou consomment l'information.

Un institut des sciences de l'information et de leurs interactions

Le groupe de travail coordonné par Antoine Petit « A propos de la place des Sciences et Technologies de l'Information au CNRS » retenait deux hypothèses permettant de développer les sciences de l'information au CNRS :

- un institut d'ingénierie très large recouvrant les sections 7, 8, 9 et 10 du comité national (cf. Annexe 2) ou
- un institut des sciences et technologies de l'information centré sur la section 7.

Aucune de ces deux propositions n'a été retenue et, bien qu'hypothèse explicitement écartée dans le rapport Petit, c'est finalement un institut centré sur les sciences informatiques (section 27 du CNU, cf. Annexe 2) et les aspects « logiciels » du signal, de l'image, de l'automatique et de la robotique qui a été créé, tandis que les aspects les plus matériels de ces disciplines étaient rattachés à l'institut INSIS. Après un an d'existence, il est indispensable de revenir sur cette structuration pour trois raisons :

- *Une structuration scientifique insuffisante* : des communautés scientifiques larges et numériquement importantes (Signal-Image, Automatique-Robotique, etc.) sont réparties sur deux instituts. Il est alors difficile au CNRS de définir une politique scientifique claire et cohérente sur ces domaines.
- *Un manque de lisibilité externe* : les sciences de l'information ne sont pas clairement identifiables au CNRS, et nos partenaires (Universités et organismes) ne comprennent pas notre organisation.
- *Des difficultés d'interactions* INS2I-INSIS : concours peu lisibles, appels à projets parfois insuffisamment coordonnés, prospective entravée par la dispersion des sciences de l'information sur deux instituts.

Conformément à la demande du Président, et en suivant la recommandation du rapport Petit, nous proposons de créer un institut des sciences de l'information et de leurs interactions selon le périmètre scientifique ci-dessous.

- Algorithmique, combinatoire, graphes, automates, systèmes dynamiques discrets
- Calcul formel et calcul certifié, arithmétique des ordinateurs, codage et cryptographie
- Logique, complexité, sémantique, modèles de calcul
- Programmation, génie logiciel, vérification et preuves
- Systèmes embarqués et temps réel
- Réseaux, télécommunications, systèmes distribués, réseaux de capteurs
- Internet du futur, intelligence ambiante
- Intelligence artificielle, représentation et traitement des connaissances
- Interactions homme-machine, interactions homme-robot
- Systèmes d'informations, masses de données, fouille de données, gestion de données, recherche d'informations, apprentissage
- Recherche opérationnelle, aide à la décision
- Géométrie discrète, synthèse d'images, réalité virtuelle, réalité augmentée

- Calcul distribué, grilles, *cloud*, calcul à haute performance, infrastructures à grande échelle
- Langue, parole, audio, multimédia
- Bio-informatique
- Cognition, interaction avec les neurosciences, modélisation pour la médecine et les neurosciences.
- Conception, modélisation, planification et commande de robots, autonomie des systèmes artificiels, navigation des véhicules autonomes, génie logiciel pour la robotique
- Automatique, filtrage, commande, rétroaction, modélisation et analyse des systèmes dynamiques
- Sûreté de fonctionnement, supervision, surveillance
- Systèmes de production, ordonnancement, logistique
- Traitement du signal et des images, restauration, filtrage, segmentation, compression, codage
- Perception, vision par ordinateur, analyse de scènes
- Apprentissage, reconnaissance des formes, fusion
- Imagerie médicale, imagerie satellitaire et aérienne
- Architectures dédiées, rétines synthétiques, capteurs intelligents
- Architectures matérielles, systèmes sur puces

Pour le bon fonctionnement de l'institut, il est indispensable d'éviter les recouvrements trop importants avec l'institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes, dont le périmètre actuel devra donc être ajusté. Le futur institut des sciences de l'information a vocation à interagir largement avec l'ensemble des sciences et en particulier avec les sciences mathématiques, les sciences du vivant, les sciences humaines et sociales et, bien entendu, les sciences de l'ingénierie. Un certain nombre des thématiques ci-dessus relèveront bien entendu de plusieurs instituts (la bio-informatique avec l'INSB et l'INSMI ; les neurosciences avec l'INSB et l'INSHS ; l'imagerie médicale et l'imagerie satellitaire avec l'INSIS, l'INSB, l'INSU, l'INEE, etc.).

Organisation de l'institut

L'institut sera organisé en quatre directions thématiques dont les intitulés, par nature réducteurs, pourraient être :

- Un directeur adjoint « robotique, automatique»
- Un directeur adjoint « signal et image »
- Un directeur adjoint « logiciel, réseaux, SoC»
- Un directeur adjoint « informatique fondamentale, IA »

Chaque directeur adjoint sera en charge de l'animation nationale de thématiques scientifiques (GdR, réseaux de recherche, réseaux d'équipements, etc.) et d'un portefeuille de laboratoires organisé, autant que possible, en cohérence avec les grands sites universitaires tels qu'actuellement suivis par les directeurs scientifiques référents du CNRS. Cette organisation est cohérente avec les accords cadre CNRS-CPU et CNRS-INRIA, qui visent à renforcer la coordination des organismes et des universités et écoles sur les grands sites universitaires.

La section 7 du comité national

Fin février 2011, la section 7 du comité national regroupait 478 chercheurs en activité (520 en incluant les chercheurs en détachement, mis à disposition, etc.) répartis sur 6 instituts du CNRS (Figure 1).

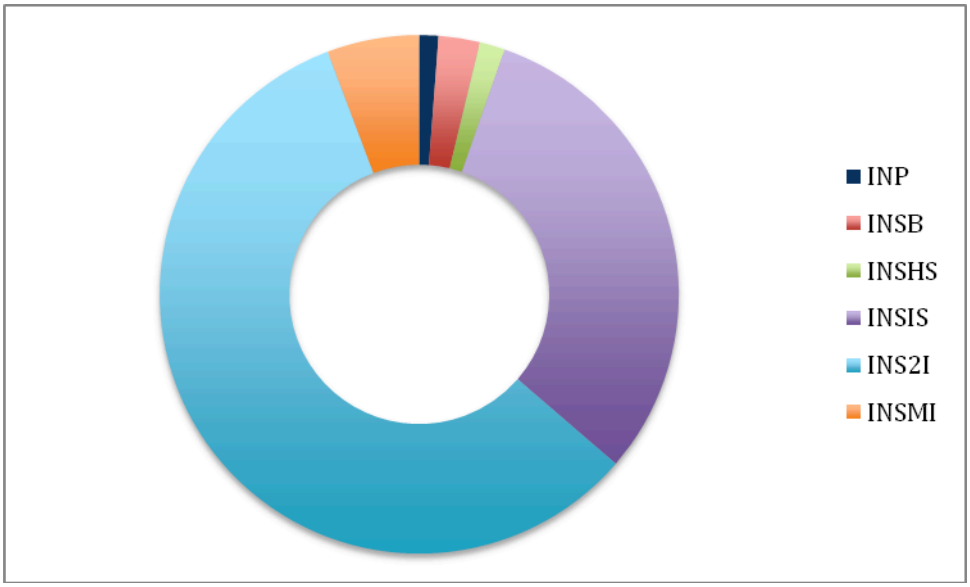

Figure 1. Rattachement principal des laboratoires des chercheurs de la section 7

L'examen des comptes rendus annuels d'activité des chercheurs permet d'établir une cartographie de la section 7 (Figure 2). Une grande prudence s'impose dans l'analyse de cette figure car des disciplines parfois très différentes ont été regroupées. Les chercheurs mènent fréquemment des travaux sur plusieurs des catégories considérées et l'affectation d'un chercheur à une seule de celles-ci n'est pas toujours évidente.

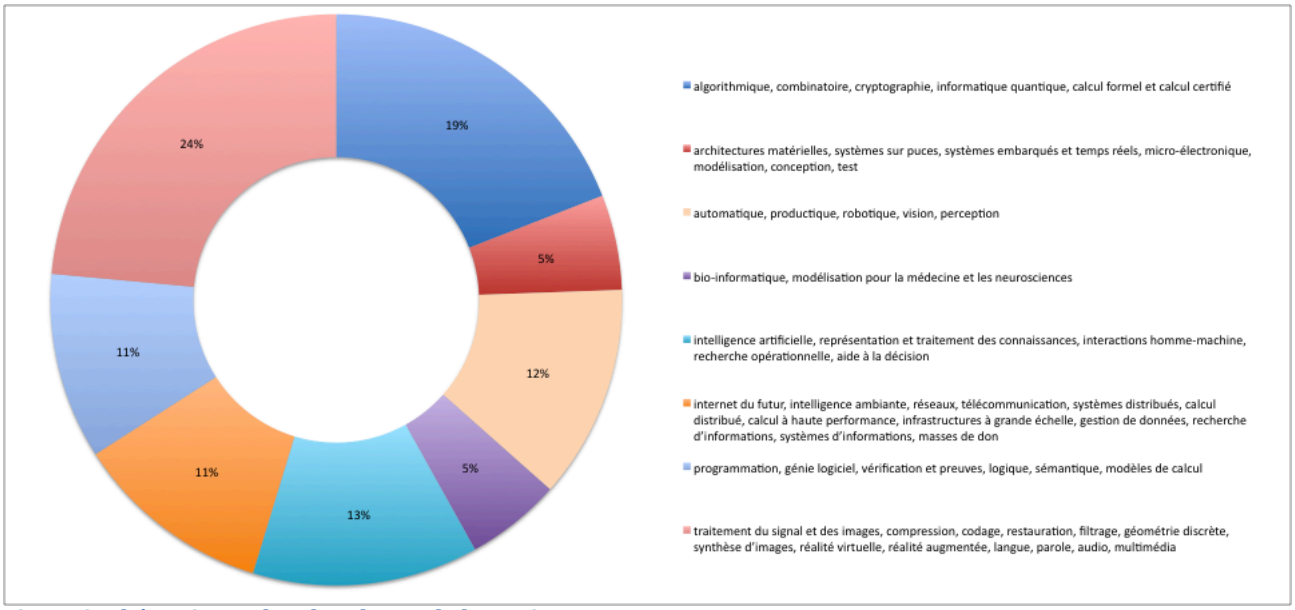

Figure 2. Thématiques des chercheurs de la section 7

Un institut des sciences de l'information pourrait reposer sur une unique section 7 ou sur deux sections. Conserver une unique section permettrait d'assurer un lien fort entre toutes les sciences de l'information. Néanmoins, la forte croissance du domaine plaide en faveur d'un découpage de la section 7, qui permettrait de rendre plus visibles

certaines disciplines, simplifierait la gestion technique des sections et pourrait améliorer encore la qualité des concours. L'évolution du périmètre des instituts évoquée dans ce document rend ce découpage envisageable sans risque majeur pour *la cohérence de l'ensemble du secteur « sciences de l'information ». Nous nous plaçons donc clairement dans le cadre d'un institut des sciences de l'information reposant sur deux sections*.

Parmi les découpages possibles, l'un d'eux s'impose assez naturellement : celui inspiré des sections 27 et 61 du CNU :

- une section d'informatique (entre 50 et 65 % de la section actuelle)
- et une section contenant le traitement du signal et des images ainsi que l'automatique et la robotique.

Ce découpage 27/61 est macroscopiquement simple mais pose un certain nombre de problèmes scientifiques dès lors que l'on examine en détail la position de certaines disciplines comme l'image, les réseaux / télécommunications, l'apprentissage ou les SOC. En suivant exactement le CNU, il se pourrait que nous pérennisions des définitions disciplinaires anciennes au risque de passer à côté d'enjeux scientifiques actuels. C'est pourquoi nous préconisons que la communauté scientifique soit sollicitée rapidement pour discuter de cette question et trouver l'adéquation optimale pour la répartition des diverses spécialités entre deux sections issues de la section 7.[2]

Calendrier

L'ensemble du calendrier est contraint par le renouvellement des sections du comité national. Périmètres des instituts et contours des sections doivent donc être finalisés rapidement. Dans un second temps, les laboratoires susceptibles de constituer l'institut des sciences de l'information examineront, à leur rythme, la question de leurs rattachements à l'institut et aux sections. Les laboratoires aujourd'hui principalement rattachés à l'INS2I et une quinzaine d'autres laboratoires de la section 7 pourraient former l'institut des sciences de l'information. Un certain nombre de ces laboratoires, fortement pluridisciplinaires, ont vocation à s'appuyer sur plusieurs instituts.

- Position de principe de la direction du CNRS sur l'institut des sciences de l'information (début avril)
- Consultation des GdR et du CN7 sur les contours de la section 7 (avril)
- Consultation du CS (30 mai), du CTP (9 juin) et passage devant le CA (23 juin)

[2] Il est aussi envisagé de créer une section autour de la « modélisation des systèmes biologiques et de la bioinformatique » ce qui ferait ainsi reposer l'institut sur une troisième section.

Annexe 1.

Paris, le 7 mars 2011

Monsieur le Directeur, cher Philippe,

Les enjeux scientifiques, sociétaux et économiques des sciences de l'information sont considérables et le CNRS a fait de ce champ disciplinaire l'une de ses priorités, en cohérence avec la stratégie nationale de recherche et d'innovation. Je suis donc particulièrement attentif au développement de l'INS2I et à la manière dont les sciences de l'information s'organisent dans les grands sites universitaires avec lesquels nous coopérons étroitement.

La structuration interne du CNRS doit refléter clairement les priorités que je viens d'évoquer. Or un certain nombre de disciplines comme l'automatique, la robotique, la conception de circuit, le signal et l'image sont dispersées sur les deux instituts qui étaient à l'origine regroupés dans le département ST2I. Il me semblerait donc souhaitable de réfléchir à la possibilité d'une modification marginale des périmètres scientifiques des instituts pour regrouper l'ensemble des disciplines ci-dessus et l'informatique dans un institut qui représenterait mieux les sciences de l'information.

Je te prie de bien vouloir travailler dans cette direction et de me présenter rapidement

- l'impact possible de cette modification sur nos unités et
- une organisation de l'institut et des sections du comité national qui permettraient de rendre visibles les différentes communautés scientifiques tout en assurant une cohérence scientifique forte.

Tes propositions seront évidemment soumises aux instances statutaires pour avis, et feront l'objet d'une large concertation avec la communauté, avant l'arbitrage final que je prendrais en Collège de Direction.

Dans cette attente, je te prie d'agréer, cher Philippe, l'expression de mon amicale considération.

Alain Fuchs

Monsieur Philippe BAPTISTE
Directeur de l'INS2I
CNRS
3, rue Michel-Ange
75794 PARIS Cedex 16

Le Président
www.cnrs.fr
Campus Gérard Mégie
3, rue Michel-Ange
75794 Paris cedex 16
T 01 44 96 40 00
F 01 44 96 49 13

PRES-D-2011-24

Dépasser les frontières
Advancing the frontiers

Annexe 2.

Sections du comité national

- Section 7. Sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, signal et communication)
- Section 8. Micro et nanotechnologies, électronique, photonique, électro-magnétisme, énergie électrique
- Section 9. Ingénierie des matériaux et des structures, mécanique des solides, acoustique
- Section 10. Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation

Sections du CNU

- Section 27 - Informatique
  - Algorithmique et combinatoire, Architecture des machines et des systèmes, Bioinformatique, Communication homme-machine, Génie logiciel et programmation, Informatique théorique ou fondamentale, Imagerie numérique, Intelligence artificielle, Recherche opérationnelle, Réseaux, Systèmes d'information, Systèmes informatiques.
- Section 61 - Génie informatique, automatique et traitement du signal
  - Traitement du Signal et de l'Image : codage, compression, filtrage, restauration, capteurs, imagerie, communication, télédétection, contrôle non destructif, vision ;
  - Génie Informatique : temps réel, adéquation architecture-algorithme, réseau, télécommunication, sûreté de fonctionnement, systèmes H/M ;
  - Automatique, Robotique, Productique, Procédé, Instrumentation : planification, ordonnancement, observation, classification, reconnaissance, diagnostic, reconstruction, commande, surveillance, supervision, évaluation de performances.