

Développement, structuration et rayonnement

du traitement du signal et des images au CNRS

Ce document présente l'évolution du traitement du signal et des images (TSI), à la fois d'un point de vue des thématiques et de sa communauté, au travers de la politique scientifique française et en particulier de celle du CNRS, de la conférence GRETSI et du GdR ISIS.

Il est organisé en 4 parties. La première esquisse le contexte scientifique et technologique de la fin des années 60. La seconde partie est centrée sur les liens entre le CNRS et le TSI. La troisième partie montre comment la communauté française s'est structurée et développée de 1967 à 1987, autour de la conférence GRETSI. Enfin, la quatrième partie présente les évolutions – tant structurelles que thématiques - du GdR depuis sa création en 1988 à nos jours.

1. CONTEXTE

1. 1. Contexte national

Le CNRS a été créé le 19 octobre 1939, afin de coordonner l'activité des laboratoires en vue d'améliorer le rendement de la recherche scientifique. Les disciplines représentées alors sont les « sciences d'analyse », comme les mathématiques, la physique, la biologie, l'astronomie et les « sciences d'action », comme les sciences de l'homme et la médecine expérimentale.

Il faut attendre 36 ans pour que le CNRS s'intéresse aux « sciences de transfert » et aux sciences de l'ingénieur qui se situe à mi-chemin entre les sciences d'action et les sciences d'analyse. Le département des sciences physiques pour l'ingénieur (SPI), qui deviendra ensuite simplement sciences pour l'ingénieur, est créé le 3 novembre 1975, et bouleverse le paysage du CNRS en prenant en compte les besoins exprimés par l'industrie.

Quelques années avant, en 1967, l'Institut de Recherche en Informatique et Automatique avait été créé, dans le cadre du Plan Calcul et placé sous la responsabilité du Ministère de l'Industrie.

Ce changement ne s'est pas fait sans réflexion ni sans événement extérieur essentiel. Après 1968, le pays s'interroge sur l'apport de la science à la société et les budgets stagnent. En 1972, Hubert Curien, alors directeur général du CNRS, met en place un groupe de travail, constitué de personnalités du CNRS et du Comité National du CNRS, placé sous la présidence du directeur pour la physique, Robert Chabbal, et dont le but était de mieux situer les sciences de l'ingénieur dans l'ensemble de la recherche scientifique et au CNRS. Puis, le premier choc pétrolier, en 1973, fait prendre conscience à la France de l'importance de l'énergie et de la nécessité d'intensifier les recherches vers des sources d'énergie alternatives.

Suite aux conclusions du groupe de travail présidé par Robert Chabbal, en 1975, le département SPI est créé. Il commence avec 85 formations dont 11 laboratoires propres et regroupe 482 chercheurs, 627 ingénieurs, techniciens et personnels administratifs. Ces laboratoires sont identifiés en fonction de leurs activités dans quatre axes prioritaires : 1) informatique, automatique, traitement du signal, 2) optique, électronique, électrotechnique, 3) physique des plasmas, 4) thermodynamique et énergétique. Ces axes sont eux-mêmes adossés aux objectifs fixés dans le VII^e Plan¹ qui met en avant la physique des matériaux, le traitement de l'information, l'énergie et la mécanique. En 1975, le CNRS est découpé en 7 secteurs, et le département SPI est dirigé par Jean Lagasse, qui est directeur du LAAS.

1.2. Contexte technologique

Il est difficile de comprendre le développement de laboratoires et plus largement de la recherche scientifique dans le traitement du signal et des images, sans quelques repères sur le développement des technologies de traitement de l'information. Ainsi, les moyens de calcul de la fin des années 60 et des années 70 sont très limités. A titre anecdotique, jusqu'à la fin des années 60 dans les écoles d'ingénieurs, les TP d'analyse numérique sont réalisés avec des machines à calculer mécaniques, ou avec des calculateurs analogiques...

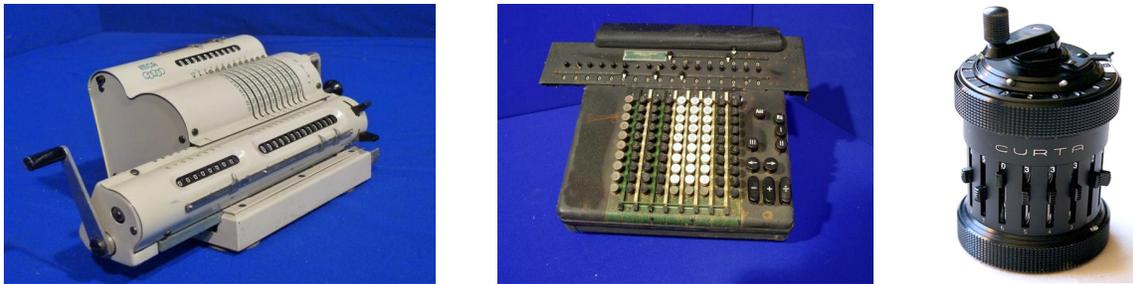


Figure 1. Trois calculatrices mécaniques fabriquées et utilisées jusque dans les années 70

A Saint Martin d'Hères, le centre de calcul est équipé d'un imposant IBM 360 (8 m3 !) que se partagent les formations et les laboratoires. Il lit environ 1000 cartes perforées à la minute, et est équipé de mémoires à tores magnétiques avec une capacité entre 128 kO à 4 MO ! Les premiers microprocesseurs sont commercialisés par Intel en 1971. Les premiers PC IBM sont commercialisés à partir de 1981.

Ceci explique également pourquoi le traitement d'images s'est développé plus lentement : les caméras d'alors sont des caméras analogiques Vidicon à balayage, et la visualisation se fait sur un écran cathodique à balayage également. Compte tenu des fréquences d'horloge des calculateurs (aux alentours de 10 MHz), au début des années 80, on commence juste - avec des astuces - à pouvoir acquérir et stocker en temps réel une image prise par une caméra. Les chercheurs qui travaillent sur de la reconnaissance optique de caractères, avec

¹ La planification en France, gérée par le Commissariat au Plan, est créée en 1946. Le VII^e plan spécifie les priorités de l'Etat français sur la période 1976-1980.

des imagettes modestes de 32 par 128 pixels doivent cependant travailler en virgule fixe en raison des capacités mémoire limitées des ordinateurs auxquels ils ont accès.

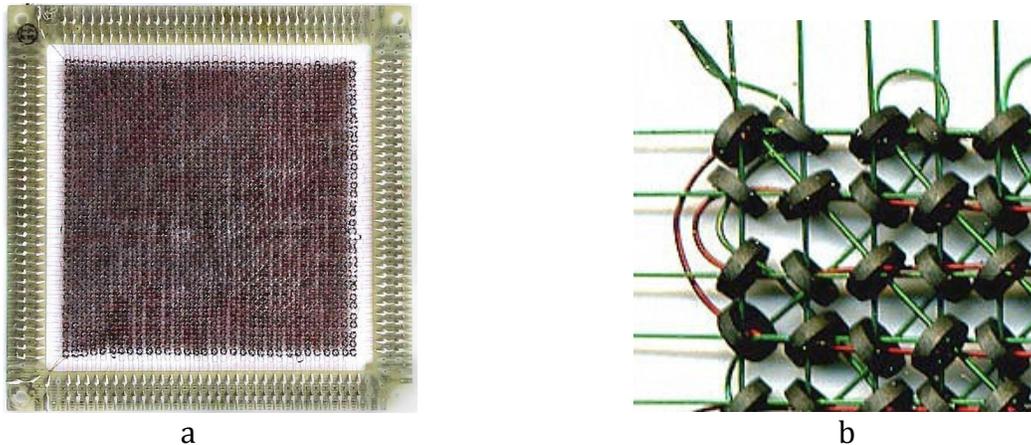


Figure 2. Les mémoires à tores magnétiques équipent les ordinateurs jusqu'à la fin des années 70. (a) Mémoire à tores fabriquée par Olivetti dans les années 60. La mémoire mesure 11 cm de côté et a une capacité de 4 kbits. (b) Zoom sur les tores et les fils permettant la lecture et l'écriture.

2. Le CNRS et le TSI

2.1. Le TSI dans les départements et les instituts depuis 1975.

Le TSI apparaît pour la première fois dans quelques laboratoires à la création du Département SPI. Au fil des ans, les laboratoires ayant une activité dans ce domaine se retrouvent principalement dans le département SPI, puis dans les départements et instituts qui en découlent.

Le Département scientifique des sciences physiques pour l'ingénieur (SPI) est créé le 3 novembre 1975. Il fait alors partie des sept départements scientifiques du CNRS. Son nom évolue ensuite en département des Sciences pour l'ingénieur, sans changer d'acronyme.

Le 5 octobre 2000, le CNRS crée son huitième département, celui des Sciences, technologies de l'information et de la communication (STIC), qui couvre l'informatique, l'automatique, le traitement du signal et des images mais aussi l'électronique et l'électrotechnique.

En 2006, ces deux départements fusionnent pour donner le Département d'ingénierie (ING). Ce dernier évolue et se transforme en Département des sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie (ST2I) en 2007.

En 2009, ce département devient l'Institut des sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie (INST2I).

Enfin, en 2010, le CNRS réforme son organisation avec la création de dix instituts. L'INST2I se divise en deux pour former l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (INSIS) ainsi que l'Institut des sciences informatiques et de leurs interactions (INS2I).

2.2. Les premiers laboratoires CNRS en TSI

Le traitement du signal et des images entre au CNRS avec les réflexions et la création du département SPI, en 1975. Les laboratoires reconnus par le CNRS sont alors divisés en laboratoires propres (LP), laboratoires associés (LA), unités mixtes (UM), équipes de recherche (ER) et équipes de recherche associées (ERA). Les premiers laboratoires de traitement du signal (et des images) reconnus par le CNRS sont les suivants :

LP LIMSI, Marty, Orsay
LP L2S, Picinbono, Orsay
LP LAAS, Toulouse
ER, Lacoume, Grenoble
ICP, Carré, Grenoble,
ERA CRAN, Veron, Nancy ;
RCP Traitement de signaux d'écholocalisation, Escudier, Lyon
ERA LASSY (puis I3S), Alengrin, Nice ;
LA IRISA, Verjus, Rennes
ERA LTSI, Massot, Lyon ;
Centre d'automatique et systèmes homme-machine, Vidal, Valenciennes
HEUDIASYC, Barthes, Compiègne ;
LTCI, Gueguen, Paris

Les activités de ces premiers laboratoires sont fortement orientées vers le traitement du signal. Les activités de reconnaissance de formes, de traitement d'images et de vision par ordinateur apparaissent souvent plus tard, dans les années 80, et impliquent également des laboratoires d'informatique. Les premiers laboratoires d'images sont les suivants :

1977 : UA Cybernétique des Entreprises –Reconnaissance des Formes – Intelligence Artificielle (CERFIA), Castan, Toulouse
1978 : UA Langages et Systèmes Informatiques, Vignolle, Toulouse
1983 : UA TIM3, Lab. des Techniques de l'Informatique, des Mathématiques, de la Microélectronique et de la Microscopie quantitative, Della-Dora , Grenoble
1983, UA LIFIA : Lab. d'Informatique Fondamentale et d'Intelligence Artificielle, Jorrand, Grenoble
1984 : UA LSIT : Laboratoire des sciences de l'image et de la télédétection (LSIT), Strasbourg
1985 : UA, Laboratoire de traitement du signal, imagerie numérique et ultrasons, Lyon

Le tableau suivant, issue d'un rapport d'activité du département SPI - donne l'évolution des effectifs de chercheurs et des enseignants-chercheurs du CNRS dans les thématiques signal, images, automatique, robotique (périmètre approximatif de l'actuelle section 7) au début des années 80. Dans la première ligne du tableau, Ne est le nombre équivalent chercheur (1 pour un chercheur, 0,5 pour un enseignant-chercheur), C signifie chercheur, et Rec est pour recrutement. Dans la première colonne, Sig. Im. est pour Signal Image, IHM pour interface homme-machine, SIAR pour signal image automatique robotique.

Effectifs en Signal et Images pour les laboratoires liés au CNRS entre 1981 et 1985

Thème	Ne 81	Ne 82	Ne 83	Ne 84	Ne 85	C Fin 85	Rec 86	Rec 87
Sig. Im.	150	233	308	311	319	47	2,5	0
Auto	173	197	205	197	185	28	4	1
Robot	118	118	187	223	277	29	1	1
IHM	128	175	162	193	189	24	2,5	0,5
Tot.	569	723	862	924	970	128	10	2,5
SIAR	17,8%	20,4%	20,2%	19,7%	19,7%	14,6%	17,2%	6,0%
Total	3200	3549	4273	4680	4920	879	58	42
SPI								

Le TSI reste cependant un discipline peu visible. Par exemple, la page du SPI dans le rapport annuel 1986 du CNRS ne mentionne rien en informatique, automatique et traitement du signal !

2.3. Le TSI au Comité National

L'évolution des thématiques apparaît également dans les changements dans les intitulés et les découpages des sections du comité national du CNRS.

De 1949 – 1960, les sections sont partagées en 2 classes : la classe des Sciences mathématiques, physicochimiques, biologiques et naturelles, et la classe des sciences humaines. Ces classes sont elles-mêmes partagées en groupes. La classe des Sciences mathématiques, physicochimiques, biologiques et naturelles compte 6 groupes : Mathématiques, Astronomie et sciences de la terre, Physique, Chimie, Biologie, Médecine expérimentale. Les termes informatique, traitement du signal et des images n'apparaissent nulle part !

De 1960 à 1966, le Comité National est toujours structuré en 2 classes : Sciences exactes et naturelles, et Sciences humaines. Parmi les 32 sections, la classe Sciences exactes et naturelles compte 19 sections parmi les 32. La section 3 est intitulée « Mécanique générale et mathématiques appliquées », mais toujours aucune mention explicite des sciences de l'information.

Entre 1967 et 70, le comité national passe à 35 sections. La section 3 s'appelle : « Electronique, électrotechnique, automatique ». Traitement du signal et des images sont encore inconnus.

Entre 1971 et 1975, le comité national évolue vers 36 sections, mais des mots-clés nouveaux apparaissent. La section 1 s'appelle « Mathématiques, informatique », et la

section 3 s'appelle encore « Electronique, électrotechnique, automatique », mais avec les nouveaux mots-clés « télécommunications » et « traitement de l'information ».

Le traitement du signal fait son apparition dans le comité national du CNRS en 1976 : la section 2 s'intitule « Informatique, automatique, analyse des systèmes, traitement du signal ». A partir de 1983, ces thématiques sont regroupées dans la section 8 : « Informatique, automatique, signaux et systèmes » .

En 1992, la section 7 prend le nom « Sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, traitement du signal) », un des sous-titre est « théorie et traitement du signal et de l'image – imagerie médicale ». Le mot « image » apparaît pour la première fois ! Tout en gardant le même intitulé, la section 7 évolue légèrement en 2000, avec les sous-titres : « télécommunications », « traitement, interprétation et synthèse du signal, de la parole et de l'image » .

De 2004 à 2012, les titres changent légèrement et les sous-titres s'affinent. La section 7 s'appelle « Sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, signal et communications) » avec comme mots-clés : « télécommunications : codage, compression, transmission », « traitement, analyse, interprétation et synthèse du signal, de la parole et de l'image », « interaction homme-machine, perception, cognition ».

En 2012, la section 7, qui est devenue très grosse et qui est fortement polarisée vers l'informatique, est découpée en deux sections. La nouvelle section 7 est recentrée sur les « **Sciences de l'information**: signaux, images, langues, automatique, robotique, interactions, systèmes intégrés matériel-logiciel. ». Les sous-titres sont notamment « signal et communications », « images et vision », « systèmes et architectures intégrés matériel-logiciel », « sciences de l'information et sciences du vivant ».

2.4. Les actions du CNRS en TSI

Le CNRS a lancé de nombreux programmes et actions scientifiques pour promouvoir le développement de nouvelles thématiques ou des coopérations en réseaux à l'intérieur d'un domaine ou entre domaines. Parmi ces programmes, on trouve les « recherches coopératives sur programme » (RCP), les « groupements de recherche coordonnées » (GRECO) et les « groupements scientifiques » (GS) ou « groupements d'intérêt scientifique » (GIS). Ces programmes ont tous été regroupés en 1987 dans une structure unique : les « groupements de recherches » (GDR).

Groupe de recherche coordonnée (GRECO)

En lien étroit avec le traitement du signal, le CNRS crée pour 4 ans en 1984 le Groupe de Recherche Coordonnées (GRECO) intitulé « Systèmes Adaptatifs en Robotique et Traitement du Signal et Automatique » (SARTA) à l'initiative de I Landau.

Groupe de recherche (GdR)

En 1987, le CNRS regroupe les différentes structures (RCP, GS, GRECO) en une seule, le « groupement de recherche » (GdR). A partir du GRECO SARTA, deux GdR sont créés : le GdR Automatique et le GdR TDSI (Traitement du signal et de l'image), dirigé par Claude Gueguen puis Odile Macchi, qui deviendra plus tard le GdR ISIS. Dès 1989 est créé le Club des partenaires industriels du GdR TDSI, marquant un lien étroit et fort avec le monde industriel. Deux ans plus tard le Club comprend une vingtaine de partenaires.

Par la suite, le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (MESR) va soutenir les sciences de l'information, reconnaissant l'impact économique, culturel et social de ce secteur. Il accordera un certain nombre de PRC (Programme Coordonné de Recherche), ce qui consiste à apporter un soutien financier sous la forme de projets à une communauté reconnue.

Le GdR TDSI se saisit de cet outil, obtient le label PRC en mars 95 et renouvelle la structure GdR du CNRS en proposant en 96 le GdR-PRC ISIS pour Information Signal ImageS, accepté et financé conjointement par le CNRS et le MESR. La structure GdR-PRC vivra jusqu'en 2002 où le MESR se désengage, la partie PRC disparaissant.

Le GdR ISIS est alors un GdR important, en nombre de participants et thématiquement au sein du département SPI du CNRS. En conséquence, lorsque le SPI restructure ses GdR en 1998, il retient ISIS comme l'un des 5 GdR centraux de la section 07 du comité national, avec les GdRs Automatique ; Base de données, base de connaissances (IA et CHM) ; Algorithmique, langages et programmation (ALP); Architecture, réseaux, systèmes (ARS).

C'est à cette même époque, en 98, que la communauté Vision dont une partie se trouvait dans le GdR-PRC CHM (Communication Homme-Machine) intègre le GdR ISIS qui devient « Information Signal Image viSion », tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Dans beaucoup de départements du CNRS, les GdR sont des outils temporaires pour explorer de nouvelles thématiques. A l'INS2I, ce sont d'abord des outils d'animation, de veille et de prospectives des communautés. Un GdR est certes une unité CNRS, mais ouverte à toute la communauté et pas réservée aux seuls membres des laboratoires liés au CNRS. Les GdR sont donc des groupes qui peuvent durer mais avec un renouvellement des thèmes scientifiques et des responsables : c'est le cas du GdR ISIS qui fête ses 30 ans en même temps que le GRETSI fête ses 50 ans.

2.5. La politique scientifique du SPI de 1987 à 1989

Le schéma directeur du département SPI du CNRS pour les années 1987-1989 se décline selon des objectifs scientifiques et techniques (OST). Les OST ont été mis en place en 1981 et ont évolué notamment dans les disciplines nouvelles comme l'informatique et le traitement du signal et des images. Pour la période 1987-1989, sous le titre « Automatique et informatique », les OST sont déclinés en 9 intitulés. « Signal et imagerie » apparaît avec « Analyse et commande des systèmes », « Robotique et productique », « Communication homme-machine », « Intelligence artificielle », « Outils théoriques pour l'informatique »,

« Programmation et génie logiciel », « Architectures des systèmes informatiques », « Architectures matérielles et circuits ».

Pour l'OST « Signal et Imagerie », les laboratoires participant aux différentes actions du département SPI sont considérés comme relevant de 4 communautés : traitement du signal, imagerie, optique et acoustique.

Le rapport mentionne les huit laboratoires suivants (unités mixtes ou unités associées) dans la communauté signal : l'UM 14 (L2S, Gif/Yvette), l'UA 820 (LTCI, Paris), UA 227 (IRISA, Rennes), UA 346 (CEPHAG, Grenoble, maintenant intégré dans GIPSA-lab), l'UA 397 (LMC, Grenoble qui est devenu le LJK), l'UA 370 (le Centre d'automatique et systèmes homme-machine de Lille, maintenant intégré dans le LIFL), UA 814 (I3S, Nice) et l'UA 1216 (Laboratoire de traitement du signal, imagerie numérique et ultrasons, Lyon, qui a évolué vers CREATIS).

Le rapport mentionne les six laboratoires suivants dans la communauté imagerie : l'UA 347 (Laboratoire des langages et systèmes informatiques de Toulouse, qui rejoindra l'IRIT), l'UA 824 (IRIT, Toulouse), l'UA 821 (CRAN, Nancy), l'UA 262 (CRIN, Nancy qui a évolué vers le LORIA), l'UA 817 (HEUDIASYC, Compiègne) et l'UA 397 (LMC, Grenoble qui est devenu le LJK).

Le rapport mentionne ensuite 13 autres laboratoires d'optique, de microélectronique et d'acoustique. En effet, un des objectifs du COST (COST = comité OST, qui n'a rien à voir avec les COST européens actuels) a pour objectif de favoriser les coopérations entre les 4 communautés Traitement du signal, Imagerie, Optique et Acoustique, en particulier en favorisant des actions spécifiques en traitement d'images, communications ou circuits pour le traitement du signal.

Dans les faiblesses de l'OST « Signal et imagerie », ce rapport souligne deux points :

1. « si de nombreux laboratoires du CNRS sont des utilisateurs de traitement du signal, l'essentiel de la recherche dans ce domaine s'effectue dans des laboratoires d'autres établissements publics de recherche tel que le CNET et les industriels ».
2. « L'imagerie est un domaine de recherche en plein essor... Au département SPI, l'imagerie concerne donc à la fois des opticiens, des acousticiens, des spécialistes de traitement du signal, des informaticiens et des mathématiciens appliqués. Il est nécessaire d'aider ces communautés... à développer des liens... pour éviter une trop grande dispersion des efforts de recherche... »

Ce rapport montre à l'évidence que le traitement d'images n'est alors pas considéré comme une discipline de recherche, mais est noyé dans le terme « imagerie ». Ceci apparaît encore plus nettement dans un numéro spécial de « Le Courrier du CNRS » de janvier-juin 1987 intitulé « Imagerie scientifique ». Ce numéro de 112 pages contient 53 articles montrant comment on peut utiliser des instruments pour produire des images, pour analyser la vie des molécules, l'activité humaine, la terre et l'univers. Mais AUCUN article sur le traitement d'images ou écrit par des spécialistes du domaine. Dans une rubrique « l'ordinateur et l'image », juste 3 articles concernant la synthèse d'images !

C'est en 1991, c'est-à-dire après 3 ans d'animation et d'activité du GdR TDSI (voir paragraphes 2.4 ci-dessus et 4 plus bas), que les thématiques du TSI sont mises à la une par le CNRS, au travers de la revue « Le courrier du CNRS ». Le numéro spécial n° 77, de juin 1991, intitulé « Signaux et Images », est entièrement consacré aux travaux de la communauté TDSI et propose un très large panorama des recherches dans ce domaine. Plus de 130 auteurs venant du monde académique, des grands organismes et de l'industrie ont participé à la rédaction de 115 articles rassemblés dans ce numéro. Ils montrent la diversité et les avancées des recherches méthodologiques dans toute la chaîne de traitement de la mesure à l'interprétation et la prise de décision en passant par l'analyse et la modélisation, le codage et la transmission, le filtrage et la synthèse. Ce panorama montre aussi et surtout la multiplicité des champs d'application, comme les télécommunications, l'acoustique, l'astrophysique, la sismique, la mécanique ou le génie biomédical.

3. L'évolution du TSI vue par la conférence GRETSI

Dans ce paragraphe, nous proposons ici d'observer l'évolution du domaine TSI au travers des conférences GRETSI, sur ses 20 premières années, de 1967 à 1987. Nous avons analysé une conférence sur deux, soit les GRETSI des années 1967, 1971, 1975, 1979, 1983 et 1987. Nous avons regardé l'évolution du nombre de papiers, et les répartitions dans quelques thématiques. En fonction de leur importance sur les GRETSI de cette période, nous avons choisi 5 thématiques : théorie et méthodologie ; sonar, radar, antennes, communications ; images ; architectures dédiées ; divers.

L'évolution du nombre de papiers (Fig. 3.a) montre une croissance linéaire, de 29 papiers pour l'édition 1967 à 192 en 1987. On observe également qu'en 1967 et en 1971, il n'y aucun article concernant le traitement d'images alors qu'il y en a 34 en 1987. L'analyse des articles publiés montre également que, sur les deux dernières années de l'analyse (85 et 87), de nombreux travaux en traitement d'images concernent des architectures et circuits rapides, afin de pallier les capacités de calcul insuffisantes des ordinateurs de l'époque (voir ci-dessus 1. *Contexte*).

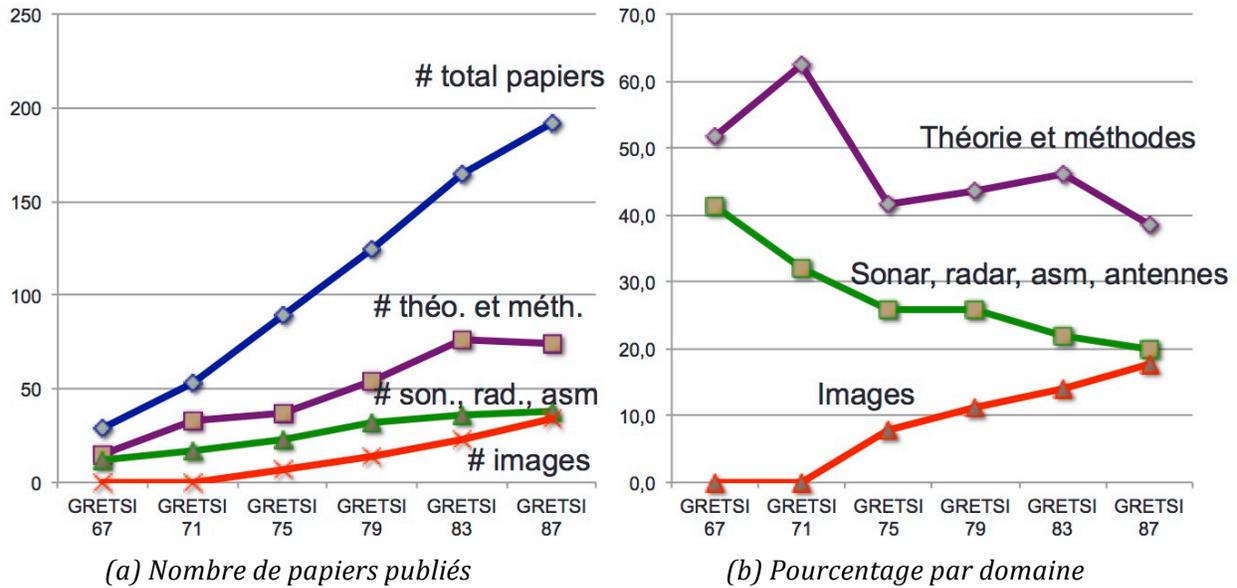


Figure 3. Evolution du TSI au travers des publications à la conférences GRETSI entre les années 1967 et 1987. (a) nombre de papiers, total ou par domaine : théorie et méthodes, sonar radar et acoustique sous-marine, images. (b) pourcentage de papier dans les mêmes domaines.

La figure 3.b montre l'évolution *en pourcentage* des communications dans trois domaines. On voit nettement l'essor du traitement d'images, et la baisse des activités sonar, radar, activités sous-marines et antennes. Cette baisse relative correspond au fait que la communauté TSI en 1967 était focalisée sur ces sujets, avec une très forte présence d'industriels et d'ingénieurs de la marine et des constructions navales, et qu'elle s'est ensuite ouverte au fil des ans vers de très nombreux domaines.

4. L'évolution du TSI dans le GdR ISIS.

4.1 Naissance du GdR ISIS

La communauté Signal Image s'est d'abord structurée au sein du GRECO SARTA, regroupant TDSI et Automatique entre 84 et 88. Cette période a marqué en particulier le début de la modélisation des signaux non stationnaires, avec l'introduction de la classification en approche *adaptative* pour les signaux quasi-stationnaire, l'approche *évolutive* pour les signaux à variations plus rapides et la notion de *ruptures*. A la suite de ce GRECO sont créés deux GdR : le GdR TDSI et le GdR Automatique. L'objectif premier des GdR est d'augmenter la cohésion d'une large communauté de chercheurs CNRS et universitaires, mais également du milieu industriel. C'est ainsi que dès 1989 le Club des partenaires du GdR TDSI est créé.

A cette période et jusqu'en 1993, le GdR TDSI est structuré en 9 groupes de travail (GT) :

- GT1 : Evolutif, adaptatif,
- GT2 : Reconnaissance et ruptures,
- GT3 : Fusion de données,
- GT4 : Antennes,
- GT 5 : Problèmes inverses,

GT6 : Algorithmes Architectures,
GT7 : CAO et Banque de données,
GT8 : Traitement et interprétation d'images,
GT9 : Ordres supérieurs.

Si la thématique image est bien présente dans la structure, le traitement du signal et traitement de l'image forment des groupes distincts. Améliorer les échanges entre les groupes est un objectif récurrent dans la vie du GdR. Les axes en développement concernent particulièrement les aspects temps-fréquence et les ondelettes, les ordres supérieurs, et l'introduction des modèles mathématiques en traitement d'image comme les champs de Markov et les équations aux dérivées partielles (EDP).

Après 4 ans d'existence du GdR TDSI (en 92), le bilan est très positif: la communauté regroupe déjà quelques 400 chercheurs publics et 170 dans le secteur industriel. L'intérêt du secteur industriel est manifeste puisqu'il participe pour 730 kF par an, qui s'ajoutent au fonctionnement pour "soutien de base" donné par le secteur SPI du CNRS qui s'élève à 310 kF. Le GdR dispose ainsi de moyens plus importants, qui permettent de financer des bourses de thèse ou des mois d'ingénieurs de recherche. Entre 89 et 94, 10,5 bourses de thèses et 6 ingénieurs de recherche ont été attribués au GdR ISIS, le financement étant assuré à peu près pour moitié par le club des partenaires et par le CNRS. Grâce au travail des chercheurs et à ces ingénieurs de recherche, une banque de signaux tests ainsi que la bibliothèque logiciels SIMPA sont créées, ce qui permet de mutualiser des données et de logiciels, favorisant les échanges entre les équipes de recherche, la validation et comparaison de méthodes.

Le GdR TDSI est un lieu de discussions et d'échanges. Il est vite apparu, qu'au-delà de ces échanges, une mission essentielle était de concentrer un effort de recherche important qui ne peut être atteint qu'au sein d'un groupe où des compétences multi-disciplinaires sont présentes sur des sujets en émergence. C'est ainsi qu'ont été créées les **opérations de recherche** communes à plusieurs GT, regroupant plusieurs laboratoires et industriels sur une étude commune.

En 1992, le GdR espère servir de germe pour la création d'un "Euro-GdR" en TDSI. L'idée en a été officiellement lancée à Bruxelles fin août 1992, lors du congrès EUSIPCO. Elle s'est pour le moment concrétisée par une enquête à laquelle presque 200 laboratoires ont répondu, de 20 pays différents, enquête qui permet de classer les laboratoires en fonction de la dizaine de thématiques qui sont prioritaires dans le dTDSI. L'objectif ultérieur serait d'aboutir à la création de réseaux européens bien ciblés sur ces thématiques.

C'est à l'AG 1993 à Obernai qu'une restructuration est proposée, impulsée par création de l'OST 7.4 « Signaux et Images » du secteur SPI du CNRS. Outre la réorganisation des thématiques du GdR, une prise de conscience du rôle du GdR dans le contexte de l'évolution des OST et notamment le rapprochement avec la communauté de l'Infographie et de la communauté de la Vision s'amorce. La nouvelle structure proposée est la suivante :

GT 1 : Modèles et algorithmes pour le signal,
GT 2 : Modèles, traitement et analyse de l'image,

GT 3 : Reconstruction et modélisation 3 D,
GT 4 : Antennes et multidimensionnel,
GT 5 : Fusion de données,
GT 6 : Architecture pour le signal et l'image,
GT 7 : Logiciels pour le signal et l'image,
GT 8 : Compression et communications.

Cette structure accompagne le développement d'actions spécifiques avec les partenaires industriels (CNET-ELF). Les nouveautés sont :

- la création d'un GT « Compression et Communications » ,
- le recentrage des activités 3D au sein d'un même GT,
- le rapprochement des GT1 (Evolutif adaptatif) et GT9 (Ordre supérieurs),
- le succès des actions Logiciel et Architecture.

D'une part, les GT 1, 2, 3 et 4, à caractère « vertical », rendent bien visible l'objectif de fédérer la recherche méthodologique française sur des thèmes prioritaires. D'autre part, les GT 5, 6, 7 et 8 manifestent le souci plus « transversal » d'intégrer des actions à caractère applicatif dans les axes du GdR. L'image disposera ainsi d'une meilleure diffusion au travers des différents groupes. Le nouveau GT8 « Compression et communications » axe son activité sans distinction spécifique entre signal et image, avec la volonté de promouvoir dans la communauté académique française, l'intérêt pour le domaine des communications, en même temps que le 4ème programme cadre de recherche et de développement de la CEE qui affiche une priorité en ce sens pour les quatre années à venir.

Dans le même temps, le MESR (ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, ex DRED) lançait des appels à projets. Le GdR TDSI a contribué à favoriser l'émergence de tels projets, et en février 1993, un appel d'offres a abouti à la sélection par le MESR de 6 projets fédérateurs pour un montant de 600 kF (complétés par 300 kF en 1994). Ces projets sont parties intégrantes du GdR TDSI. Dénommés au sein du GdR « opérations DRED », ils se déclinent comme suit :

- Opération 1.1 : Prises de décisions en temps-fréquence et temps-échelle,
- Opération 1.3 : Statistiques d'ordre élevé,
- Opération 2.2 : Coopération haut-niveau, bas-niveau en segmentation d'image,
- Opération 2.3 : Modèles hiérarchiques markoviens en image,
- Opération 3.1 : Modélisation, fusion et reconstruction 3D en imagerie cardio-vasculaire,
- Opération 6.1 : Algorithmes et architectures.

Sur cette base, la communauté a obtenu en mars 1995 le label de PRC (Programme de Recherche Coordonnée) auprès du MESR. Il s'agit de labelliser une communauté reconnue qui est alors soutenue par le MESR sous la forme de projets. Le soutien aux sciences de l'information de la part du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche est alors important, amplement justifié par leur impact culturel et social considérable et par les enjeux technologiques et économiques essentielles qu'elles recouvrent.

4.2 Maturité : création du GdR-PRC ISIS en 1996

C'est au 1er janvier 1996 que le GdR TDSI devient le GdR-PRC ISIS pour **Information, Signal ImageS**, créé conjointement par le CNRS et le MESR, comme de nombreux autres GdR-PRC. Les concepts de GdR et de PRC ont essentiellement deux composantes :

- une composante animation qui est jouée par le GdR avec ses GT, les opérations des GT, les opérations recherche-industrie (comme la boîte à outils temps-fréquence, l'Aide à l'interprétation SPECTrale, ou la restauration d'image satellite et l'imagerie sismique) avec le club des partenaires (avec ELF, le CNET, le CNES, EDF et la CTSN).
- une composante Actions Incitatives qui est jouée par le PRC avec ses projets à objectifs finalisés : Action Coordonnée en Compression Recherche et Développement, Imagerie Cérébrale Fonctionnelle, ROS (radar à ouverture synthétique), Séparation de sources.

On remarque que dans la demande de création du GdR-PRC ISIS de 1996, il est noté qu'il y a des thèmes importants et prometteurs en TDSI qui ne sont pas du tout ou pas assez étudiés dans les GT comme les réseaux de neurones et leur apprentissage. La suite montrera que la remarque était pertinente.

Les idées nouvelles à impulser sont alors : perception et traitements adaptés ; mouvement et déformation 2D et 3D ; véhicule intelligent et fusion ; contrôle adaptatif de capteurs et décision distribuée. Il est aussi préconisé de dialoguer avec les autres GdR – PRC par la mise en place d'actions communes avec : Automatique ; IA et CHM ; AMI (Algorithmique, Modèles, Infographie) ; ANM (Architectures nouvelles de Machines) ; Sûreté de fonctionnement ; Fusion ; Modèles géométriques.

En 1998, le CNRS restructure ses GdRs et retient ISIS comme l'un des 5 GdR centraux de la section 07 du comité national, avec les GdRs Automatique ; Base de données, base de connaissances, IA et CHM ; Algorithmique, langages et programmation ; Architecture, réseaux, systèmes. Le GdR ISIS est créé pour 4 ans (1998-2001).

C'est à ce moment que le **rapprochement avec la communauté Vision** a lieu, concrétisant d'une part l'effort préalable effectué avec le GDR-PRC CHM au travers de l'action Indexation, et d'autre part la volonté de faire apparaître une entité structurelle autour de la Vision 3D. Ainsi, la communauté Vision, qui constituait un pôle du GDR-PRC CHM, s'associe au nouveau GdR Thématique ISIS qui devient **Information Signal Image viSion**, tel que nous le connaissons aujourd'hui. Elle disposera d'un Groupe Thématique dans la structure d'animation qui est la suivante en 1998 (AG Avril 97 de Marly-le-Roi) :

- GT1 : Information,
- GT2 : Modèles et algorithmes pour le signal,
- GT3 : Systèmes de segmentation pour la représentation et l'analyse de l'image,
- GT4 : Modèles déformables dynamiques,
- GT5 : Vision 3D,
- GT6 : Fusion d'informations,
- GT7 : Adéquation Algorithme Architecture,
- GT8 : Compression - Codages sources,
- GT9 : Communications et transmission.

S'y ajoutera dès 1998 le GT10 : Indexation Multimédia, anciennement action conjointe GdR CHM et ISIS, et qui devient GT 10 sous la seule tutelle d'ISIS.

C'est en 1999, sous l'impulsion du GdR ISIS et de l'association GRETSI, que la nouvelle **section Signal et Images** a été créée au sein **du Club EEA**, sous la responsabilité de Geneviève Jourdain et de Dominique Barba. Cette nouvelle section s'ajoute aux 3 sections existantes Electronique, Electrotechnique et Automatique. Elle marque l'importance du Signal et Image dans les activités de nombreux enseignant-chercheurs de la section 61 et à la frontière d'autres sections.

4.3 Le GdR ISIS depuis 2002 :

Dans le souci de son nouveau département STIC (Sciences et Technologie de l'Information et de la Communication) de pérenniser de « grands GdR d'animation », le CNRS a renouvelé son soutien au GdR ISIS, mais il n'est plus GdR-PRC, la structure PRC mise en place par le MESR ayant disparu.

Durant la période 2002-2005, la composante d'animation a été déclinée en 5 grands thèmes :

- A : Signal et Information : théorie et méthodes,
- B : Forme, Mouvement, Structure de scènes,
- C : Adéquation Algorithme Architecture,
- D : Télécommunications : compression, transmission, protection,
- E : Images, Modèles et Systèmes : Traitement, Analyse, Indexation.

La thématique image est séparée du signal, et se trouve répartie dans deux thèmes différents : le thème B pour une composante 3D dont les éléments d'études sont des objets (composante dite « haut niveau »), et le thème D pour le traitement d'image dont l'analyse se fait au niveau du pixel (composante dite « bas niveau »).

A titre d'illustration des activités nous listons ci-dessous les 5 AS (Action Spécifique) que le GdR ISIS a fait émerger sur sollicitation du Département STIC du CNRS :

- Séparation de Sources en Analyse en Composantes Indépendantes,
- Machines à Vecteurs Support,
- Relief sonore et restitution de champs sonores,
- Compression scalable et robuste de signaux vidéo,
- Méthodes algébriques pour les systèmes de communications numériques.

C'est au mandat suivant, qui débute en 2006, que la structure passe dans sa forme actuelle à 4 thèmes, avec le regroupement de toute la chaîne image dans le thème B, du capteur à l'interprétation. Cette structure est :

- Thème A : Traitement statistiques de l'information : développement des méthodes simulations, méthodes à noyaux, réseaux de capteurs et traitement distribué, en plus de décompositions adaptatives parcimonieuses et statistiques des processus et toujours problèmes inverses, séparation de sources et débruitage.
- B : Image et Vision structuré en 4 axes :

- adéquation physique et traitement de l'image
- analyse de scène et de formes
- interprétation des images, recherche d'information et masse de données
- systèmes de vision, perception, connaissance

C : Algorithme-architecture en traitement du signal et des images.

D : Télécommunications : compression, protection, transmission, structuré en 2 axes :

- codage source/compression,
- communications numériques.

Puis en 2014, le GdR ISIS, toujours structuré en 4 thèmes, regroupe dans le thème A les « méthodes et modèles en signal et image », montrant que les méthodes et modèles sont aujourd'hui très largement partagées par les chercheurs du signal et de l'image. Il n'y a plus deux communautés distinctes mais bien une seule avec un socle méthodologique commun. De nombreux chercheurs du traitement du signal ont aujourd'hui des applications en image et plus largement sur des signaux n-dimensionnels (comme par exemple les données hyperspectrales, ou plus largement les données multimodales). Les mots clés : systèmes complexes, traitement de données sur des graphes, optimisation pour des problèmes de grande taille, systèmes bio-inspirés, systèmes embarqués pour la santé, gestion des masses de données, systèmes communicants, etc. ainsi que les aspects sécurité et confidentialité sont de plus en plus présents.

4.4 Evolution des effectifs du GdR ISIS

Avant 2000, il est difficile de trouver des éléments numériques sur le nombre de membres du GdR. Les rapports d'activité mentionnent les équipes participantes et leur laboratoire de rattachement. Cependant, on trouve qu'en 1992, le GdR ISIS comptait 570 membres (400 chercheurs et enseignants-chercheurs et 170 membres partenaires). Aujourd'hui en 2017, le GdR ISIS rassemble 3797 inscrits dans 164 laboratoires dépendant des 10 instituts du CNRS et 19 partenaires industriels. L'évolution depuis 2000 des effectifs est illustrée dans la figure 4. Il faut remarquer qu'il est toujours difficile de maintenir à jour une base de données, surtout avec des moyens réduits. L'année 2010 marque la refonte totale du site web d'ISIS, avec réinscription de tous les laboratoires et de leurs membres. Ainsi la confiance accordée aux chiffres des années suivantes est assez grande (2012 sur la Figure 4). En 2017, il se peut que la catégorie doctorants soit surestimée car la mise à jour de la base de données n'est pas toujours faite une fois la thèse soutenue.

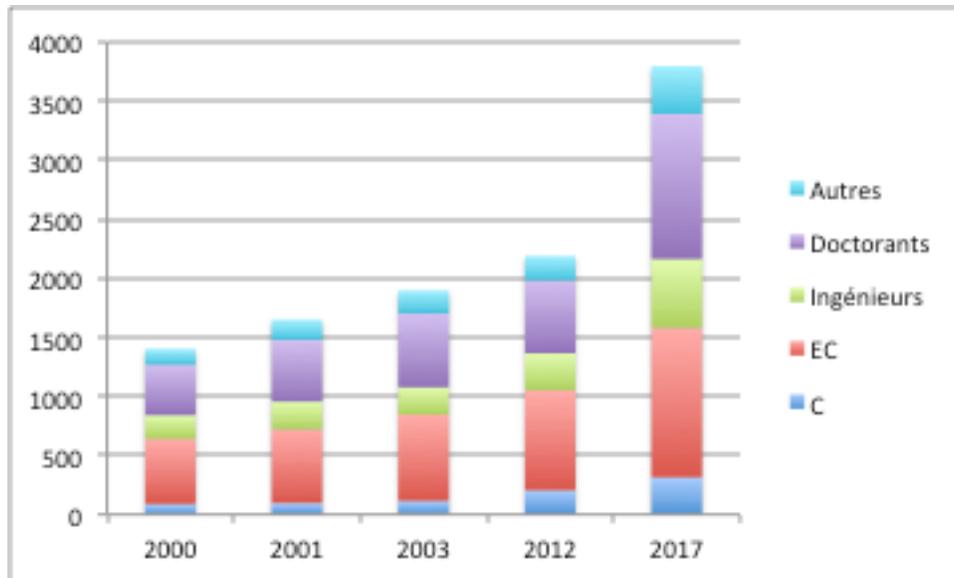


Figure 4 : évolution des effectifs du GdR ISIS depuis 2000 par catégorie. C : chercheurs (CNRS, INRIA, INSERM), EC : Enseignants-chercheurs, la catégorie ingénieurs regroupe les ingénieurs des laboratoires académiques et les membres des partenaires, la catégorie Autres regroupe les post-doctorants, les ATER et les autres statuts.

4.5 Le Club des partenaires du GdR ISIS

Lancé en 89 (quelle révolution !) par Bruno Georgel d'EDF, un an après le démarrage du Groupement de Recherche, le Club des Partenaires a su relever un défi que beaucoup trouvaient insensé à l'époque. Ce club innovant a en effet réussi à dynamiser les relations, les échanges, les osmose et les transferts entre recherche institutionnelle et utilisateurs industriels, à regrouper des industriels autour de thèmes de recherche et de groupes thématiques, à faire participer des industriels aux exposés et aux débats scientifiques, et à convaincre les industriels de financer un effort de recherche à moyen et long terme.

Depuis 1989, de fidèles partenaires ont renouvelé leur soutien malgré la morosité et les crises économiques traversées. Le Club est aujourd'hui présidé par Daniel Duclos de Safran, après Catherine Lambert (1998-2005) du CNES et François Lechevalier de Thalès (2006-2008).

1991	2004-2005	2014
Aero	CNES	CEA-DRT
Aérospatiale	EADS	CNES
CEA-LETI	EDF-GDF	EADS Innovation Works
CEA-Vaujourn	France Telecom	EDF R&D
CETIM	KODAK	Huawei
CGR (General Electric)	Mitsubishi	IFSTTAR
CNES	Motorola	ISEP
CNET	ONERA	Mitsubishi Electric ITCE
CSTB	SAGEM	ONERA
EDF	Schneider	ORANGE LABS

ELF Aquitaine	Thales Aéro	PHILIPS Healthcare
IFREMER	Thales Air	SAGEM COM
GIAT-Industrie	Thales Com	SAGEM Défense Sécurité
LEP (Philips)	Thomson	Thales Air Systems
Metravib	TOTAL	Thales Alenia Space
Michelin		Thales Communications @ Security
MSII (Matra-SEP)		Thales Division Aéronautique
Reginov (Renault)		Thales Optronique
SAT (SAGEM)		Thales Research & Technology
SIMULOG		Trophy SAS
THOMSON		Carestream Dental

Les membres du Club des Partenaires au cours des années

Le budget apporté par le Club est une source stable et conséquente du financement du GdR ISIS. Cette structure souple, reconnue a d'ailleurs été enviée et copiée par d'autres GdR.

Les partenaires apprécient le dynamisme de la communauté du GDR ISIS. Le très large réseau du GdR ISIS demeure pour les partenaires le moyen privilégié pour contacter l'ensemble de la communauté dans le cadre de propositions de postes, de thèses, de recherches de partenaires, d'annonces de manifestation, etc.

Les partenaires sont régulièrement impliqués dans l'organisation ou l'animation des journées thématiques sur l'ensemble des axes et actions du GdR ISIS. Ces implications permettent une meilleure connaissance mutuelle, un partage des problématiques et des débats riches sur des solutions potentielles. Ces relations sont souvent sources de collaborations directes entre laboratoires et industriels du Club.

Un des défis à relever dans les années à venir est la valorisation auprès des étudiants en Master et élèves de Grandes Écoles des carrières scientifiques dans l'industrie.

Gageons que le Club des Partenaires et le GDR ISIS sauront, avec le soutien et le dynamisme de la communauté scientifique de traitement du signal et des images, trouver les meilleures solutions pour conforter la synergie entre la recherche et l'industrie, source d'innovation et de compétitivité des entreprises et organisations !

Bibliographie

- 1 - Denis Guthleben, Histoire du CNRS, Armand Colin, 2009
- 2 - Rapport d'activité du CNRS 1975
- 3 - Un nouveau départ pour la recherche. Une nouvelles organisation pour le CNRS. Courrier du CNRS, n° 19, janvier 1976
- 4 - Le courrier du CNRS : numéro spécial Imagerie scientifique (1987).
- 5 - Le courrier du CNRS : numéro spécial Signaux et Images (1991)

6 - Les sections et les commissions interdisciplinaires depuis 1949. Les intitulés et les mots-clés. Secrétariat général du Comité National du CNRS, juillet 2010.

7 - Rapports d'activité du GdR ISIS.

8 - CD Rom des Actes du GRETSI de 1967 à 1995, numérisés pour les 30 ans du GRETSI, Grenoble, 1997

7 - Dossier des laboratoires des instituts des sciences de l'inGEnierie et des systèmes (INSIS) et des sciences de l'informatique et de leurs interactions (INS2I), Archives Nationales 2011,

https://www.siv.archives-nationales.culture.gouv.fr/siv/rechercheconsultation/consultation/ir/pdfIR.action?irId=FRAN_IR_050774
