



**Laboratoire d'informatique
Gaspard-Monge
UMR 8049**

**Projet scientifique
2008 — 2012**



ESIEE



Laboratoire d'informatique Gaspard-Monge – Université Paris-Est
77454 Marne-la-Vallée CEDEX 2, France – Tél : +33 1 60 95 75 55, Fax : +33 1 60 95 75 57
<http://igm.univ-mlv.fr/LabInfo/>

Table des matières

1	Historique	4
2	Appellation et structuration	4
3	Politique scientifique	4
3.1	Fédération des forces de recherche	4
3.1.1	Intégration du CERTIS	4
3.1.2	Hébergement de l'équipe Terre digitale	5
3.1.3	Contacts privilégiés	5
3.2	Projets de recherche des équipes	5
3.2.1	Algorithmique	5
3.2.2	Combinatoire algébrique et calcul symbolique	7
3.2.3	Informatique linguistique	7
3.2.4	Équipe A3SI	8
3.2.5	Signal et communications	9
3.3	Projets transversaux	9
3.4	Collaborations scientifiques	9
3.5	Projets logiciels	10
4	Personnel	11
4.1	Croissance et recrutements	11
4.2	Enseignement	11
4.3	Doctorants et post-doctorants	12
5	Équipement	12

1 Historique

Le laboratoire d'informatique de l'institut Gaspard-Monge est UMR CNRS depuis 2002. Il a été créé en 1992 et il a été successivement, équipe postulante du CNRS en 1994 et UPRES-A CNRS en 1998. Ses tutelles actuelles sont l'UPEMLV (Université Paris-Est Marne-la-Vallée), l'ESIEE (École supérieure d'ingénieurs en électronique et électrotechnique), et le CNRS (Centre national de la recherche scientifique). Il regroupe environ 110 chercheurs dont 55 permanents.

2 Appellation et structuration

Une composante importante du laboratoire n'appartenant plus désormais à l'institut Gaspard-Monge, qui est une composante de l'université Paris-Est Marne-la-Vallée, nous souhaitons changer le nom du laboratoire tout en gardant une filiation avec le nom précédent. C'est pourquoi nous proposons de prendre le nom de « Laboratoire d'informatique Gaspard-Monge » avec le sigle LIGM.

Nous souhaitons maintenir la structuration actuelle du laboratoire en cinq équipes de recherche avec les noms suivants :

- Algorithmique ;
- Combinatoire algébrique et calcul symbolique ;
- Informatique linguistique ;
- Algorithmes, architectures, analyse et synthèse d'images ;
- Signal et communications.

3 Politique scientifique

3.1 Fédération des forces de recherche

Au cours du prochain quadriennal, le laboratoire va poursuivre son objectif de fédération des forces de recherche en informatique et traitement du signal sur le site de Marne-la-Vallée.

Par ailleurs, il continuera à favoriser les partenariats avec le laboratoire d'informatique de l'université Paris 12 Val-de-Marne et ceux de mathématiques et d'électronique de l'université.

Cette politique s'inscrit dans la logique du PRES « Université Paris-Est », créé en 2007 et dont les

membres fondateurs sont l'UPEMLV, l'ESIEE, le LCPC, l'ENPC et l'université Paris 12 Val-de-Marne.

3.1.1 Intégration du CERTIS

Les équipes du laboratoire sont actuellement réparties dans les locaux de l'UPEMLV et de l'ESIEE sur le site du campus Descartes de Marne-la-Vallée. L'ENPC (l'École Nationale des Ponts et Chaussées) étant située sur ce même campus, les membres du laboratoire coopèrent déjà avec les chercheurs de cet établissement tant au niveau de la recherche que de l'enseignement. Des chercheurs de l'ENPC enseignent dans le Master informatique et ils collaborent avec nos équipes dans le domaine de l'imagerie.

Pour ce quadriennal, nous proposons l'intégration du laboratoire CERTIS (Centre enseignement recherche traitement information systèmes) de l'ENPC dans le laboratoire d'informatique Gaspard-Monge. Les membres du CERTIS rejoindront l'équipe Géométrie discrète et imagerie, au sein de laquelle ils développeront une thématique « vision et apprentissage ». La nouvelle équipe ainsi constituée prendra le nom de « Algorithmes, architectures, analyse et synthèse d'images » (A3SI), étant donné l'élargissement de ses champs thématiques.

Cette intégration s'inscrit dans notre politique de fédération des forces de recherche en informatique du site, qui a déjà débouché, en 2006, sur l'intégration d'informaticiens de l'université dans cette même équipe, dans les locaux de l'ESIEE. Du point de vue scientifique, elle se justifie pleinement par la proximité, la complémentarité et la qualité des recherches actuellement menées au sein du CERTIS et de l'équipe Géométrie discrète et imagerie. Elle s'inscrit dans une logique de site qui simplifie le travail en coopération et les échanges entre les trois établissements. Cette proximité thématique et l'unité de lieu nous semblent être des points clés pour la réussite de cette fusion.

Le CERTIS compte actuellement cinq membres permanents et de nombreux doctorants qui demandent tous à rejoindre le laboratoire. Les membres permanents sont :

- Jean-Yves Audibert, enseignant-chercheur à l'ENPC ;
- Arnak Dalalyan, enseignant-chercheur à l'ENPC, habilité ;
- Jean-Philippe Pons, chercheur à l'ENPC ;

- Pascal Monasse, enseignant-chercheur à l'ENPC ;
- Renaud Keriven, professeur à l'ENPC, habilité, actuel directeur du CERTIS.

Les objectifs scientifiques de la nouvelle équipe sont décrits plus loin.

3.1.2 Hébergement de l'équipe Terre digitale

Le laboratoire accepte d'héberger une équipe interne de l'UPEMLV appelée « Terre digitale ». Le projet, initialement porté par Robert Jeansoulin⁽¹⁾ qui est membre du laboratoire, a pour objectif de réunir des compétences pluridisciplinaires dans le domaine de la géomatique (traitement numérique des données géographiques, géophysiques, ou urbaines). Il fait suite à l'obtention du projet *TerraData* sélectionné par le pôle de compétitivité *Cap Digital*, ainsi qu'à l'attribution d'un Super-BQR *Géofusion* par l'UPEMLV.

Bien que le projet scientifique de l'équipe Terre digitale nous semble très porteur, il ne nous paraît pas à l'heure actuelle que l'équipe qui le gère soit suffisamment stable pour une intégration dans le laboratoire.

3.1.3 Contacts privilégiés

Même si aucune autre fusion n'est envisagée dans un avenir proche, le laboratoire souhaite poursuivre la construction de partenariats privilégiés avec d'autres laboratoires de l'université et du PRES.

De par leur proximité thématique et géographique, le laboratoire a déjà tissé des liens avec le LAMA (Laboratoire d'analyse et de mathématiques appliquées) et l'ESYCOM (Équipe systèmes de communications) de l'UPEMLV. Il souhaite poursuivre ces collaborations au cours de ce contrat. Par ailleurs, il souhaite développer des collaborations ponctuelles avec le LACL (Laboratoire d'algorithmique, complexité et logique) de l'université Paris 12 Val-de-Marne. Des contacts ont déjà été pris en 2007 avec plusieurs membres et la direction du laboratoire.

3.2 Projets de recherche des équipes

Nous décrivons dans cette section les objectifs scientifiques de chaque équipe du laboratoire pour les

années à venir.

3.2.1 Algorithmique

L'équipe continuera à s'investir dans des recherches théoriques selon les trois axes qui constituent sa force

- langages et automates,
 - combinatoire et algorithmique du texte,
 - programmation et algorithmique temps réel,
- et dans les recherches applicatives associées
- codage,
 - algorithmique pour la bio-informatique,
 - protocoles et réseaux.

L'équipe prévoit de poursuivre ces recherches jusqu'aux développements logiciels correspondants.

Un premier objectif plus précis sur le long terme est de développer des recherches sur l'algorithmique probabiliste et approchée. Un deuxième objectif est d'exploiter notre compétence en algorithmique et programmation, en liaison avec l'équipe de linguistique, dans le domaine de l'extraction d'information.

Nous indiquons maintenant les objectifs de l'équipe à court et moyen terme. Dans la thématique bio-informatique, les travaux vont s'organiser essentiellement autour de trois axes : une étude systématique de l'approximation et de la complexité paramétrée des problèmes combinatoires sur les ensembles de t -intervalles, $t \geq 2$, la recherche approchée de motifs dans les grands réseaux biologiques, et l'étude algorithmique de la comparaison des génomes en présence de gènes dupliqués.

Dans la thématique analyse d'algorithmes, les récents progrès sur l'énumération des automates permettent de commencer l'étude en moyenne des algorithmes qui manipulent ces objets : constructions des opérations rationnelles, algorithmes de minimisation, etc. Une autre tâche fondamentale est d'obtenir des résultats de dénombrement asymptotique sur les automates, notamment d'estimer le nombre d'automates minimaux et le nombre d'automates acycliques à n états. Enfin, un important travail de comparaison des modèles probabilistes est à effectuer, en étudiant différentes distributions naturelles.

Dans la thématique combinatoire des mots, plusieurs nouvelles notions sont apparues ces dernières années qui font l'objet de recherches soutenues, comme par exemple la distribution des répétitions dans les mots infinis, ou encore les mots épisturmiens ou

⁽¹⁾Robert Jeansoulin, directeur de recherche au CNRS, a rejoint le laboratoire en 2006 et il actuellement attaché scientifique à l'ambassade de France à Washington pour trois ans.

les mots riches en palindromes. L'expertise de l'équipe en algorithmique doit pouvoir résoudre, comme cela a été fait pour d'autres questions de nature similaire, les problèmes algorithmiques que soulèvent ces notions. Elle compléteront ainsi l'étude structurelle qui est en cours.

Dans la thématique langages rationnels et automates, l'étude fine de la structure de mélange, qui a été entreprise il y a quelque temps pour des ensembles finis, doit être poursuivie pour les langages rationnels, la structure des mélanges de langages context-free semble encore un objectif lointain. Certains résultats sont à espérer pour certains langages rationnels bornés, en coopération avec le LIAFA. Là encore, l'expérimentation logicielle s'avère précieuse.

Parmi les nombreux problèmes ouverts sur les automates à poids, certains semblent aujourd'hui à notre portée. A l'aide de diverses collaborations, on devrait dans les prochaines années pouvoir démontrer des résultats de décidabilité quant à la réalisation non ambiguë ou déterministe de séries rationnelles, aussi bien avec des poids de type $(\max,+)$, que des poids appartenant à des corps. Par ailleurs, dans un domaine encore plus proche des mathématiques, une étude combinatoire des automates permettant de représenter les générateurs de certains groupes devrait permettre d'annoncer des résultats de décidabilité originaux sur ces groupes : finitude, problème du mot.

Dans le domaine du codage, un axe de recherche de l'équipe à court terme sera de tenter de résoudre des questions fondamentales ayant trait à la synchronisation des systèmes. On tentera par exemple d'abaisser la complexité algorithmique du problème du coloriage des routes et d'explorer ses liens avec la conjecture de Černý. Ce problème peut se décrire très simplement de la façon suivante : imaginons une carte avec des routes coloriées en rouge ou en bleu de telle sorte que si un voyageur suit un chemin décrit par une même séquence magique de couleurs, il arrive toujours au même endroit quel que soit son point de départ. Un tel coloriage des routes est dit synchronisant et trouver un coloriage synchronisant est connu sous le nom de *Road coloring problem*. Ouvert depuis presque 40 ans, ce problème a été récemment résolu par Avraham Trahtman (University of Bar Ilan). Ses applications en sont nombreuses, comme en codage de compression où il permet de réaliser des décodeurs robustes aux erreurs

de canal.

Un autre axe de recherche dans le domaine du codage est la poursuite de l'étude des codes bifixes, qui ont par définition la propriété de préfixité dans les deux sens. Une des directions de travail est la conjecture d'Ahlswede sur les distributions de longueur des codes bifixes. Un autre est la recherche d'algorithmes de construction de codes bifixes optimaux pour une distribution donnée de poids.

Dans le domaine des automates cellulaires et de la dynamique symbolique, l'étude des traces d'automates cellulaires peut être étendue aux sous-shifts non so-fiques. On pourrait notamment adopter une approche par grammaires, voire par complexité algorithmique. Plus généralement, les liens entre les propriétés dynamiques de l'automate cellulaire et celles de la trace doivent être approfondis. D'autre part, on étudiera les propriétés d'automates cellulaires restreints à des sous-shifts non triviaux ; les automates de sable présentent notamment un contexte intéressant qui pourrait donner des intuitions sur les différences fondamentales entre les automates cellulaires unidimensionnels et bidimensionnels.

Dans la thématique structures infinies, la première tâche sera l'étude des aspects algorithmiques et des applications à la théorie des langages formels des grammaires de graphes déterministes. La seconde tâche sera l'étude de la structure des arbres infinis associés aux schémas récursifs d'ordre supérieur. La troisième tâche sera la réalisation d'un outil vérifiant la terminaison des programmes récursifs d'ordre supérieur dont les variables sont à valeur dans des domaines finis. Les membres de ce groupe souhaitent coopérer avec Antoine Meyer (MCF à l'Université Paris 7 et membre du LIAFA) sur ces projets.

Dans la thématique langage et programmation, les membres du groupe souhaitent poursuivre leurs travaux suivant trois axes. Le premier concerne la reconnaissance des langages et la poursuite du projet Tadoo, en particulier dans le cadre du projet ANR STAMP. Par ailleurs, les problèmes de grammaires modulaires seront étudiés de façon algorithmique et théorique. Le second domaine concerne la détection de similarités entre codes source. L'objectif est de développer de nouveaux algorithmes de comparaison qui prennent en compte les notions grammaticales. Ces travaux se poursuivront en relation avec le groupe de bio-informatique

qui s'intéresse à des problèmes proches pour la comparaison d'ARN. Enfin, le groupe va poursuivre ses travaux sur les langages temps réel et en particulier sur RTJava. Dans ce cadre, l'équipe démarre une collaboration avec l'université Paris 12 et le Laboratoire d'analyse des systèmes complexes (LASC) de l'École centrale d'électronique de Paris. Cette activité de recherche porte sur l'étude de mécanismes d'ordonnement dans les systèmes multicœurs. Ce sujet sera au cœur de la thèse de Frédéric Faubertau doctorant dans notre laboratoire.

Dans la thématique réseau, deux axes de recherche ont été définis. Le premier concerne les réseaux de capteurs multimédia pour lesquels les membres de l'équipe souhaitent développer des mécanismes de routage avec QoS pour délivrer efficacement les flux multimédia au niveau applicatif en prenant en compte des contraintes de bande passante, de délai ou de temps réel. Un second axe concerne les réseaux MIMO ad hoc, en particulier en proposant une nouvelle couche MAC plus efficace et en introduisant la notion de QoS.

3.2.2 Combinatoire algébrique et calcul symbolique

L'équipe Combinatoire algébrique et calcul symbolique est l'une des plus importantes et les plus reconnues dans son domaine. Malgré le caractère très théorique d'une partie de ses activités, elle réussit à attirer des doctorants et post-doctorants qui viennent en général de l'extérieur de l'université. La récente nomination de Jean-Yves Thibon comme membre senior de l'Institut universitaire de France vient couronner tout le travail réalisé par cette équipe.

L'équipe va poursuivre ses objectifs qui sont d'appliquer les outils spécifiques (théories et logiciels), qu'elle développe depuis de nombreuses années, à des problèmes en apparence éloignés issus de disciplines diverses (informatique, physique mathématique). Parmi ceux-ci, on peut mentionner les polynômes de Jack et de Macdonald, les hyperdéterminants, la théorie de l'information quantique, les probabilités libres et les opérades.

L'équipe développe depuis sa création des logiciels spécifiques pour la combinatoire et la théorie des groupes. Elle a commencé par une participation au système *symmetrica* de l'université de Bayreuth (écrit en C), puis a développé une série de bibliothèques

Maple, regroupées au sein du projet ACE. Après 1999, ces programmes ont été réécrits en *MuPAD* puis largement étendus (le projet *MuPAD-Combinat*). Ces programmes sont en cours de migration sur la plateforme *SAGE*, qui permettra des développements encore plus ambitieux. Un chercheur en délégation pour six mois au CNRS est attendu pour renforcer ce projet.

3.2.3 Informatique linguistique

Les activités appliquées de l'équipe Informatique linguistique sont actuellement essentiellement structurées par des projets labellisés par le pôle de compétitivité Cap Digital. L'un d'eux, Infom@gic, se termine en juin 2009. Un autre, DoXa, vient d'être accepté et est prévu pour 3 ans (2009-2011). Il reprendra l'acquis d'Infom@gic et l'appliquera à la détection des sentiments et opinions dans les textes d'internautes écrits dans plusieurs langues, un sujet qui attire une attention croissante depuis quelques années, étant donné son potentiel dans des domaines d'application tels que le marketing et la sécurité. Chacun de ces deux projets permet de financer plusieurs chercheurs non permanents et offre le cadre de coopérations suivies avec des entreprises qui jouent un rôle important en traitement des langues, notamment Thales et Xerox.

La stratégie de l'équipe s'inscrit également dans le long terme : les projets de construction de ressources linguistiques s'étendent typiquement sur plusieurs années. Grâce à ces ressources, qui sont des lexiques et des grammaires, l'équipe se donne les moyens de développer des techniques de traitement exact des données. Elle se démarque ainsi du principal courant mondial du traitement des langues, qui donne une nette priorité aux traitements approchés à base statistique. Cependant, l'équipe utilise également ces traitements statistiques, d'une part comme apport complémentaire, et d'autre part pour atteindre ses objectifs à court et moyen terme dans ses activités appliquées à la recherche et à l'extraction d'informations.

Les travaux sur les ressources linguistiques vont s'organiser, pour les prochaines années, autour de l'objectif d'obtenir une meilleure reconnaissance académique de leurs résultats. En effet, l'analyse de ce type de travaux sur plusieurs dizaines d'années (en prenant en compte l'histoire de l'équipe et de ses prédécesseurs) montre que les lexiques construits ont contribué de façon décisive aux traitements mis en

œuvre par les entreprises du domaine, mais en pratique ne sont pas brevetables. Du côté académique, les chercheurs compétents pour évaluer ou exploiter ces ressources volumineuses, complexes et par nature interdisciplinaires sont trop peu nombreux pour constituer une communauté réellement audible. Ce constat nous a amené à définir deux projets susceptibles de mettre à la portée d'une communauté scientifique beaucoup plus large toutes ces ressources, y compris un patrimoine de ressources accumulé dont il nous incombe d'assurer la maintenance.

Le premier projet est d'évaluer quantitativement l'utilisabilité pratique de ces ressources linguistiques dans des applications informatiques de traitement des langues. Il s'agira d'obtenir des résultats pratiques susceptibles d'intéresser une vaste communauté d'utilisateurs dont les domaines de compétence sont essentiellement de nature informatique. La tactique envisagée est d'adapter un certain nombre de méthodes statistiques classiques de manière à leur faire utiliser ces ressources, mettant ainsi au point des méthodes dites hybrides, puis de comparer, du point de vue des performances applicatives, les méthodes classiques pures avec leurs variantes hybrides. Les travaux de l'équipe sur le *chunking*⁽²⁾ préfigurent cet axe de recherche.

Le second projet est de publier sur le *web* l'intégralité du lexique-grammaire du français, un lexique syntaxico-sémantique formalisé dont la couverture lexicale et la couverture grammaticale sont particulièrement étendues. Ce projet comprend la rédaction d'une documentation en anglais sur plusieurs centaines de traits syntaxico-sémantiques. Le lexique-grammaire et sa future documentation intéressent notamment un de nos partenaires, l'équipe Alpage de l'INRIA, avec qui une demande de projet collaboratif a été déposée à l'INRIA pour financer partiellement ce travail. La thèse d'Elsa Tolone se rattache également à cet axe, et comporte par ailleurs l'objectif d'évaluer l'utilisabilité du lexique-grammaire pour l'analyse syntaxique de textes écrits.

3.2.4 Équipe A3Si

Les thématiques scientifiques qui structurent les activités de l'équipe Géométrie discrète et imagerie sont

au nombre de quatre :

- Géométrie et topologie discrète (4 permanents)
- Morphologie mathématique (3 permanents)
- Synthèse d'images et modélisation (1 permanent)
- Architectures dédiées pour l'imagerie (3 permanents)

Pour les quatre prochaines années, un premier objectif sera de renforcer les thématiques existantes, en particulier par l'arrivée de nouveaux membres. En septembre-octobre 2008, l'équipe accueillera deux nouveaux enseignants-chercheurs :

- Vincent Nozick, qui travaille dans les domaines de la synthèse d'images et de la réalité virtuelle ;
- Jean Cousty, dont les travaux actuels s'insèrent principalement dans la thématique morphologie, et qui s'intéresse également à la modélisation géométrique et pourra donc ouvrir de nouvelles voies de recherche en liaison avec la synthèse et la géométrie discrète.

Deux nouvelles thématiques seront ouvertes grâce à l'arrivée du CERTIS au sein du laboratoire. Le CERTIS concentre l'essentiel de son activité de recherche autour de thèmes liés à l'image. Plus précisément, les thématiques développées au CERTIS sont la vision 3D (3 permanents) et l'apprentissage (2 permanents). Ces thématiques sont à la fois cohérentes et complémentaires avec celles déjà présentes dans l'équipe.

La vision tridimensionnelle et l'acquisition de modèles 3D virtuels à partir d'images réelles est un domaine pour lequel le CERTIS jouit d'une visibilité internationale.

Les méthodes d'apprentissage statistiques appliquées à la classification et à la reconnaissance dans les images constituent une spécialité présente au CERTIS à travers deux chercheurs reconnus et pour laquelle le CERTIS vient d'obtenir le prix du meilleur article au Sixth International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing, à Londres.

La complémentarité évidente de ces thèmes avec ceux déjà présents dans le laboratoire permettra d'aller bien au delà des collaborations déjà établies avec le CERTIS (une thèse en commun et un projet ANR).

L'équipe A3SI développera des synergies entre les différentes thématiques présentes, au travers notam-

⁽²⁾Chunking : segmentation de texte en constituants syntaxiques non récursifs.

ment de projets communs et de thèses transversales. A titre d'exemple, un certain nombre d'actions sont déjà commencées ou en cours d'initialisation, comme la thèse de Benjamin Raynal sur des applications de notions et d'algorithmes de géométrie discrète pour la réalité virtuelle et la synthèse d'images, la thèse de Ramzy Mahmoudi portant sur la parallélisation d'algorithmes de calcul de lignes de partage des eaux (architecture et morphologie), et un projet mettant en œuvre des techniques d'apprentissage et de morphologie mathématique pour le traitement d'images de document, financé par une entreprise et piloté par Xavier Hilaire.

L'ensemble obtenu formera une équipe qui nous semble à la fois cohérente et diversifiée, alliant des compétences complémentaires qui couvrent les principaux aspects du traitement d'image : analyse, reconnaissance de formes, apprentissage, modélisation géométrique, vision par ordinateur, synthèse, réalité virtuelle, architecture.

3.2.5 Signal et communications

Dans l'équipe Signal et communications, les travaux relatifs au traitement statistique du signal appliqué aux communications numériques vont se situer dans la continuité des actions engagées dans le précédent quadriennal. Des études sur la séparation de sources appliquée aux communications numériques vont se poursuivre dans le cadre d'un PEA financé par la DGA. L'équipe va également continuer les travaux concernant l'application des grandes matrices aléatoires à l'analyse des performances des systèmes de communications multi-antennes. En parallèle, elle va explorer les liens entre grandes matrices aléatoires et estimation statistique, en espérant que cette piste s'avérera très fructueuse. L'équipe a en particulier initié (avec J. Najim, LTCI) le projet ANR SESAME (début Janvier 2008) dont les objectifs se situent tout à fait dans ce cadre. Une thèse financée via une bourse BDI CNRS pleine va débuter au mois d'octobre 2008.

Les travaux sur les ondelettes devraient suivre un tournant plus applicatif avec la fin du projet ANR OPTIMED dont l'objectif est l'obtention de méthodes de reconstruction rapides et performantes en IRMf

(imagerie par résonance magnétique fonctionnel) et en TEP (tomographie par émission de positons). En liaison avec le recrutement au CNRS de Caroline Chauv, des contextes applicatifs nouveaux liés à l'imagerie microscopique biologique et à l'imagerie satellitaire devraient également être abordés. Par ailleurs, pour la résolution de problèmes inverses, il serait très intéressant de pouvoir minimiser des critères plus généraux constitués de sommes d'un nombre arbitraire de fonctions convexes non nécessairement lisses. Des algorithmes itératifs originaux apportant une réponse à ce problème devraient voir le jour assez rapidement.

L'activité en théorie de l'information sera renforcée avec l'intégration récente de Jean-François Bercher (ESIEE) au sein de l'équipe Signal et communications. Par ailleurs, des travaux concernant la théorie débit-distorsion devraient débuter, notamment dans le cadre de la thèse de M. Kaâniche.

3.3 Projets transversaux

Au cours du prochain quadriennal, le laboratoire continuera à soutenir les projets transversaux entre les équipes du laboratoire par le biais du montage de projets communs. Ainsi, le Super-BQR obtenu en 2007 sur des thématiques de théorie de l'information a permis de monter un projet commun aux équipes Algorithmique et Signal et communications, et le projet ANR STAMP permet des collaborations entre les équipes Algorithmique et A3SI.

Un projet transversal sur le long terme est d'exploiter la compétence en algorithmique et programmation de l'équipe Algorithmique et celle en traitement de la langue de l'équipe Informatique linguistique, dans le domaine de l'extraction d'information, par exemple pour développer des moteurs de recherche spécialisés.

D'autres projets sont envisagés sur les thématiques réseaux entre l'équipe Algorithmique et l'équipe Signal et communications.

3.4 Collaborations scientifiques

Le laboratoire poursuivra, avec le soutien de l'UPEMLV et du CNRS, sa politique d'invitation de chercheurs étrangers pour développer ses coopérations internationales. Elle incitera aussi le dépôt de projets de coopérations internationales.

L'équipe Algorithmique va poursuivre ses collaborations avec Paul Siegel, directeur du Center for Magnetic Recording Research, University of California, dans le domaine du codage de canal, et la visite de Brian Marcus, University of British Columbia, Vancouver, est attendu en 2009. Cette équipe souhaite pouvoir recevoir prochainement Alfredo Costa, Université de Coimbra, Portugal, dans le cadre d'une invitation de plusieurs mois. Il travaille dans le domaine de la dynamique symbolique et de la topologie pro-finie.

Les principaux pays partenaires de l'équipe Algorithmique sont l'Allemagne (RWTH Aachen), le Royaume Uni (King's College London, Liverpool University), la Belgique (Université de Mons), l'Italie (Université de Palerme, de l'Aquila, le Polytecnico di Milano, l'Université de Milan, l'Université de Pise), la Finlande (Université de Turku), la Pologne (Université de Varsovie), la Slovénie (Université de Maribor et Université de Ljubjana), Israël (Universités de Haïfa et Bar Ilan) et le Canada (UQAM à Montréal, University of Western Ontario, McMaster).

L'équipe Combinatoire algébrique et calcul symbolique va accueillir pour un an Victor Reiner, de l'University of Minnesota et va poursuivre ses nombreuses collaborations internationales.

L'équipe Informatique linguistique maintient ses collaborations en cours et initie une collaboration avec l'Université de Niigata (Japon) en vue du traitement du texte japonais. Une demande de projet Hubert Curien est déposée.

L'équipe A3SI va déposer un projet de collaboration CNRS-JSP avec le National Institut of Informatics de Tokyo. Elle va collaborer dans les domaines des architectures dédiées au traitement d'images avec Jean-Luc Gaudiot, University of California.

Les collaborations de l'équipe Signal et communications avec le LTCI sur l'utilisation des grandes matrices aléatoires en communications numériques et en traitement de signal se poursuivront dans le cadre du projet ANR Masse de données et connaissances ambiantes SESAME. Par ailleurs, l'équipe va collaborer activement avec Xavier Mestre (CTTC Barcelone) sur les liens entre grandes matrices aléatoires et estimation statistique.

Les collaborations existant entre l'équipe Signal et communications et le Laboratoire Jacques-Louis Lions de l'Université Pierre-et-Marie-Curie devraient

se poursuivre de manière active. Il est déjà prévu que Caroline Chaux, Patrick Louis Combettes et Jean-Christophe Pesquet co-organisent, en Juin 2009, une rencontre internationale sur *l'approximation et l'optimisation en restauration et reconstruction d'image* qui réunira une cinquantaine de participants.

Par le biais de Caroline Chaux, des collaborations avec l'INRIA Sophia Antipolis-Méditerranée (imagerie microscopique biologique) et Thalès Alenia Space (imagerie satellitaire) ont été entamées.

Dans le même temps, nos collaborations avec l'IFP sont en train de s'orienter vers des problématiques d'analyse de signaux issus de mesures effectuées sur des moteurs, dont les enjeux environnementaux sont importants. Cette thématique fait appel à un ensemble de compétences transversales au sein de l'équipe Signal et communications (séparation de sources, processus cyclostationnaires, analyse temps-fréquence).

Des soumissions de projets ANR sont envisagées dans le cadre des collaborations mentionnées avec l'INRIA Sophia Antipolis-Méditerranée (projet ARIANA) et avec l'IFP.

Par ailleurs, l'équipe Signal et communications continue à maintenir les liens étroits existant avec Sup'Com Tunis, le dépôt d'un projet CMCU ayant été effectué en juillet 2008.

Le laboratoire continue aussi à soutenir les collaborations nationales. Elles seront naturellement poursuivies et le dépôt de nouvelles demandes ANR encouragé. Le laboratoire encouragera aussi particulièrement la participation des jeunes chercheurs aux GDR.

Le laboratoire souhaite au cours de ce quadriennal renforcer ses contacts avec les organismes et les entreprises afin de pouvoir augmenter ses contrats et ses ressources propres. Dans cette optique, il va poursuivre sa participation dans les pôles de compétitivité Advancity, Cap Digital et System@tic.

3.5 Projets logiciels

Toutes les équipes du laboratoire sont impliquées dans des projets de développement logiciel. Le développement et la valorisation des logiciels continuera à être encouragée.

Nous présentons ci-dessous quelques projets logiciels

- Dans le prolongement du projet ANR OPTI-MED et en liaison avec le Service hospitalier

Frédéric Joliot (CEA Orsay) et avec le Laboratoire Jacques-Louis Lions de l'Université Pierre-et-Marie-Curie, un logiciel libre écrit en C/C++ devrait être développé pour la reconstruction d'images de TEP.

- Dans le cadre d'un PEA financé par la DGA une plate-forme logicielle écrite en Matlab a commencé à être mise en place pour la séparation de mélanges convolutifs de signaux de communication numérique.
- L'équipe Combinatoire algébrique et calcul symbolique va amorcer la migration de ses logiciels sur la plate-forme *SAGE*, basée sur Python.
- L'équipe Informatique linguistique poursuit le développement du logiciel Unitex dans deux directions : d'une part, l'intégration des fonctionnalités novatrices d'Outilex, ce qui suppose de les consolider et de les rendre multi-plateformes ; d'autre part, le développement de composants permettant de traiter des langues agglutinantes (japonais, coréen, turc, etc.) en offrant à leurs utilisateurs les mêmes fonctionnalités de reconnaissance de formes linguistiques.
- L'équipe Algorithmique va continuer le développement des logiciels *Tatoo* et *Vaucanson*.
- L'équipe Algorithmique va également procéder à la migration de l'ensemble des programmes du Lothaire sous *SAGE*. Une coopération plus étroite avec le laboratoire LaCIM de L'UQAM de Montréal sur ce sujet est envisagée.
- L'équipe A3SI va poursuivre ses développements dans le domaine de la réalité virtuelle.

4 Personnel

4.1 Croissance et recrutements

Au cours du prochain quadriennal, le laboratoire souhaite poursuivre sa croissance avec le soutien de ses tutelles. Le laboratoire continuera à renforcer les thématiques existantes et en favorisant les échanges inter-établissements et le classement en position éligible de candidats externes.

Le laboratoire continuera à soutenir les demandes de délégation CNRS et de CRCT de ses enseignants-chercheurs afin de faciliter leur implication dans la re-

cherche. Par ailleurs, malgré les tensions qui existent toujours sur l'enseignement de l'informatique à l'université, il incitera les jeunes recrutés à demander les allègements de service proposés par l'université.

Concernant les personnels supports à la recherche, le laboratoire souhaite, avec le soutien de ses tutelles et ses moyens propres, pouvoir renforcer la présence d'ingénieurs. La politique du laboratoire est d'impliquer directement les ingénieurs dans les équipes et de leur donner des missions transversales pour mutualiser les moyens du laboratoire. Ils auront également pour mission de développer la valorisation.

Afin de pouvoir accompagner la montée en puissance de notre plate-forme de réalité virtuelle, créée avec le soutien du CNRS dans le cadre du GIS « Aménagement virtuel », le laboratoire souhaite pouvoir recruter un ingénieur de recherche pour aider les chercheurs dans les aspects techniques et logiciels de ce matériel très spécifique. Cet apport aidera à fédérer les forces de recherche en réalité virtuelle, en particulier avec les nouveaux membres venant du CERTIS mais aussi avec d'autres établissements du PRES comme l'INRETS ou le CSTB.

4.2 Enseignement

Le laboratoire souhaite continuer à s'impliquer dans les Masters afin de préparer les étudiants à une poursuite en doctorat sur les thématiques du laboratoire.

Les deux spécialités du Master informatique, « Ingénierie informatique » (à finalité professionnelle) et « Science informatique » (à finalité recherche) de l'UPEMLV devraient être regroupées tout en maintenant des parcours différenciés proposés aux étudiants.

Le tronc commun sera supprimé et les cinq filières de la spécialité Science informatique actuelle seront remplacées par des parcours et des spécialités, Informatique linguistique, Réseaux, Algorithmique et combinatoire, et Synthèse, signal et image.

Cette nouvelle maquette est destinée à tenir compte de la baisse des effectifs. La disparition du tronc commun est susceptible de satisfaire ceux qui ne souhaitent pas suivre une formation poussée dans un domaine éloigné de leur spécialité. L'objectif est aussi d'essayer d'attirer plus d'étudiants de l'université dans les parcours de formation par la recherche, même s'ils ne se destinent pas à une carrière de chercheur mais plutôt d'ingénieur en recherche-développement.

L'équipe Signal et communications se verra impliquée dans ce nouveau Master par le biais d'un parcours Signal, dans la filière Synthèse, signal et image. La création de ce parcours fait suite à une demande de l'équipe de pouvoir s'impliquer dans la formation à la recherche au sein de l'UPEMLV. Elle bénéficiera d'un soutien actif de l'ESIEE.

4.3 Doctorants et post-doctorants

Le laboratoire fait partie de l'École doctorale ICMS (Information, communications, modélisation, simulation), dirigée par Robert Eymard. Cette École doctorale est en cours de restructuration. Pluridisciplinaire, elle a associé jusque là les sciences mathématiques, les sciences de la communication, de l'information et de la matière, non seulement dans leurs domaines d'excellence respectifs, mais également autour des méthodes communes de l'analyse numérique et des modèles de simulation.

Le laboratoire est fortement impliqué dans l'École doctorale. A titre d'exemple, il a obtenu lors de la dernière attribution des bourses de thèses, deux bourses fléchées (une dans le domaine de l'image, l'autre en combinatoire algébrique) et une allocation spécifique. Il a ensuite obtenu cinq bourses non fléchées sur les huit attribuées par l'École doctorale. Dix nouveaux doctorants et doctorantes⁽³⁾ intègrent le laboratoire à la rentrée 2008⁽⁴⁾. Trois doctorants vont rejoindre l'équipe Algorithmique, cinq l'équipe A3SI (dont une bourse DGA), un l'équipe Signal et communications (avec une BDI CNRS), et un l'équipe Combinatoire algébrique et calcul symbolique.

En accord avec la politique du PRES Paris-Est, les projets des nouvelles Écoles doctorales coïncident en intitulé et en périmètre avec ses départements scientifiques. La nouvelle École doctorale pour notre laboratoire va donc se recentrer autour des mathématiques et des sciences et techniques de l'information et de la communication (comportant une intersection non vide avec le domaine des mathématiques), allant jusqu'au domaine des transports (automatique, traitement de l'image, robotique). Cette nouvelle École doctorale MSTIC (Mathématiques et STIC) devrait regrouper une dizaine de laboratoires.

Un département des formations doctorales a été créé et organisé dans le PRES avec des moyens transférés par les établissements fondateurs. Il assure les formations transversales aux Écoles doctorales et les actions de professionnalisation.

En ce qui concerne les post-doctorants, le laboratoire encourage les jeunes doctorants à effectuer un post-doctorat à l'étranger. Il souhaite aussi pouvoir augmenter le nombre de post-doctorants étrangers qu'il accueille.

Le laboratoire et l'École doctorale soutiennent particulièrement le financement des missions et de la formation des doctorants. Ils encouragent aussi la valorisation des thèses. Les meilleurs docteurs sont invités à candidater aux prix de thèses qui leur sont proposés.

5 Équipement

Le laboratoire souhaite poursuivre ses investissements dans le développement de la plate-forme de réalité virtuelle qui est mutualisée entre l'UPEMLV et l'ESIEE et qui a été montée dans le cadre du GIS Aménagement virtuel. L'arrivée des membres du CERTIS de l'ENPC devrait permettre le développement commun de nouveaux projets sur cette plate-forme.

En ce qui concerne tous les moyens informatiques, le laboratoire conservera sa politique de mutualisation. Il espère que le développement du PRES Université Paris-Est va faciliter, d'un point de vue informatique et réseau, l'intégration des équipes multi-établissements au sein d'un même site.

⁽³⁾sur les dix nouveaux doctorants, deux sont des doctorantes.

⁽⁴⁾les nouveaux doctorants du CERTIS sont non comptés.