

Compte rendu de l'ARP

Enquête sur les mathématiques au cœur de l'innovation industrielle

Yvon Maday

avec la participation de

Malik Ghallab

Novembre 2009

Table des matières

Contexte et Enjeux.....	5
Différentes actions possibles pour développer les relations maths-industrie.....	7
Quelques propositions complémentaires et pistes de réflexion.....	15
Quelques propositions que l'ANR pourrait mettre en place rapidement.....	17
Compte rendu de visites dans des centres ayant des relations Maths-Industrie.....	19
Analyse de l'enquête (voir détails en fin du document).....	39
Recensement de quelques activités en relation avec les entreprises existantes au niveau national.....	41

La recherche permet de transformer l'argent en connaissance

L'innovation permet de transformer la connaissance en argent ... Jorgo Chatzimarkakis

Contexte et Enjeux

La recherche en mathématiques en France, reconnue pour être au plus haut niveau international, sur le spectre le plus large, se fait principalement dans les Universités, un certain nombre de Grandes Ecoles et dans des organismes publics ou associés. Environ 3000 mathématiciens (enseignants-chercheurs et chercheurs du CNRS ou de l'INRIA) travaillent dans ce cadre.

Ces enseignants chercheurs forment un nombre bien plus important de jeunes mathématiciens diplômés qui trouvent du travail grâce à leur formation dans des entreprises ou laboratoire. Certains d'entre eux continuent à faire de la recherche en mathématiques, à un niveau plus ou moins avancé, ils participent activement aux développements et à l'innovation au sein de leur industrie mais sont par contre souvent isolés et assez difficilement recensés.

L'innovation industrielle n'est pas le seul fait des mathématiciens, loin s'en faut, et de nombreux centre de R&D n'emploient pas de mathématiciens, les ingénieurs les techniciens sont les scientifiques sur lesquels s'appuient les développements technologiques. Les enjeux sont pourtant bien réels comme le souligne le rapport de la NSF (1998) : « L'explosion de l'information à tous les secteurs de la société et le rôle omniprésent de la technologie dans le maintien de la sécurité et de la prospérité de la nation, ont placé les sciences mathématiques dans une position d'une importance capitale. Les mathématiques fournissent un contexte de communication et de découverte à bien d'autres disciplines ».

Pour progresser, le niveau des collaborations entre les mathématiciens académiques et scientifiques (de formation mathématique et autres) dans les centres industriels doit donc être notablement augmenté... c'est ce qu'ont compris, dans l'ensemble, les grands groupes industriels, certaines PME et PMI mais ce n'est pas là la règle générale.

Dans notre contexte, le terme « industrie » doit être interprété comme toute activité à valeur économique ou sociale, notamment l'industrie de services, indépendamment du fait que c'est dans le secteur public ou privé ; les mathématiques comprennent toute activité dans les sciences mathématiques, y compris les statistiques mathématiques.

Plusieurs actions, notamment par la SMAI et la SFDS dont c'est l'une des missions, sont entreprises pour garder un lien avec ces mathématiciens industriels et renforcer le contact

entre les milieux académiques et industriels. Il n'en reste pas moins vrai que de nouvelles collaborations sont toujours difficiles à établir et que le nombre de celles qui existent, en moyenne, est bien en deçà de ce qui existe dans d'autres pays d'Europe (Allemagne en tête mais aussi les pays nordiques ainsi que l'Angleterre).

On trouvera dans le rapport sur les mathématiques dans l'industrie de l'Organisation for Economic Co-operation and Development, Global Science Forum, daté de juillet 2008 des recommandations adressées à la communauté universitaire, gouvernementale et à d'autres organismes de financement, ainsi qu'à l'industrie. Elles sont conçues pour stimuler l'interaction entre les mathématiques et l'industrie ; pour renforcer le programme d'études des étudiants en mathématiques; pour améliorer l'infrastructure permettant d'accroître les interactions, à la fois dans les universités et dans l'industrie ; et pour renforcer la coordination et la coopération aux niveaux nationaux et internationaux.

La présente étude a permis de faire un état des lieux, aussi exhaustif que possible, sur les actions en France, les actions à l'étranger en particuliers celles qui, organisées à une échelle substantielles sont soutenue par les gouvernements pour insuffler des collaborations entre mathématiciens académiques et mathématiciens industriels pour améliorer la compétitivité des entreprises.

A partir de cet état des lieux, on a pu avancer des propositions pour améliorer le passage de connaissance et les collaborations fructueuses pour allier, dans le domaine des mathématiques, la recherche et l'innovation. Ces propositions dépassent le cadre de l'ANR et sont des pistes de réflexion sur les initiatives que pourrait prendre la communauté mathématique française, les organismes, l'ANR et de façon plus générale l'État.

Ces propositions rejoignent, en les conjuguant à l'état des collaborations existantes, certaines propositions présentées dans le rapport de l'OCDE, elles résonnent également avec les avancées de l'initiative de la société mathématique européenne (EMS) soutenue par l'European Science Foundation (ESF) dans le cadre du Forward Look qui partage les mêmes objectifs :

The goal of the Forward Look 'Mathematics and Industry' is to explore ways of stimulating and/or intensifying the collaboration between Mathematics and Industry. It will enable Europe's scientific community, in interaction with policy makers, to develop medium- to long-term views and analyses of future research activities with the aim of defining research agendas at national and European level. It is expected that it will impact society by strengthening the mathematical knowledge base of a wide spectrum of research-intensive industries.

Différentes actions possibles pour développer les relations maths-industrie

1) Organiser des semaines type ESGI (European Study Groups with Industry)

Il s'agit d'une session de travail sur des problèmes industriels. Cette expérience commencée à Oxford en 1968, réunit chaque année des industriels et des experts en sciences mathématiques d'horizons et de cultures diverses, voir <http://miis.maths.ox.ac.uk/> Elle est reprise et étendue dans différents pays européen sur le même format au sein de l'ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) .

Les industriels sont invités à exposer un problème qu'ils ont identifié comme étant de nature à enrichir leur compétence mais qui reste « rangé dans un tiroir » car jugé hors de portée des moyens de recherche qu'ils peuvent mettre en place de façon habituelle. Grâce aux échanges informels entre les participants, la formulation du problème évolue, des pistes sont lancées et l'auditoire ressort en ayant augmenté la compréhension de la problématique, raffiné sa formulation et en tous cas en ayant participé à un échange stimulant intellectuellement et de nature à mieux comprendre les enjeux qui mobilisent les industriels et la façon dont des spécialistes du côté académique peuvent aborder une question nouvelle.

Les problèmes exposés peuvent appartenir à des thématiques très larges et faire appel à des domaines très variés des sciences mathématiques. La seule contrainte est que ces problèmes doivent pouvoir déboucher sur une formulation mathématique.

Des industriels et une cinquantaine de mathématiciens (senior, junior ou doctorants) travaillent ensemble une semaine sur 6 problèmes qui sont exposés le lundi matin par les entreprises présentes. Les jours suivants, et jusqu'au jeudi soir les séances de travail parallèles sur chaque problème sont pilotées par les industriels et les organisateurs seniors de l'atelier. La durée permet de réfléchir sur des questions posées, les faire passer dans l'entreprise auprès de collègues qui ne participent pas à l'atelier, le format permet aussi de faire intervenir pour un court moment un mathématicien présent à l'atelier mais qui a choisi un autre projet. Le vendredi, le résultat des discussions est présenté au groupe entier pour chacun des projets industriels.

Le modèle implique que des organisateurs qui sont allés chercher les projets, aient travaillé avec les industriels en amont de la semaine pour les aider à décortiquer un peu leurs problèmes. Ceci permet qu'il y ait réellement la possibilité de travailler efficacement pendant la semaine.

L'investissement pour l'entreprise est de participer pour moitié au budget et de détacher un ingénieur ou deux pour une semaine. Le reste du financement est pris en charge par les organisateurs (financement public).

Le modèle implique également que les organisateurs rédigent, dans le mois qui suit la semaine de réflexion, un compte rendu de ces journées pour chacun des projets, en indiquant les pistes et les équipes intéressées à participer à la suite de l'étude. Il est intéressant, mais pas toujours organisé comme tel, que les

organisateurs gardent une vision sur le devenir de ces projets, par exemple si ils donnent lieu à des contrats bilatéraux. On peut aussi imaginer que de tels projets soient confiés à la sagacité de la communauté mathématique dans le cadre d'un CEMRACS¹ afin de parfaire l'étude, en particulièrement si, à l'issue de la semaine de travail, plusieurs voies potentielles sont ouvertes.

Le suivi à plus long terme de ces semaines de travail permettrait de tirer des enseignements de ces initiatives et donner lieu à l'organisation d'écoles d'été entrepreneuriales avec pour public les étudiants de master et/ou les mathématiciens en entreprise.

Enfin, un produit découlant de ces semaines de travail est l'organisation de semaines junior, à vertu pédagogique, pour les étudiants de Master, afin de les introduire à la recherche en mathématique industrielle. En effet, parmi les sujets les plus avancés, une ou deux années après, un enseignement pourrait être tiré et être présenté sous forme de dialogue actifs à un groupe d'étudiants en mathématique.

Financement :

- la semaine de travail, avec la participation de 50 personnes dans un centre comme le CIRM est évalué à 60 000 Euros. Financé pour moitié par les industries et pour moitié par des fonds publics.
- Il est nécessaire d'avoir des personnes qui démarchent les industriels et des personnes qui jugent la pertinence scientifique du projet. Un modèle possible pour les scientifiques est celui d'une dotation annuelle de 10 000 Euros pour suivre les dossiers (le nombre de ces scientifiques dépendant des charges qu'ils auront à faire. Il peut s'agir de un ou deux pour l'organisation de ces semaines, à 8 à 10 si d'autres charges ci-dessous leurs sont confiées). Pour les personnes chargées de démarcher les industriels (équivalent aux développeurs commerciaux de MITACS) il s'agit d'un travail à temps plein dont la pertinence n'est sans doute pas justifiée par la seule organisation de ces semaines mais dont la pertinence et le nombre donc l'efficacité est augmentée dans un cadre plus large de missions qui leurs seraient confiées.

A minima

3 semaines par an (90 k€) + 2 directeurs scientifiques (20 k€) + 2 développeurs commerciaux (160 k€) : **270 k€**

¹ Rappelons que le CEMRACS (Centre d'Eté Mathématique de Recherche Avancée en Calcul Scientifique) permet de réunir, depuis maintenant 14 ans, les acteurs de la recherche en mathématiques appliqués et les ingénieurs des centres industriels pour travailler sur le sujet d'une thématique choisie chaque année par les responsables de l'événement. Après une école d'été qui permet de faire un point sur des connaissances nécessaires à la thématique, les 6 semaines que durent le CEMRACS sont consacrées à des projets de recherche, précédés d'un séminaire quotidien. Ces projets sont confiés à un binôme de jeunes chercheurs encadrés par un ou plusieurs chercheurs confirmés issus du milieu industriel ou académique.

2) Stages en entreprises à la manière du MITACS ACCÉLÉRATION ou Matheon Internship Program

Il s'agit de mettre, pour une période de 4 mois à 6 mois (éventuellement renouvelable pour durée totale de 12 mois) un étudiant en sciences mathématiques comme lien entre une entreprise et un enseignant chercheur à l'université.

Noter que cette expérience est aussi portée par MITACS aux Canada, qui d'ailleurs a obtenu une extension de son domaine de compétences dans toutes les disciplines tant l'expérience initiale, localisée sur les mathématiciens a bien réussi et permis de créer un réseau de connaissances.

Une remarque sur le paysage français : les écoles d'ingénieur sont un formidable réservoir de coopérations avec les industriels. En effet, beaucoup d'entreprises proposent déjà des stages d'école et emploient des ingénieurs sortis de ces écoles. Ces derniers ont très peu de connaissance des universités et en particulier ne sont conscient ni des l'existence des laboratoires de recherche en milieu universitaire, ni que la majorité des très bons laboratoires de recherche sont dans les universités... en tout cas pour le domaine des mathématiques. Le contenu mathématique de ces stages est d'ailleurs le plus souvent inégal et les besoins en développement mathématiques ne sont le plus souvent pas développés faute de bras.

Le but de cette proposition est d'étendre la spectre des acteurs de ces contacts en incluant, les étudiants de Master et de Doctorat en mathématique et les l'ensemble des laboratoires de recherche en mathématiques pour faire se rencontrer ces mondes qui s'ignorent trop.

Le coût d'un stage de 4 mois est de 15 000 €, il serait, pour moitié financée par l'entreprise et l'autre par l'ANR. Ce financement couvre pour 10 000 € le salaire de l'étudiant et pour 5 000 € une contribution pour le collègue universitaire. Il s'agit pour l'étudiant d'un travail à temps plein qu'il effectue à mi-temps entre l'entreprise et le laboratoire universitaire. L'appel à projet relativement court (2-3 pages) est continu. Les directeurs scientifiques (du même type que ceux présentés dans le point 1 ci-dessus, ce qui justifierait un volant de 8 à 10 directeurs sur la France) évaluent les projets (environ 10 par mois), ils vérifient que la teneur en recherche est substantielle (bien sûr différente suivant le niveau de l'étudiant) et peuvent demander à revoir la copie. Ce projet, rédigé par l'étudiant sous la direction d'un enseignant chercheur et du correspondant industriel est alors envoyé à un rapporteur extérieur pour recevoir la qualification nécessaire. Le processus d'acceptation dure entre 2 à 4 semaines.

- Il serait bien de pouvoir annoncer 50 projets de ce type financés par l'ANR soit 375 000 € auxquels il faut ajouter :
- les personnes chargées de démarcher les industriels et des personnes qui jugent la pertinence scientifique du projet. Un modèle pour les scientifiques d'une dotation annuelle de 10 000 Euros pour suivre les dossiers (ajouter 6 personnes par rapport au projet précédent). Pour les personnes chargées de démarcher les industriels (équivalent aux développeurs commerciaux de

MITACS) il s'agit d'un travail à temps plein dont la pertinence commence à être justifiée par l'organisation des semaines précédente et les stages présentés dans le second point, il en faudrait ajouter environ 5 personnes à 80 000 Euros).

Budget additionnel par rapport au point 1

375 K€ + 60 k€ + 400 k€ = 835 k€

Budget 1 + 2 = 1 105 k€

3) Programme de collaboration bilatérale au fil de l'eau

Les programmes actuels de l'ANR ne favorisent (permettent) pas — du moins en mathématiques — les collaborations bilatérales entre une entreprise et une équipe de mathématiciens académiques, c'est pourtant le modèle préféré par les industriels qui ont plus confiance dans ces modèles pour des raisons de confidentialité, ou de propriété intellectuelle.

Les délais actuels de l'ANR sont aussi relativement longs pour ces interactions, et la plupart des besoins des industriels, en particulier les PME, doivent être couverts dans des délais plus courts.

Cette proposition consiste à mettre en place des appels à projets bilatéraux, spécifiquement pour les PME, au fil de l'eau, (3 ou 4 réponses par an) dont l'analyse pourrait être faite par un comité scientifique constitué des directeurs scientifiques précédents. L'idée est d'accepter des projets pour initier des collaborations entre PME et laboratoires universitaires. Le financement pourrait contenir un stage de M1, M2 ou participation à une thèse ou un post doc. La durée serait sur 12 à 18 mois, leur acceptation serait assujettie à une certaine assurance que l'entreprise prendrait le relai de la collaboration si cette étude préalable était positive ou du moins participerait à un appel à projet plus classique à l'issue de cette première collaboration.

Financement 20 projets de 50 k€ = 1 m€

Si on doit voir cela comme un projet à 3 ans pour mieux entrer dans le cadre de l'ANR, on peut demander à ce que les projets soit sur 3 ans, avec une partie prospective à 18 mois financés par l'ANR (allumage) et un relai optionnel mais crédible qui serait pris par l'entreprise à l'issue de cette période d'allumage si les conclusions sont positives. Un rapport de 1 projet continuant effectivement sur 2 démarrés serait un succès.

4) ANR Programme Blanc

Afin de favoriser l'émergence de propositions de recherche incluant mathématiciens du monde académique et mathématiciens du monde industriels sur des projets innovants, l'ANR pourrait réserver une proportion des appels

Blanc à des collaborations de ce type, ces financements, plus importants que les appels ci-dessus pourraient alors inclure des demandes comme

4.1 - Ingénieurs mathématiciens

Les projets industriels comportent une partie qui n'est pas réellement sur ressort du travail d'un chercheur, mais plutôt du ressort d'un ingénieur mathématicien. Pour des collaborations entre PME ou SME et laboratoires de recherche académique, la présence d'ingénieurs est fondamentale. Pourtant, ce genre de poste est très rare, car rarement demandé en période de pénurie (la plupart des labo pense au choix : un poste d'ingénieur à la place d'un nouveau CR).

Il est important d'avoir ces ingénieurs disponibles pour commencer des collaborations dès le début, sans attendre le recrutement d'un post doc qui tarde toujours pour arriver. Du côté des laboratoires, l'offre ou la recherche de collaborations sans cette ressource fondamentale n'est pas assez importante, il en résulte que la demande n'est pas réellement importante non plus. Pourtant il s'agit d'un élément essentiel pour épauler la collaboration industrielle. En particulier là où elle n'existe pas encore car dans ces cas il faut fournir un service clef en main (recherche, mise en œuvre, code et suivi).

L'idée est de proposer des germes de tels postes qui seront remboursés ensuite. Une année consolidée d'ingénieur étant facturée entre 100 k€ et 150 k€, elle prend en compte bien plus que le salaire d'un ingénieur mathématicien débutant 50k€. L'ANR pourrait donc impulser la disponibilité d'ingénieurs mathématiciens pour la collaboration industrielle en finançant, pour voir, 20 postes de ce type affectés dans 20 laboratoires après dépôts de dossiers donnant un an au labo pour récupérer le financement et transformer ces postes CDD en CDI. Les laboratoires auraient ainsi 1 année pleine pour creuser des pistes qu'elles montreraient avoir prospecté dans le dossier qui serait remis à l'ANR pour bénéficier de cette aide.

Coût 1M€ par an

4.2 - ATER-conseil... extension de doctorants conseil

Le système des demi postes ATER a deux inconvénients.. il coute cher à l'Université qui, pour un service d'enseignement doit payer deux demi postes qui ne sont pas financés à un salaire de 50%, et pour l'étudiant (un demi poste environ 2/3 salaire), il ne compte pas comme une année de service dans l'ancienneté de l'étudiant. Pourtant il présente un fort intérêt de dégager du temps au jeune chercheur en fin de thèse qui ne se retrouve pas avec un service plein.

Le système mis en place ici propose un financement permettant de compléter des demis postes ATER pour en faire des postes pleins d'ATER avec un demi service d'enseignement, et une mission de 4 mois en entreprise. Le mode de financement de ce complément serait identique (50% par l'entreprise, 50% par l'ANR ou autre)

- c'est bon pour l'entreprise qui va avoir à disposition une compétence pour pas très cher .. ça permet de voir (elle paie la moitié)
- c'est bon pour la nation (cela permet d'initier de nouvelles relations et de rendre les entreprises françaises plus compétitives... retour en TVA un peu plus tard)
- c'est bon pour l'université qui récupère bien un demi enseignement en retour d'un demi salaire d'ATER mais aussi une collaboration labo/entreprise qui pourra continuer sur un modèle plus classique (elle finance le demi poste d'ATER)
- c'est bon pour les doctorants (qui a une expérience nouvelle et peut éventuellement être recruté ensuite)

**Cout de lancer l'opération (éventuellement sur 2 ans) : 50 demi postes a 26k€ (un financement ATER= 52k€)
soit 1 300 k€ soit 650k€ pour les entreprises et 650k€ pour l'ANR**

4.3- Décharge de service pour enseignants chercheur + ATER

De même qu'il n'y a peut être pas assez de supports d'ATER, il n'y a pas assez de supports de sabbatiques ou des CRCT (en tout cas pas assez pour que tous les enseignants chercheurs puissent en profiter tous les 6 ans comme cela devrait être le cas pour avoir une année de ressourcement ou une conversion thématique comme l'implication dans un projet industriel peut le demander) la compétition est donc telle qu'un projet de recherche en industrie n'est pas prioritaire dans les commissions d'attribution.

L'idée est donc de proposer un système de financement alternatif ayant pour objectif le travail d'enseignants dans des équipes industrielles pendant un temps assez important. On peut donc imaginer des financements pour des décharges de service qui permettraient aux enseignants de dédier ce temps gagné dans un investissement pour la recherche industrielle.

Cette initiative devrait être soutenue par ailleurs. En effet, il faut comprendre que le travail sur des problèmes industriels n'est pas forcément valorisé par les commissions de promotion. L'investissement dans un problème industriel fait « perdre » du temps pour les publications et la recherche classique. Il suffirait de mettre en place, associé à ces opérations, un post doc, ou mieux un ATER qui prendrait un service d'enseignement équivalent à celui laissé par l'enseignant en poste déchargé et qui de plus aiderait l'enseignant dans sa recherche.

Ce qui peut être proposé est donc un projet sur deux ans : un an de décharge, deux ans d'ATER, environnement... Toujours parce que c'est bon pour l'industriel, pour l'Université et la nation, chacun doit contribuer.... On pourrait très bien limiter ces opérations à des maitres de conférences ou de jeunes professeurs fraîchement recrutés

Cout de l'opération :

- Deux années d'ATER = 110k€
- Accompagnement = 50k€

TOTAL 160 k€ ou la moitié est payée par l'entreprise, un quart par l'université et un quart par l'ANR soit 40k€ par opération pour l'ANR

Mise en place de 25 projets = 1m€

Ceci pourrait donner lieu à un appel d'offre annuel individuel sur un projet construit à la suite de contacts préliminaires favorisant les relations PME (voire SME) avec les laboratoires universitaires.

5 Post doc industriels

Il s'agit de proposer des stages d'immersion de nouveaux docteurs dans le milieu de la recherche industriel. Ces stages, à l'instar de ce qui est proposé à l'IMA à Minneapolis, ont vocation à faire entrer des jeunes acteurs de la recherche en mathématiques dans les entreprises en leur permettant une ouverture vers la recherche industrielle accompagnée. L'idée est que les jeunes docteurs, intéressés par cette orientation de leur carrière, seraient immergés dans un laboratoire de R&D pendant une année afin de comprendre le problème posé par le secteur « métier » après avoir compris et modélisé le problème, en collaboration avec un tuteur dans un laboratoire académique, reviendrait pendant un an pour collaborer avec l'équipe académique. Le projet est donc vu sur deux années, la première étant une immersion, la seconde étant pour la résolution et le transfert de compétences entre du milieu de la recherche académique vers le centre de R&D. Les droits de Propriété Intellectuelles sont proposés par le cadre de l'action ou discutés au cas par cas, mais en tout état de cause ils sont partagés.

Le financement serait également partagé entre les deux acteurs, le laboratoire académique étant soutenu par l'ANR.

Il faut noter qu'il serait bon de réserver cette action aux industriels et entreprises qui entrent pour la première fois dans les collaborations avec les acteurs académiques en mathématiques.

6 Réseau de Compétences

Proposer un appel d'offre pour organiser un réseau de compétences sur le modèle du KTN confié, en Angleterre au Smith Institute.

Ce réseau aurait pour vocation de mettre en contact les laboratoires académiques et les industriels ayant des besoins de modélisation et simulation mathématique pour améliorer leur compétitivité.

Ce réseau serait en charge de démarcher les industriels et discuter de problèmes ou des besoins de mathématiques pourraient améliorer la résolution. Il serait également en charge de proposer une vitrine de compétences mathématiques des laboratoires académiques susceptibles d'avoir des applications innovantes.

Le spectre de connaissance de l'entité en charge de ce réseau devrait être assez large pour ne laisser aucun pan des mathématiques de côté.

Le budget nécessaire est de l'ordre de **1m€**

7 Carnot

Refaire un appel d'offre avec une modification appropriée de l'appel d'offre donnant la possibilité de proposer un Carnot de mathématiques toutes thématiques confondues et à vocation nationale. Un peu comme le Fraunhofer-Gesellschaft de Kaiserslautern.

Quelques propositions complémentaires et pistes de réflexion....

8 IUF industriels

Il est classique de montrer des success stories pour justifier de l'intérêt des collaborations des entreprises avec des équipes incluant des mathématiciens. Il serait sans doute intéressant de proposer alternativement des modèles de carrières en particulier en directions des jeunes maîtres de conférences et jeunes professeurs en leur montrant que le travail en collaboration avec des industriels peut être évalué et valorisé. Quelques positions de type IUF fléchés sur des chaires récompensant des collègues universitaires par cette reconnaissance prestigieuse aurait un impact indéniable... Cette proposition est à affiner au niveau du ministère.

9 Industriels en labo

Réciproquement l'ANR pourrait favoriser l'arrivée d'industriels dans des laboratoires sur le mode des chercheurs associés au CNRS ou des PAST. La présence 1 jour par semaine pendant 12 mois ou d'autres combinaisons

10 Promotion des doctorants conseils

Cette initiative mise en place par la ministre a peu marché en mathématiques, très peu d'information a circulé et pourtant elle a le mérite d'être une initiative de plus dans le paysage des actions de collaboration avec les industriels. Il faudrait faire passer dans les laboratoires via la SMAI et la SMF, en parler dans les réunions de directeurs d'unité....

11 Promotion des initiatives industrielles comme support de cours

Rebondir sur la proposition de Stéphane Mallat pour mettre en place un site Web pour aider la création de start-up à partir d'innovations issues de la recherche scientifique, en facilitant :

- l'enseignement et la sensibilisation des étudiants et doctorants en sciences
- la mise en contact de scientifiques et d'entrepreneurs pour le développement de projets.

12 Mettre le conseil scientifique en entreprise dans la partie 60% du CIR

Pour inciter les industriels à plus investir dans les opérations de consulting avec les chercheurs académiques et différencier la valeur ajoutée de ces collaboration par rapport à des opérations de recherche interne, il conviendrait sans doute de rendre le conseil scientifique dans la partie 60% du Crédit Impôt Recherche au

même titre qu'un contrat entre une entreprise et une équipe académique. Les conseils ont la même vocation d'ouverture sur la recherche académique et peuvent rebondir sur des contrats, des embauches de jeunes chercheurs formés dans des labos académiques et surtout la prise en main réelle par des chercheurs académiques de problèmes industriels.

Selon la durée des opérations de consulting, les organismes (comme le CNRS..) peuvent opposer des difficultés insurmontables pour favoriser de telles opérations sur le motif de la protection de la propriété intellectuelle. Il faudrait avoir une discussion à ce sujet et de proposer une pratique moins pesante.

13 Mettre des modèles de coopérations mathématiques

La notion de « délivrables » et de produit est bien différente entre la recherche en biologie et la recherche en mathématiques. La rareté relative de ces collaborations avec les équipes de mathématiciens rend parfois perplexes les bureaux de relations industrielles au CNRS ou à l'université. Il serait bon d'aider les partenaires en proposant des principes généraux, tant sur le plan de la confidentialité, que sur le plan de la propriété intellectuelle. Il pourrait y avoir des accords cadres passés entre les universités et les grands groupes dans lesquels les collaborations pourraient s'insérer.

14 Créer une vitrine des méthodes mathématiques transférables

De la même façon que les industriels peuvent venir présenter leurs problèmes lors de semaines type ESGI, de nombreux collègues dans les laboratoires académiques peuvent avoir l'intuition que leurs méthodes, algorithmes, approches doivent être valorisables... mais ne savent peut-être pas comment s'y prendre. La création et la maintenance d'une vitrine de ces résultats en direction des entreprises, pourrait certainement être bénéfique.

15 Minisymposium industriels dans les conférences

Intervenir pour ouvrir, au moins dans les conférences de mathématiques appliquées, de façon plus systématique des places pour des minisymposiums industriels afin d'apprendre à mieux apprécier et évaluer les contributions de la recherche faite dans ce cadre... Il s'agit de faire que la communauté des mathématiciens industriels se sente mieux dans la communauté des mathématiciens de la recherche académique.

Quelques propositions que l'ANR pourrait mettre en place rapidement

- Mettre en place l'organiser des semaines type « ESGI » de session de travail sur des problèmes industriels. Ce programme a minima peut être confié à une ou quelques entités parmi lesquelles : la SMAI, l'INRIA, la Fondation Sciences mathématiques de Paris ... il peut y avoir une réponse à un appel d'offre

financement 270k€ par an

- Mettre en place une structure capable d'organiser les semaines précédentes et les stages en entreprise avec l'infrastructure au niveau national avec des directeurs scientifiques installés en région et des développeurs commerciaux. La structure capable de répondre à un tel projet doit être déterminée par un appel d'offre

financement entre 1m€ et 1.5 M€ par an

- Mettre en place un appel d'offre pour mettre en place un ou des comités scientifiques environnés pour initier des collaborations. Un comité est chargé de monter un réseau de compétences académiques capables et désireuses de répondre à des problèmes industriels. Le modèle est le réseau KTN du Smith Institute anglais, ou MITACS canadien. Basé sur ce réseau et de des démarches auprès des industriels (en particulier les PME) il est en mesure de faire des " *mariages* " entre des équipes de mathématiciens et des industriels et leur procure un financement adapté pour 18 à 24 mois. Ils doivent ensuite déposer un projet s'ils veulent poursuivre soit dans le cadre du programme « au fil de l'eau » soit dans le cadre de l' « ANR blanc ».

financement entre 1.5m€ et 2 M€ par an

- Mettre en place un programme réactif au fil de l'eau (voir point 3 ci dessus)

financement 1 M€ par an

- Mettre en place un programme d'ingénieurs mathématiciens (voir point 4 ci dessus)

financement 1 M€ par an

Compte rendu de visites dans des centres ayant des relations Maths-Industrie

Compte rendu de la visite de l'Institut Fraunhofer

Les Instituts Fraunhofer se doivent d'avoir un **budget équilibré** de la façon suivante :

45% sur crédits industriels

25 % apportés par le Fraunhofer

30% de budget public

pour chaque Euro ramené par les industriels, le Fraunhofer met une fraction d'Euros (entre 0.4 et 0.55 suivant qu'il y a ou non des crédits de base minimum garantis)

Ceci représente une participation sur projets publics **qui garantit que la recherche est évaluée.**

Ainsi à la question : quel est le critère de réussite d'un Institut Fraunhofer ... Neunzert répond seulement le budget équilibré ... c'est implicite.

A la question : jusqu'ou aller ?... tant que c'est scientifiquement stimulant et innovant... ne pas se soucier de frontières disciplinaires... Pour inciter néanmoins les chercheurs à faire de la recherche, il y a un système annuel de bonus qui peut aller jusqu'à 25 000 Euros, basé pour 50% sur la partie commerciale et 50% sur la partie recherche et les publications entrent de façon non négligeable, ce qui fait que les gens publient .. dans les faits, une évaluation à la louche donne 80% de l'activité est innovante.

driving force : money, sciences, intellectual stimulation.

Comment démarcher les entreprises : aller voir ou sont recrutés les mathématiciens qu'on a formé, ce qu'ils ont fait et ce qu'ils sont devenus, prendre le temps de discuter avec les patrons des PME (qui ont un minimum de recherche..... >10-15 personnes en R&D) pour les convaincre que les maths peuvent apporter des économies et que 10% de ces économies suffisent pour faire l'étude !! proposer une recherche en "millestones" et un premier contrat de collaboration d'environ 25 000 Euros ... Il y a aussi les salons professionnels sources de rencontre qui permettent de montrer des réalisations. Il vaut généralement mieux dans un premier montrer ce que l'on a fait dans des entreprises similaires plutôt que d'essayer d'adapter un discours aux problématiques de l'entreprise si on n'a jamais travaillé sur leurs problèmes.... On est la plupart du temps plus convaincants.

Aller voir les industriels à 3 scientifiques, spécialistes de domaines différents et complémentaires (modeling, numerical simulation, random, optimization, inverse

problems). Après une discussion avec les bonnes personnes un dirigeant de PME doit identifier plusieurs problèmes ou il peut accroître sa compétitivité au travers de collaboration avec des mathématiciens.

La recherche à l'institut a un coût : 100 000 Euros environnés par « personne/année », bien évaluer le temps passé (les crédits du Fraunhofer donnent le droit à l'erreur... mais quand même).

En creusant un peu plus le mode de fonctionnement de l'Institut on s'aperçoit qu'il y a deux démarches complémentaires :

- la première est la collaboration avec les grands groupes, disposant de départements de R&D. Elle permet d'investir de nouveaux domaines, de produire des méthodes et des codes qui restent propriété de l'Institut. Celle là est innovante.

- la seconde, qui vient effectivement dans un deuxième temps, qui est la valorisation de cette première recherche et des codes associés auprès des PME. Il n'y a en fait que très peu de recherche réellement innovante sur le plan mathématique par les PME.

Le succès et la présence du Fraunhofer au niveau des PME est réel, les retombées économiques pour l'industrie le sont aussi, cela ne semble néanmoins pas constituer la force de frappe de l'Institut au niveau de l'innovation en mathématiques.

Pour évaluer la recherche industrielle.. pas trop d'idée....faire le livre Springer sur les maths européennes en faisant parler des patrons

Utiliser la presse pour raconter des success stories.

Sur le plan académique, il faut noter aussi que la Technische Universität de Kaiserslautern, sur laquelle repose l'Institut par les enseignants chercheurs associés, le flux d'étudiants, vient de créer 5 postes nouveaux en mathématiques appliquées.

C R de la discussion avec Robert Leese, directeur du Smith Institute

Le Smith Institute est porteur du projet et central dans le réseau : KTN

«*Knowledge Transfer Network for Industrial Mathematics* », <http://www.industrialmaths.net/>

C'est une entreprise indépendante qui fonctionne sans crédit récurrent du gouvernement et possède une structure «à but non lucratif», ce qui ne veut bien sûr pas dire qu'elle n'essaie pas d'obtenir des bénéfices. Au contraire, les affaires qui ont été entreprises ont toujours été profitables. Ce modèle économique ne permet pas de doubler de taille du jour au lendemain, mais, au moins la crise n'a pas affecté les finances de la structure qui travaille à flux tendu. Son principal but est de développer les relations mathématiques avec les entreprises et les industries, et pas de faire du profit, personne n'a investi dans la compagnie.

Pour la Grande Bretagne, cette structure a le format approprié pour permettre de bonnes relations dans l'interface maths-industrie.

L'ambition est la même que celle du Fraunhofer, mais un soutien financier par le gouvernement le placerait en porte-à-faux par rapport aux start-up qui profitent des relations avec l'Industrie.

Cela n'empêche pas le Smith Institute de participer à certains programmes de recherche gouvernementaux, en particulier au niveau du KTN for Industrial Mathematics.

Une part des crédits vient ainsi du gouvernement en réponse à des appels d'offre, l'autre vient des contrats avec des entreprises. Le Smith Institute emploie peu de personnes, une dizaine seulement, essentiellement des spécialistes scientifiques qui ont une double mission : travailler sur des contrats finalisés et impulser des activités au niveau du réseau KTN for Industrial Mathematics.

Par contre, le réseau KTN est très important : environ 40 Universités, soit 150 universitaires actifs et de l'ordre de 200 industries soit 1000 industriels participants..

Le Smith Institute exerce donc une forte influence sur la communauté à la fois au travers du réseau et directement par des projets initiés par ses actions.

Le taux de croissance est très faible mais régulier ... une personne nouvelle embauchée par an.

Au travers du réseau, le S.I. facilite le transfert de compétences, et passe beaucoup de temps à discuter avec les industries, directement, à l'occasion des congrès sectoriels, mais aussi par le biais de la participation aux Comités et Conseils, en particulier au sein de la BPI.

La taille des entreprises est variable, elle va des très grandes entreprises aux PME/PMI. La réactivité des PME est grande, les patrons sont très accessibles, par contre les investissements sont modérés car les ressources limitées. Les grandes entreprises bougent plus lentement mais leurs investissements sont plus importants. Il est à noter que la crise financière actuelle affecte davantage les PME.

La difficulté se trouve dans l'évaluation de l'impact réel sur les produits finaux de l'entreprise issu des collaborations avec les mathématiciens, dans d'autres disciplines, c'est beaucoup plus facile à mesurer. Beaucoup d'argent a été investi dans ces collaborations, le gouvernement risque donc d'y regarder à deux fois avant de continuer. L'idée du gouvernement était que la compétition à l'international ne peut pas se placer au niveau du coût du travail (ou l'Inde et la Chine gagnent haut la main !!) mais au niveau de la valeur ajoutée des PME en Angleterre basée sur le potentiel des idées, celles-ci reposant sur une recherche active et collaborative avec les maths. Il reste un travail important à faire auprès des politiques pour montrer la nécessité de la recherche mathématique, et transformer la place à laquelle on les relègue classiquement, c'est-à-dire formateur en outils, en place de première ligne dans les collaborations avec les industriels. Il faut leur faire comprendre que c'est bien de mettre de l'argent dans la science en général, et en particulier dans les mathématiques.

Pourtant, les ingénieurs basent de plus en plus leur travail sur des modèles abstraits. Les mathématiciens sont donc les interlocuteurs privilégiés pour valider et améliorer ces modèles, ainsi que pour trouver les algorithmes permettant de simuler des expériences au travers de ces derniers.

C'est bien le cas de l'expérience de Google dont le succès repose plus sur les algorithmes et un « business model » innovant que sur le potentiel lié à l'informatique.

C'est aussi l'expérience acquise par le Smith Institute au travers des *study groups*.

Les participants du réseau adhèrent à l'idée d'une meilleure utilisation des mathématiques en industrie tant dans la communauté académique que dans la communauté industrielle qui reçoit, de façon régulière (toutes les 6 semaines) une newsletter.

Robert Leese insiste sur l'importance du suivi des contacts et la rapidité des réponses, l'intérêt industriel étant fortement volatile. Par exemple, les rapports des study groups doivent être rendus rapidement : l'industriel qui rentre après la semaine avec un rapport, même court a plus de poids que si le rapport arrive deux mois plus tard...

Il est intéressant de noter que le Smith Institute a des problèmes pour garder une trace de ce qui se passe dans les study groups.. il y a de nombreux partenaires académiques et les responsables industriels changent vite..

Le demi-million de Livres (£) que le gouvernement investit chaque année dans le réseau permet de fertiliser les investissements et d'organiser pour 3 à 4 millions de Livres d'activité. Les industries, quelques agences gouvernementales et quelques universitaires utilisent le réseau pour réaliser des activités transversales de discussions et collaborations...

A quoi reconnaît t-on une « success story »

Du côté des industriels :

Cela doit changer leur comportement, leur permettre d'atteindre des objectifs plus rapidement.. Avec un bon modèle on peut différencier rapidement les mauvaises stratégies (cul de sac) et les stratégies prometteuses.

C'est évident dans le cas opérationnel, plus difficile à évaluer dans le cas de la conception. On peut évaluer le gain dû à la réduction des risques et à la mise sur le marché du produit plus rapidement... c'est difficile à évaluer mais les compagnies savent le faire. La conclusion que peut apporter un bon modèle est de discerner les stratégies qui peuvent gagner.

Du côté des chercheurs académiques :

Il doit y avoir une stimulation intellectuelle, les problèmes doivent être attirants intellectuellement. Les industriels doivent confier aux mathématiciens leurs problèmes classés dans la catégorie « importants et difficiles »... et même ceux que l'on range généralement dans catégorie «trop difficile».

Une réussite se mesure à l'envie qu'ont les industriels de continuer.. c'est en effet un bon signe et un argument pour les agences gouvernementales et l'Université.

Les maths industrielles doivent faire appel à toutes les spécialités mathématiques... on a trop souvent l'impression que les maths industrielles sont la branche la plus extrême des

mathématiques appliquées mais cela ne doit pas être le cas et il existe des mathématiciens purs qui contribuent.

Il est pourtant vrai que les mathématiciens appliqués ont une plus grande aisance dans la modélisation ainsi que dans les échanges avec des spécialistes d'autres disciplines.

Le problème évident qui se pose est que le milieu a du mal à évaluer et reconnaître le travail impliquant des relations avec les industriels... et que ce n'est pas assez un argument pour les promotions.. il n'y a pas de publications réelles à se mettre sous la dent.

L'idée d'un journal pour les «statements» risque d'être un sous-produit... : on pourrait entendre « ce ne sont même pas des théorèmes »... par contre un journal sur la validation des modèles pourrait être intéressant... « pourquoi tel modèle est-il valable, meilleur qu'un autre...etc » c'est le quotidien des study groups.

D'après Robert Leese, une société savante ne peut pas faire le travail du Smith Institute... l'objectif d'une société savante est de parler d'une seule voix, ce réseau permet à toutes les voix de s'exprimer, par ailleurs les objectifs sont différents.

Compte rendu : visite MATHEON Berlin

Le nom MATHEON a été trouvé par des étudiants en publicité et design de l'Université de Berlin : « MATH » pour mathématique et « EON » pour la durée dans le temps (période, ère... panthéon).

Matheon est une entité basée sur un accord de coopération entre différents laboratoires de recherche mathématique distribués sur 5 universités de Berlin. Il est financé essentiellement par deux fonds : le Ministère des Sciences et Techniques allemand et le BFG Sciences fondation. Initialement fixé pour une durée de 12 ans (3 plans quadriennaux)

Son but est de promouvoir la recherche mathématique de base dirigé vers des applications ciblées qui porte sur les 7 domaines suivants:

- Télécommunications, Energie, Réseau, Composants Optiques, Finance, Visualisation, Education.

Il n'y a pas a proprement parler de relation industrielles au sein de Matheon, ce n'est pas son objet qui est de développer les aspects fondamentaux de la recherche appliquée et pas de promouvoir la valorisation. Ces relations sont donc

Actuellement il y a environ 60 projets en cours.

Pour financer ces projets : le BFG verse environ 6 millions d'€/an, ce qui permet de payer entre 25 et 30 professeurs, 60 post doc ou des étudiants en PHD. En clair cela permet d'attirer des professeurs de très haut niveau car ils sont dispensés d'enseignement et peuvent ainsi se consacrer a 100% à la recherche et l'encadrement des projets. Cela permet également d'avoir les ressources humaines en nombre suffisant pour faire aboutir ces projets.

La possibilité d'employer les meilleurs professeurs a permis de changer le niveau des mathématiques à Berlin. Matheon a permis d'accroître et de maintenir la place des mathématiques appliquées dans les universités où existaient déjà des mathématiques pures qui tendaient à étouffer les mathématiques appliquées. Cela a entraîné la mort du conflit entre les deux communautés de mathématiciens.

Depuis cette année, alors que nous en sommes au milieu du second mandat de Matheon, la BFG fait la proposition d'élaborer un plan de financement sur plusieurs années, ce qui tendrait à montrer qu'elle souhaite que Matheon devienne un interlocuteur permanent dans les relations entre la recherche mathématique et l'industrie.

- Du point de vue académique, pour qu'un projet soit financé, il faut devenir membre de Matheon, soumettre le projet qui est évalué de manière interne et refusé ou accepté. La méthode est très flexible, il arrive par exemple qu'un projet soit abandonné au bout d'un moment faute de « combattants ». L'impératif dans le choix des projets c'est que ces derniers doivent avoir un impact dans l'industrie mais cela aussi reste très flexible.

Les collègues impliqués dans un projet qui partent de Berlin peuvent garder leur sujet (pas les financements), on ne cherche pas forcément à les remplacer pour continuer le programme. Cela permet de garder ceux qui sont partis dans le cercle de Matheon pendant quelque temps mais le risque est de voir des spécialités s'en aller.

Les industriels ne viennent pas directement trouver et soumettre leurs projets à Matheon. La démarche est inverse : Matheon bénéficie d'un service de presse qui organise des rencontres avec des responsables de chambres de commerce, de services de recherche de grandes entreprises ... les différents projets de recherche sont présentés pendant ces meetings. Le premier but est d'entrer en contact avec les industries et de pousser un projet vers une industrie.

Quand ce premier contact a été établi, les entreprises viennent plus spontanément d'elles même soumettre un problème. Les problèmes industriels sont généralement très pratiques et concrets souvent différents de ceux auxquelles on aurait pensé.

Un exemple de début de certaines collaborations passe par des étudiants. Pour des projets de recherche simples un étudiant en mathématique peut travailler, avant sa thèse de master, sur un contrat de trois mois (généralement juillet, août septembre) dans une entreprise. Ensuite tout en travaillant sur sa thèse de master, il continue à se rendre 1 jour par semaine environ dans la même entreprise ; il est encadré par un directeur. Ce sont souvent les étudiants eux mêmes qui demandent à travailler de cette manière. (internship). Les Mathéon internship ressemblent au modèle canadien développés par MITACS. Matheon demande pour l'encadrement 5 000€ à l'entreprise, l'étudiant est payé par une bourse payée par l'entreprise sur un projet de 3ou 4 mois. Cela conduit souvent à un partenariat sur le plus long terme.

Un autre modèle de rencontre est de proposer que quelques PME acceptent de présenter quelques uns de leurs problèmes en face de mathématiciens dans une réunion commune. Les problèmes sont suffisamment dégradés pour que les entreprises ne craignent pas pour les secrets ou la confidentialité, ces problèmes sont souvent intéressants et permettent aux industriels d'apprendre et comprendre ce que les mathématiciens peuvent apporter... c'est un test en grandeur réelle.

Il n'y a donc pas de façon unique de travailler avec les industriels. Il faut de la flexibilité des deux côtés. De ce point de vue c'est un succès puisque beaucoup de questions ou problèmes n'auraient pas été envisagés par les chercheurs en mathématique si les industriels n'étaient pas venus les proposer. De plus il ya une exigence de qualité de la part des industriels, ils ne veulent pas seulement un modèle pour s'amuser mais ils veulent le meilleur.

Il est important de présenter des projets directement aux services de R&D des industries, ils sont plus à même de pointer précisément les problèmes. La stratégie « botom-up » est préférable car elle implique directement les acteurs de la collaboration et des études même si à un moment ou à un autre il fut que la direction intervienne.

Quelques réussites de projets ont déjà vu le jour. Par exemple la recherche en « optimisation discrète » a connu des succès dans la régulation du trafic automobile berlinois, la régulation du trafic métropolitain et travaille sur l'optimisation des poses d'antennes internet. Cette recherche a maintenant « pignon sur rue » et sert dans de nombreux domaines.

Les projets proposés soit par les académiques soit par les industriels passent tous par l'évaluation interne de MATHEON. Le terme industrie est à prendre dans un sens très large et flexible : banque, hôpitaux, administration commerce...etc. Tous sont concernés

à plus ou moins grande échelle par les mathématiques. Certains projets proposés par des industriels ont été refusés parce que ces derniers demandaient une clause de confidentialité trop importante.

Les contrats sont signés directement entre les laboratoires et les industries. Matheon n'est pas une entité légale et ne peut donc pas signer de contrat. Ces contrats n'entrent donc pas et ne doivent pas entrer dans les activités de Matheon mais sont et restent à la frontière, la valorisation n'entre pas dans le cadre de Matheon. Par contre ces contrats satellites entrent dans l'évaluation et le devenir des projets de Matheon ; un rapport doit être remis de manière impérative pour chaque projet et tous les projets sont évalués à cet aune.

Les besoins de l'industrie en matière de recherche mathématique sont actuellement au plus haut niveau parce que nous sommes au moment où les physiciens ne peuvent plus travailler tout seuls ils ont besoin des mathématiciens pour la modélisation, la simulation et l'optimisation. Cette dernière est très importante « tout le monde veut optimiser » par exemple les matériaux, la mécanique, etc ...

— Qu'est qui prouve que le système mathéon marche ?

Le fait que l'argent continue à être investi (les industriels n'investissent pas pour rien). Par exemple l'industrie pharmaceutique allemande donne des fonds pour éduquer des étudiants en mathématiques qui seront ainsi prêts à travailler dans le domaine de la recherche pharmaceutique.

La Deutsche Bank London finance un laboratoire de mathématique entre deux universités berlinoises (Humboldt University Berlin and Technical University Berlin.).

— Comment évaluer les mathématiques dans le milieu industriel ?

Les mathématiques faites dans ce cadre sont difficiles à évaluer, le cadre classique des journaux et des congrès en mathématiques ne propose pas véritablement de place à ce type de contribution, les mathématiciens en charge tant en milieu académique et encore plus dans les départements de R&D n'osent même plus considérer ces contributions comme entrant dans le domaine des mathématiques. Maintenant qu'une étape a été franchie (et encore pas universellement ou uniformément en Europe) qui est l'acceptation que dans une thèse en maths il n'y a pas de théorèmes, il faudrait proposer des outils pour évaluer ces recherches voire une plateforme pour les propager, mais l'entreprise n'est pas simple :

- Les industriels sont tenus par le secret et ne souhaitent pas écrire sur certains projets
- il n'y a pas dans ces recherches de « théorèmes », il faut apprendre à évaluer des « affirmations » avec des faisceaux d'évidences et non des preuves
- les chercheurs des entreprises ont un problème d'identification, certains ne se considèrent plus comme mathématicien parce que leur recherche n'est pas purement mathématique mais touche aussi à des problèmes d'ingénierie.
- les recherches ont un temps de vie peut être plus court, la recherche en milieu industriel est en effet assez versatile, et une véritable théorie rigoureuse peut et doit arriver à terme

- Il existait une revue : Survey on Mathematics for Industry publiée chez Springer-Verlag mais elle n' a pas connu de succès. Le dernier numéro date de Septembre 2004. Le format n'était pas très adapté, le but était d'avoir des articles de revue (Survey) sur des méthodes mathématiques mûres ou susceptibles d'être pour passer dans le milieu académique... il existe déjà des journaux, éventuellement plus prestigieux ou les auteurs potentiels peuvent déjà publier ces articles, par ailleurs même si une théorie est mathématiquement bouclé sur le papier, sa mise en œuvre pratique dans un cadre industriel révèle souvent des développements importants, c'est ceux là qu'il faut aller chercher. Enfin, tous les articles ont la forme classique d'un article classique, il faut chercher des idées nouvelles pour une production nouvelle.

Technology Transfer - The Matheon Internship Program

Matheon is actively promoting internships of high-capacity mathematics student in industrial partner companies by means of the Matheon Internship Program: During 4 months appropriate mathematics students are working on defined practical R&D problems of our industrial partners with permanent supervision of Matheon scientists. The financing of students and scientists is effected in partnership by Matheon and the industrial partner.

Benefits for industrial partners

If you have a R&D problem of appropriate complexity, an internship of one of our students can represent a comfortable possibility to get it solved. At the same time, the internship presents a good opportunity to get in contact to potential high-capacity job candidates, as well as to the academic expertise of our scientific experts - all that without risks and large financial commitments.

Benefits for internship students

Next to an equitable remuneration, these internships give students the opportunity to get insight into the industrial practice at an early stage of their formation, frequently an experience beyond price.

Benefits for Matheon

We do not make a secret of our own interests in the Matheon Internship program: First, high-capacity students with practical insight from an internship are welcome as candidates for PhD positions and application-driven research within Matheon. Second, internships are a good opportunity for us to convince our industrial partners of the great potential that our mathematical approaches can offer. And at best an internship provides the trustful basis for further and more extensive research cooperations.

Compte rendu de la discussion avec Fadil Santosa, Directeur de l'IMA à Minneapolis

La première mission de l'IMA est d'accroître l'impact des mathématiques en adoptant une ligne de recherche vraiment interdisciplinaire, en liant les mathématiques de haut niveau et les problèmes scientifiques et technologiques concernant entre autre l'industrie. La plus grande partie de cette mission est de réunir les mathématiciens, les ingénieurs et les autres scientifiques afin de stimuler le flux de problèmes pertinents et intéressants et développer les moyens pour les résoudre. C'est pour ces raisons que l'IMA est un grand atout pour beaucoup d'entreprises.

Le programme « IMA Participating Corporation » est le mécanisme principal de l'engagement des industries dans les activités de l'IMA.

L'« IMA Participating Corporation » regroupe un consortium d'une quinzaine de grandes compagnies parmi lesquelles : *Boeing, Corning, ExxonMobil, Ford, General Motors, Honeywell, IBM, Lockheed Martin, Medtronic, Motorola, Microsoft, Schlumberger, Siemens, Telcordia ...*

La contribution annuelle pour rentrer dans ce consortium s'élève à 10 000\$. Une partie (3 000\$) de cette contribution est spécifiquement consacrée à des allocations destinées aux chercheurs de ces compagnies pour participer aux programmes de l'IMA.

L'IMA reçoit aussi une partie de son budget de la NSF.

L'une des actions les plus efficaces est l'«Industrial PostDoctoral». Il est destiné à préparer les mathématiciens aux carrières de la recherche industrielle. Il prend place sur deux ans, et est soutenu financièrement par l'IMA et un sponsor industriel. Le programme de recherche se déroule sur 2 ans, une première année en industrie et la seconde en université, la propriété intellectuelle est partagée de la même manière. Le post doctorant reçoit un salaire annuel de 50 000 \$ et une rente de voyage.

Ce programme a un bon retour sur les post doc qui peuvent publier (éventuellement avec un retard de 6 mois) et bénéficient, dans ce cadre, d'un bon soutien académique.

Une autre activité de l'IMA consiste dans l'organisation de cours de valorisation de la recherche.

L'IMA a le soutien financier de la NSF sur ces projets. Cette dernière propose également des programmes en direction de l'industrie comme par exemple ceux SBIR (*Small Business Innovation Research*) et STTR (*Small Business Technology Ttransfer Research*). Ces deux programmes sont tournés vers l'aide au développement des projets de recherche pour les petites entreprises.

Le Programme SBIR est essentiellement centré sur l'Industrie, c'est une allocation accordée aux petites entreprises pour entreprendre une recherche afin d'obtenir un produit performant et commercialisable.

Le programme STTR est tourné vers les relations de recherche entre les laboratoires académiques et les entreprises.

ENTRETIEN AVEC FAHIMA NEKKA, DIRECTRICE SCIENTIFIQUE POUR LE QUEBEC MITACS

MITACS est un réseau national de centres d'excellence en science mathématique, pancanadien dont l'ambition est d'exploiter de puissantes méthodologies mathématiques au profit de l'économie et de la société canadienne.

Ce réseau englobe environ 300 entreprises, organismes gouvernementaux, fédéraux et provinciaux et organisation à but non lucratif, avec plus de 500 universités partenaires.

Il est à noter que environ 85% des partenaires ont renouvelé leur collaboration d'une année à l'autre.

Cette année, il fête son 10^{ème} anniversaire. Il n'a plus que 2 ans à vivre et recherche donc des solutions pour perdurer. Il semble que ce réseau se démarque par son succès, mais le mandat, fixé initialement à 2x6 ans, ne pourra être prolongé de la même façon.

En 2007-2008, les projets MITACS ont impliqué 476 scientifiques, 399 compagnies et gouvernements, et 1025 étudiants.

Les programmes de MITACS portent sur 5 secteurs clés de l'économie :

- Biomédecine et santé
- Environnement et ressources naturelles
- Traitement de l'information
- Risques et finances
- Réseau de communication et sécurité,

qui se conjuguent en différents moyens d'action.

— Stages pour étudiants : masters, thèses

Ce programme, initialement uniquement dans le domaine des science mathématiques a été entendu récemment, suite à un appel d'offres, à toutes les disciplines...

Si il est toujours dans le cadre MITACS il a pris une certaine indépendance, et s'intitule MITACS ACCELERATION.

Il s'agit de mettre, pour une période de 4 mois (éventuellement renouvelable 2 fois pour durée de 12 mois) un étudiant en sciences mathématiques comme lien entre une entreprise et un enseignant chercheur à l'université.

Le coût du stage de 4 mois est de 15 000 \$ dont la moitié est financée par l'entreprise et l'autre par MITACS. Ce financement couvre pour 10 000\$ le salaire de l'étudiant et pour 5 000\$ une contribution pour le collègue universitaire.

Il s'agit pour l'étudiant d'un travail à temps plein qu'il effectue à mi-temps entre l'entreprise et le laboratoire universitaire. L'appel à projet relativement court (2-3 pages) est continu. Les directeurs scientifiques évaluent les projets (environ 10 par mois), ils vérifient que la teneur en recherche est substantielle (bien sûr différente suivant le niveau de l'étudiant) et peuvent demander à revoir la copie. Ce projet, rédigé par l'étudiant sous la direction d'un enseignant chercheur et du correspondant industriel est alors envoyé à un rapporteur extérieur pour recevoir la qualification MITACS. Le processus d'acceptation dure entre 2 à 4 semaines.

— Projets de recherche

Ils se décomposent en 2 formats :

- Les projets de démarrage (Ceed projects) qui doivent s'étendre sur une période de 18 mois. En règle générale chaque projet regroupe entre 2 et 6 professeurs en provenance d'une ou plusieurs universités canadiennes en collaboration avec 1 à 3 organismes partenaires pour un budget annuel de 4 5000 à 7 5000 \$ dont 2/3 sont financés par MITACS et le 1/3 restant par les organismes partenaires. Ces projets doivent avoir le potentiel de devenir des projets majeurs. Il y a un appel d'offres annuel (début mai) les projets sélectionnés doivent débiter le 1^{er} octobre. Il est souhaité que les projets aient un lien avec les thèmes mis en avant par MITACS mais les projets liés à de nouveaux domaines d'application sont aussi considérés.
- Les projets complets (full projects) qui doivent s'étendre sur plusieurs années (2-3 ans) et avoir un budget annuel entre 5 0000 et 200 000\$ dont $\frac{3}{4}$ sont supportés par MITACS et $\frac{1}{4}$ par l'industriel. Ces projets déposés en septembre se voient acceptés ou refusés en février de l'année suivante et doivent commencer le 1^{er} avril de l'année en cours. Ces projets sont les premiers que MITACS a mis en place au début. Maintenant que les stages d'étudiants existent, les porteurs de ces projets sont invités à utiliser les fonds du projet pour financer quelques stages d'étudiants.
- Les IPSW (*Industrial Problem Solving Workshops*), ou ateliers de résolution de problème industriel sont des initiatives sur le même format que les «*European studies groups with industry*». Il s'agit pendant une semaine de faire travailler des étudiants de 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} cycle des professeurs sur des sujets industriels présentés par un partenaire industriel. Le premier jour, le problème est posé ; les jours 2, 3 et 4 les mathématiciens travaillent avec la ou les personnes que l'entreprise s'engage à rendre disponible pour la semaine entière et les derniers jours, une conclusion partielle est présentée et discutée. La contribution des industriels est réduite (1 000 \$). La recherche des industriels et des sujets est un travail continu des responsables de MITACS, en particulier des directeurs scientifiques qui mettent en relation des problèmes et des industriels avec des organisateurs locaux de 'atelier qui se déroule en tournant dans diverses universités volontaires. Les sujets sont postés au fur et à mesure qu'ils

sont prêts sur les pages web de l'atelier. Sur chacun de ces projets, les responsables de MITACS essaient de garder une vue sur le devenir des actions et des étudiants.

MITACS fonctionne avec assez peu de monde :

- Les directeurs scientifiques (au nombre de 11) qui ne sont pas employés par MITACS mais sont professeurs dans des universités participantes. Ceux-ci reçoivent 15 à 20 000 \$ pour travailler une fois par semaine environ pour MITACS. Ce financement leur permet éventuellement «d'acheter» une décharge de service.
- Des BD (*Business Developers ou développeurs commerciaux*) employés à temps plein par MITACS (entre 15 et 20) dont le financement est en fait attaché à un pourcentage de projets qu'ils trouvent.
Ce sont des hommes d'affaires plus que des scientifiques. Ce choix a été fait au début pour avoir des gens qui connaissaient bien le monde industriel. Ils peuvent être d'anciens dirigeants de start-ups, ils peuvent avoir fait une école de commerce.
- La partie scientifique est donc assurée par les directeurs scientifiques. La recherche des contacts se fait par les BD. Ces BD peuvent aider les équipes universitaires dans leur démarche avec l'entreprise, en particulier au niveau administratif de propriété intellectuelle et de secret et confidentialité pour lesquels MITACS propose des exemples de contrats-type.

La propriété intellectuelle n'est pour autant pas la responsabilité de MITACS qui délègue cela aux entreprises et aux universités. Ce problème ne doit pas être négligé car il existe des cas où la rédaction et signature du contrat peuvent être retardées de 9 mois !!

Au niveau de la confidentialité, c'est aussi des accords bilatéraux, mais MITACS veille à ce que la publication ne soit jamais interdite, éventuellement retardée de 6 mois. Bien sûr les points les plus finalisés sur le produit industriel ne sont pas cités. La règle doit être bien sûr bien clairement énoncée en début de collaboration.

Pour finir, MITACS essaie de faire école. Cette entreprise remarquable localisée au Canada qui s'est développée pendant 10 ans est à l'initiative de l'université de Vancouver et repose sur une équipe de direction très dynamique, à l'affût de toutes les opportunités et qui essaie constamment de progresser. En particulier, MITACS cherche à nouer des accords avec des partenaires internationaux : INRIA en France, MATHEON à Berlin et BioSim pour l'Europe...

Ces accords permettent des échanges de chercheurs pour créer un réseau mondial sur les thématiques soutenues par MITACS. MITACS essaie en particulier d'être présent dans les pays en voie de développement.

L'expérience acquise est digne d'exemple et la direction est prête à partager son savoir-faire en direction des collaborations avec les PME.

Le Programme ACCÉLÉRATION de MITACS

Le Programme ACCÉLÉRATION de MITACS - le Programme canadien de stages de recherche des cycles supérieurs est une initiative originale qui jette des ponts entre les entreprises de tous les secteurs industriels et l'expertise universitaire – toutes facultés et tous départements confondus – par le truchement de projets de recherche à court terme. Dans chaque cas, le lien direct entre l'entreprise et l'université est un étudiant de cycle supérieur – un chercheur plein d'avenir hautement qualifié ayant des idées neuves et une perspective nouvelle. Le coût d'un stage de quatre mois – soit 15 000 \$ - est partagé également entre l'entreprise et MITACS, grâce au soutien des partenaires de financement fédéraux et provinciaux.

Qu'est-ce que MITACS ACCÉLÉRATION?

MITACS ACCÉLÉRATION est un programme de stages à frais partagés unique administré par MITACS Inc., un réseau de recherches national qui permet aux entreprises, aux services du gouvernement et aux organismes communautaires d'accéder à un vaste savoir-faire en matière de recherche issu des universités canadiennes dans de nombreuses disciplines telles que les sciences appliquées, le génie, les sciences sociales, les affaires, les arts, les sciences de la vie pour ne nommer que celles-ci.

Comment fonctionne MITACS ACCÉLÉRATION?

Un étudiant des cycles supérieurs ou un boursier postdoctoral joue le rôle d'intermédiaire entre l'organisation partenaire — une entreprise, un ministère ou un organisme gouvernemental, ou un organisme à but non lucratif — et son université. Équipé des tout derniers outils, techniques et innovations, le stagiaire apporte un nouveau regard et les connaissances les plus récentes sur une question de recherche qui pose un défi au partenaire. Les projets entrepris dans le cadre du programme de stages peuvent l'être dans de nombreux domaines différents, notamment la fabrication, l'innovation technique, les processus opérationnels, la TI, les sciences sociales et le design.

Détails du stage

Pendant plus de quatre mois, le stagiaire passe environ la moitié du temps dans les locaux de l'entreprise partenaire, où il acquiert une meilleure compréhension de son sujet de recherche. Il passe le reste du temps à l'université, où il continue d'avancer dans ses travaux de recherche sous la supervision de son directeur de recherche. Pour un stage de quatre mois, l'organisme partenaire verse une contribution de 7 500 dollars, qui est complétée par une contribution du même montant versée par MITACS grâce aux fonds recueillis auprès de ses partenaires financiers fédéraux et provinciaux. Il est possible de cumuler plusieurs stages pour des projets plus longs de huit ou de douze mois.

Avantages pour les entreprises et autres partenaires

Tirer parti de l'expertise universitaire dans toute la gamme des matières enseignées allant du génie, de la biologie et des mathématiques à la psychologie, l'histoire, la chimie et les affaires, en passant par toutes les disciplines intermédiaires.

Les projets sont axés sur les priorités de l'entreprise partenaire.

L'entreprise peut réduire ses frais de recherche et de développement, tout en favorisant des programmes de recherche à l'interne.

Être mis en relation avec de futurs employés potentiels.

L'équipe de développement commercial de MITACS aidera l'entreprise à déterminer les compétences spécialisées universitaires dont elle a besoin.

Les projets peuvent donner droit aux crédits d'impôt fédéraux attribués pour la recherche.

Un moyen idéal d'établir des relations efficaces et utiles avec des chercheurs canadiens.

Toutes les questions d'ordre financier sont gérées par l'université et MITACS; le stagiaire ne devient pas un employé de l'entreprise partenaire.

La plupart des projets sont approuvés dans un délai de trois à cinq semaines.

Avantages pour la faculté et l'université

Encourager l'établissement de nouvelles relations efficaces avec les entreprises.

Possibilité d'en apprendre davantage sur les facteurs stratégiques auxquels l'industrie et le gouvernement sont confrontés sur le marché.

Offrir aux étudiants des cycles supérieurs la possibilité de suivre une formation unique et de bénéficier d'une aide financière plus importante.

Les demandes d'inscription – qui sont acceptées en permanence – prennent peu de temps et sont traitées rapidement.

Analyse de l'enquête

Parmi les 60 laboratoires de recherche académique qui ont répondu, 35 témoignent de relations avec des industriels (relations formalisées ou non) et 37 indiquent que c'est un objectif de l'unité. Les relations informelles sont principalement des encadrements de stages, des participations à des séminaires communs et portent également sur le recrutement de doctorants. Elles évoquent également des discussions et des conseils informels nombreux. Ces relations informelles occupent environ 16% du temps des personnes impliquées. Les relations formelles se partagent également entre des contrats bilatéraux et des contrats collaboratifs. Il est à noter que il y a assez peu de contrats de transferts de propriétés intellectuelles du laboratoire vers l'industriel. Avec une moyenne de plus de 20% du volume de financement de l'unité provenant de ces contrats, on peut remarquer que ces actions collaboratives ont un effet substantiel sur les budgets des laboratoires impliqués.

Au niveau de la production de rapports, et cela devrait rassurer les chercheurs qui hésitent à s'engager dans ces collaborations, le nombre moyen de rapport par contrat est de 2 et le nombre moyen de publications scientifiques est supérieur (entre 2 et 3).

Les structures communes avec l'industrie (ERT, UMR, Laboratoire commun..) sont très peu utilisées en mathématiques, par contre les rencontres bénéficient bien des pôles de compétitivités et des clubs d'entreprises au sein des établissements ainsi que des structures régionales. Ces regroupements sont utilisés comme des réseaux qui ont une certaine efficacité pour engager des partenariats. Il semble toutefois que des progrès pourraient être faits sur l'efficacité de ces structures.

Au niveau des objectifs poursuivis pour qualifier de la réussite des collaborations entre mathématiciens académiques et le monde des entreprises, le placement d'étudiant est un élément ressenti comme important, voire très important. La possibilité de sortir des publications scientifiques vient ensuite (que ce soit des actes ou des articles de journaux). Le séjour de chercheurs académiques chez l'industriel ou, de façon symétrique, le séjour d'industriels dans les labos académiques n'est finalement pas trop ressenti comme un élément important pour les laboratoires académiques qui ont répondu.

La satisfaction de l'industriel de la réponse proposée par le laboratoire, c'est assez évident mais c'est bien de l'avoir souligné, est un élément important de la réussite de la collaboration. Les laboratoires qui affichent parmi les priorités de leurs unités les collaborations avec les industriels y recherchent des sujets nouveaux, des débouchés pour leurs doctorants, des applications concrètes pour des compétences qu'ils possèdent, voire la valorisation de ces compétences, des financements complémentaires (doc, post docs, mais aussi ingénieurs mathématiciens..).

Pour y parvenir les laboratoires souhaitent accroître leurs moyens humains pour ce type d'activité, soit par des financements extérieurs (ANR, INRIA, CNRS..) ou obtenus de l'industriel par la collaboration. Ils envisagent de mieux utiliser les canaux existants pour accéder aux industriels (pôles de compétitivités, structures régionales, séminaires communs, RTRA...) et utiliser aussi le canal des stages d'étudiants pour initier des collaborations. La mobilité des chercheurs dans les deux sens serait également à soutenir.

L'ANR pourrait certainement participer à l'amélioration des relations avec les industriels à la fois en proposant un appel d'offre ciblé et aussi en appréciant mieux les projets bilatéraux au sein du programme blanc. Ces financements doivent arriver de façon privilégiée et directement aux laboratoires académiques et doivent toucher de préférence les PME plutôt que les grands groupes qui ont les possibilités de financer ces recherches collaboratives.

Au niveau des contacts avec les industriels (soit au travers de l'enquête.. dont les résultats sont assez décevants mais néanmoins instructifs, qu'au travers des petits déjeuners et des autres contacts personnels qui ont eu lieu) il y a une attente des partenaires industriels pour des relations avec les mathématiciens, une certaine confiance dans le potentiels de la science, un certain doute sur l'état d'esprit des mathématiciens académiques et de façon évidente le besoin de plateformes ou structures où la discussion pourrait être engagée, soit par des réunions ou des rencontres soit au travers d'un outil internet pour lancer des appels... le praticien soumettant son problème et la collaboration formelle pouvant prendre suite.

/*Il faut préciser à quoi on fait référence dans "un certain doute sur l'état d'esprit des mathématiciens" ?*/

Recensement de quelques activités en relation avec les entreprises existantes au niveau national.

Par la SMAI

La SMAI organise annuellement le Cemracs, école d'été de recherche avancée qui comprend la réalisation de projets proposés par des entreprises. Cette initiative originale qui a commencé en 1996, en est à sa 14ème session. Ce centre a pour vocation de réunir en un lieu et une période privilégiés d'une durée de 6 semaines (étalées sur juillet –aout) des chercheurs en calcul scientifique et en mathématiques appliquées d'horizons divers (industriels et académiques) pour réaliser des avancées importantes dans le domaine des grands codes scientifiques traitant d'enjeux technologiques brûlants. En favorisant des interactions, le CEMRACS a également pour objectif de promouvoir des collaborations durables entre les différents partenaires.

Par ailleurs, la SMAI organise aussi, 2 à 3 fois par an, en collaboration avec le CNRS et avec le soutien de l'INRIA et en association avec la SMF, les Rencontres Math-Industrie, cycle de demi-journées à Paris ou de journées complètes en Province, L'objectif de ces rencontres est de présenter les applications des mathématiques dans l'industrie et les services de façon à renforcer les liens entre mathématiciens et industriels et à les étendre à de nouveaux domaines. Ceci concerne les mathématiques « déjà » appliquées (aux premiers rangs desquelles le calcul scientifique, les statistiques, la modélisation, l'optimisation...), mais aussi des mathématiques plus traditionnelles (géométrie, algèbre, analyse, logique, systèmes dynamiques...).

Egalement les Journées d'études SMAI-Entreprise dont le but est d'organiser la rencontre entre une entreprise et des mathématiciens. Chaque journée comprend des exposés de l'entreprise décrivant ses besoins de modélisation et des exposés d'universitaires ou chercheurs de laboratoires publics concernant les méthodes mathématiques susceptibles de s'appliquer à la résolution des problèmes présentés.

Par l'INRIA

L'INRIA s'est récemment dotée d'une Direction du Transfert et de l'Innovation (DTI) renouvelée dont la mission est d'animer et de coordonner les activités de l'institut dans le domaine du transfert, notamment:

- les relations avec les partenaires industriels (accords cadres, contrats bilatéraux, etc.)
- la valorisation des ses productions via des brevets, des licences de logiciels ou la participation à des opérations de standardisation
- la définition et la mise en œuvre de la politique de propriété intellectuelle
- la création d'entreprises issues de l'INRIA
- la participation de l'INRIA aux pôles de compétitivité

L'INRIA souhaite également amplifier ses relations avec les PME innovantes. Dans un contexte nouveau – notamment pour ce qui concerne les dispositifs de soutien à

l'innovation – l'INRIA affiche une politique de transfert dynamique qui vise à confirmer sa mission de valorisation de la recherche publique dans le domaine des STIC.

Les Rencontres INRIA - Industrie offrent un lieu d'échange aux industriels et aux chercheurs et visent à raccourcir le délai de transfert technologique. A compter de 2009, les prochaines éditions vont se rapprocher des pôles de compétitivité en régions en s'appuyant sur ses huit centres de recherche implantés dans l'hexagone. Les prochaines Rencontres permettront ainsi à l'INRIA, ses chercheurs et ses partenaires (start-ups, PME) de présenter les dernières innovations et technologies de l'information et de la communication appliquées à ce secteur d'activités.

On peut également citer les écoles CEA-EDF-INRIA qui s'adressent à tous les scientifiques dans le domaine des mathématiques appliquées des secteurs industriels ou académiques. Elles proposent des cours élaborés et des exposés donnés par des experts de renom. C'est un beau modèle de collaboration entre un EPST, un EPIC et une industrie.

Par Terratec

Promouvoir la Simulation Haute Performance est donc une priorité à la fois du monde industriel et du monde académique mais aussi une opportunité pour les entreprises informatiques. C'est dans cet objectif que se sont réunis au sein de l'association Ter@tec les acteurs majeurs de ces différents domaines auxquels se sont associés les collectivités locales concernées, soucieuses du développement de leur territoire.

- Ter@tec dont la principale mission est de contribuer au développement de la simulation numérique haute performance, a pour objectif :

- De participer à l'émergence et la mise en place de projets de R&D collaboratifs entre les différents partenaires.
- De favoriser l'accès à des moyens de traitement parmi les plus puissants du monde.
- D'assurer le développement des compétences par des actions de formation, des séminaires, des conférences

Au travers des chaires mathématiques industries

Ces Chaires à objectif enseignement et recherche permettent de dynamiser des relations entre monde académique et monde industriel. De nombreuses chaires ont été lancées ces dernières années parmi celles-ci on peut citer dans le domaine des mathématiques :

- Chaire Schlumberger pour les Sciences Mathématiques à l'IHÉS
- Chaire d'enseignement et de recherche «Modélisation Mathématique et Simulation Numérique». De l'INRIA, la fondation d'entreprise EADS et l'École Polytechnique.

Chaire "Risques Financiers" en association avec la Fondation du risque et Société Générale et l'École Polytechnique.

Chaire "Dérivés du Futur" en association avec la FBF (Fédération Bancaire Française) et l'École Polytechnique.

Chaire "Finance et Développement Durable : Aspects quantitatifs" en association avec EDF et Calyon, l'Université Paris-Dauphine et la Fondation Institut Europlace de Finance, étendue à l'École Polytechnique en avril 2008.

La chaire « *Les Particuliers face aux Risques, analyse et réponses des marchés* », de l'Université Paris-Dauphine en partenariat avec l'ENSAE, le CEA et Groupama

La Chaire de Finance Quantitative BNP Paribas à l'école centrale