



PAPYRUS

Le maGazine de l'université Joseph Fourier

OCTOBRE 2004

www.ujf-grenoble.fr

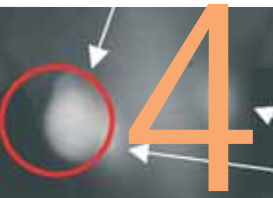
THEMA



Pics de Sciences



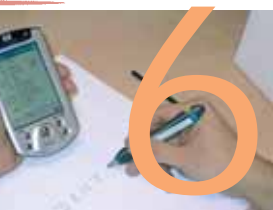
Editorial :
"Une université
de la recherche"
par Pierre Bérard



Chimie
De la chimie dans le projet
Nanobio



EEA-TS
Six labos autour
du berceau des drones...



Informatique
et mathématiques
appliquées
La plate-forme MultiCom :
pour inventer les objets
communicants du futur



Mécanique
et applications
Mieux prévenir
les éboulements rocheux



Mathématiques
Yves Colin de Verdière :
pour la beauté
des mathématiques



Physique
Premier couplage
d'un accélérateur et
d'un réacteur



Sciences de la Terre
et de l'Univers
Mesure de la vitesse
et modélisation
d'un séisme-éclair

Sciences de la vie
et de la santé
Un nouvel espoir de
traitement du cancer
du cerveau à la lumière
du synchrotron



Science sociales
Quand la recherche inspire
le politique



STIC
"CIMENT" : un outil
d'innovation informatique
au service de la recherche
fondamentale



Les nouvelles
approches du vivant
Protéines et virus dévoilés
par la biologie structurale
grenobloise



Les nanosciences
L'institut des nanosciences :
de l'autre côté de la matière



L'environnement
et le développement
durable
Quel risque sismique pour
Grenoble ?



Les matériaux pour les
applications du futur
Découverte d'un nouveau
cristal magnétique



18

La recherche en chiffres

Un partenariat unique en
France entre l'UJF et le
CHU de Grenoble





“Une université de la recherche”

Avec plus de 100 laboratoires de recherche, dont la grande majorité sont des unités mixtes de recherche en partenariat avec les organismes de recherche nationaux et internationaux présents sur le site grenoblois, 1 100 enseignants-chercheurs, 1 300 étudiants en thèse et 240 personnels de soutien à la recherche, l'université Joseph Fourier se situe dans le peloton de tête des universités scientifiques et médicales françaises.

Cette position de référence tient de notre forte présence scientifique en sciences, technologie et santé, ainsi que certains aspects des sciences humaines et sociales (Activités physiques et sportives, Géographie). Tous les grands secteurs scientifiques sont représentés : Chimie, Mathématiques, Physique, Sciences de la Terre et de l'Univers, Sciences de l'ingénieur (électronique – électrotechnique – automatique – traitement du signal, mécanique), Sciences du vivant (biologie, médecine, pharmacie), Sciences et technologies de l'information et de la communication. Ces grandes disciplines s'entrelacent aussi dans des recherches aux interfaces, ou autour d'opérations transversales : applications des sciences et technologies de l'information et de la communication, nouvelles approches pour les sciences du vivant, environnement et développement durable, matériaux pour les applications du futur.

Le présent numéro de Papyrus, consacré à la recherche à l'Université Joseph Fourier, contient des instantanés qui illustrent, sans viser à l'exhaustivité, quelques unes des activités menées par les laboratoires, et dans lesquelles se conjuguent formation, recherche, activités de conseil et transfert technologique.

La recherche très fondamentale et la recherche finalisée se côtoient et se nourrissent mutuellement. La compréhension de phénomènes fondamentaux permet d'envisager des réponses à des questions sociétales importantes. La convergence de recherches et de compétences issues de différentes disciplines permet d'envisager des avancées scientifiques innovantes.

Au fil des pages, on pourra ainsi découvrir l'implication des chimistes dans le projet Nanobio, celle des électroniciens et des spécialistes du traitement du signal dans la conception des drones, ou encore les plates-formes MultiCom et CIMENT dans le domaine des Sciences et technologies de l'information et de la communication. Nous présentons un entretien avec Yves Colin de Verdière, mathématicien qui vient d'être élu membre étranger de l'American Academy of Arts and Sciences. Une nouvelle piste de recherche pour le traitement du cancer du cerveau, ou les retombées de la biologie structurale illustrent le domaine des Sciences de la vie. En Sciences de la Terre et de l'Univers nous décrivons le risque sismique, notamment à Grenoble ; et en Sciences de l'ingénieur les travaux sur les éboulements rocheux. Les nano-sciences et le couplage novateur accélérateur-réacteur donnent un aperçu des recherches en physique. Les sciences sociales enfin, sont représentées par les études menées par les géographes pour la Région Rhône-Alpes et le Conseil général de l'Isère.

Les recherches menées à l'Université Joseph Fourier bénéficient de partenariats forts au niveau local (Centre hospitalier universitaire de Grenoble, CEA, EMBL, ESRF, Institut Laue-Langevin, INP Grenoble, INRIA...), comme au niveau national (CNRS, INSERM, ...). Ces recherches font aussi l'objet de nombreuses coopérations nationales ou internationales, notamment européennes. À noter également la part importante des doctorants dans les activités de recherche, ainsi que la forte activité de valorisation et de transfert technologique, soutenue par Floralis, la filiale de l'Université Joseph Fourier.

Ce numéro spécial recherche sera prolongé par la création d'une base de données dynamique donnant accès, par grands domaines scientifiques, à un panorama des résultats marquants obtenus dans les laboratoires de l'Université Joseph Fourier. ●

Pierre Bérard
Professeur à l'université Joseph Fourier
Vice-président de Conseil scientifique

De la chimie dans le projet NanoBio

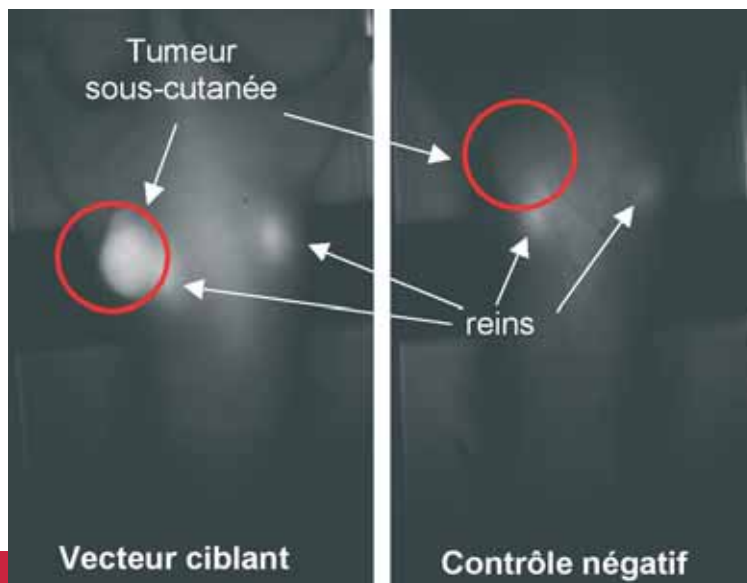
Grâce à l'essor des nanotechnologies, une convergence d'échelle avec la biologie permet d'envisager le développement des nanobiotechnologies. C'est sur cette thématique scientifique que se situe le projet grenoblois NanoBio pour l'innovation en sciences de la vie et de la santé.

Acette échelle, le milliardième de millimètre, les biologistes ont besoin des savoir-faire complémentaires des physiciens et des chimistes. D'où la forte implication du Laboratoire d'études dynamiques et structurales de la sélectivité (LEDSS*) au sein de l'Institut de Chimie Moléculaire de Grenoble (ICMG.) qui intervient pour la production de bio-molécules (ADN, protéines ou sucres) au service de la thérapie ou du diagnostic. Afin de faciliter les transferts de technologie, NanoBio prévoit notamment, la création d'une plate-forme "chimie".

"Toutes les bio-molécules ont des propriétés de reconnaissances vers une cible" introduit Pascal Dumy, directeur du LEDSS et membre du comité de pilotage du projet NanoBio. "Dans notre équipe nous sommes des ingénieurs moléculaires c'est à dire qu'en plus de faire de la synthèse chimique nous fabriquons des molécules et nous essayons de manipuler leurs propriétés de reconnaissances" complète le chercheur. Les méthodes de chimie développées au LEDSS permettent de créer des molécules aux propriétés remarquables telle que le transport actif de drogues ou de fluorescence in vivo. Sur un plateau commun, les morceaux de molécules sont assemblés avec une colle chimique sur le même principe qu'une plate-forme Lego dans un jeu de construction. Ce procédé a été breveté en 2002 et "Les applications qui en découlent ensuite de ce procédé peuvent être brevetées à leur tour" précise Pascal Dumy.

Une plate-forme "chimie" dans NanoBio

Cette compétence d'ingénieur moléculaire se retrouve à différents titres au cœur du projet scientifique NanoBio. Ainsi, pour la détection et l'analyse biomoléculaire, les biologistes ont besoin d'outils de recon-



Souris portant une tumeur solide sous-cutanée, à gauche la tumeur est marquée par la molécule fluorescente avec un très bon signal/bruit, le contrôle négatif (à droite) ne s'accumule pas dans la tumeur, les 2 composés sont éliminés par les reins.

naissance miniaturisés telles les puces à ADN ou les puces à protéines ou encore puces à anticorps... "Le principe est de disposer de molécules complémentaires à la cible à détecter et de tester la présence de cette cible grâce à ces molécules attachées sur une surface." Pour permettre l'analyse biomoléculaire in vivo, les chimistes développent également des molécules fluorescentes. Enfin, pour la délivrance de médicaments de façon ciblée, les chimistes conçoivent des molécules «transporteurs», un procédé très intéressant en cancérologie notamment.

Tous ces savoir-faire d'ingénieurs moléculaires seront transférés et partageables

sur la plate-forme "chimie" du projet NanoBio, un nouveau bâtiment qui verra le jour en 2008 à proximité du pôle chimie et du pôle biologie du campus de Saint-Martin d'Hères. La création de cette plate-forme permettra de réunir en un même lieu, les activités de synthèse de molécules et biomolécules, leur ingénierie, ainsi que les activités de caractérisation et d'analyse de leurs propriétés, de conception et de construction de systèmes nanométriques de reconnaissance moléculaire. ●

* (LEDSS), unité mixte de recherche UJF-CNRS.

Contact: Pascal.Dumy@ujf-grenoble.fr

> NanoBio, pour l'innovation en sciences de la vie et de la santé

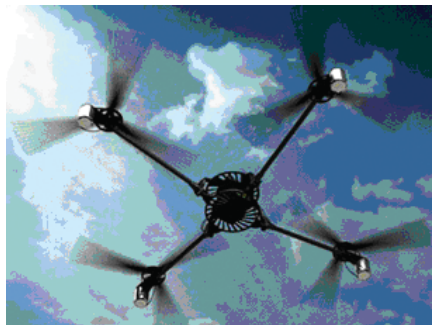
NanoBio est un projet de pôle d'innovation en technologies pour les sciences de la vie et de la santé proposé par le CEA et l'UJF et soutenu par la Métro, le conseil régional, le conseil général et la ville de Grenoble. Il s'appuie sur une recherche fondamentale, technologique et médicale forte dans l'objectif d'une valorisation industrielle. Quatre grands secteurs industriels sont concernés par l'innovation issue de NanoBio : le diagnostic biologique, la pharmacie, le contrôle de l'environnement et l'agroalimentaire. NanoBio développera ses activités sur 3 sites : le campus de St Martin d'Hères, le campus Santé à la Tronche et le Polygone Scientifique de Grenoble. Ce pôle d'innovation associe d'une part les compétences en chimie et en biologie appliquée à la santé aux plateaux techniques et grands instruments du polygone ; d'autre part l'enseignement, la recherche fondamentale, le développement technologique et in fine la valorisation industrielle.

Six labos autour du berceau des drones...

Parmi la multiplicité de projets innovants menés à Grenoble dans le domaine de l'électronique, de l'électrotechnique, de l'automatique et du traitement du signal, un bon exemple de complémentarité de compétences entre laboratoires peut être donné autour du projet de conception de drones, ces avions sans pilotes qui intéressent notamment la Direction générale de l'armement (DGA) mais qui trouvent également de nombreuses applications civiles telles la surveillance de lignes électriques, le secours en mer ou en montagne, le suivi de manifestations de grande ampleur..

Comment améliorer les performances des drones tant au niveau de la fiabilité des informations transmises que de leur autonomie énergétique ? Telle est la question technologique globale posée par la DGA à trois laboratoires de recherche grenoblois : le Laboratoire d'images et des signaux¹, le Laboratoire d'automatique² de Grenoble et le Laboratoire d'électrotechnique³ de Grenoble. Trois autres laboratoires sont également impliqués à des degrés moindres dans ce projet, il s'agit de l'Institut de microélectronique, électromagnétisme et photonique⁴, du laboratoire d'électrostatique et matériaux diélectrique⁵ et enfin techniques de l'informatique et de la microélectronique⁶ pour l'architecture d'ordinateurs, tous de Grenoble.

Face à cette demande, les chercheurs sont amenés à repenser dans son ensemble le concept de drone en proposant des choix technologiques nouveaux pour augmenter les performances dynamiques du drone, sa stabilité et son contrôle, ses capacités d'observation et de détection, son autonomie énergétique... Pour toutes ces qualités, les compétences complémentaires de ces six laboratoires sont sollicitées. Le LIS va



Micro-drone X4 : prototype quadrimoteurs 500 mm, ici en vol stationnaire : Masse totale du Drone en état de vol inférieur à 500g, durée de vol supérieure à 1/2heure en électrique.



Le cœur de X4: 3 accéléromètres intégrés et un cerveau compact.



Projet de centrale d'attitude intégrée pour micro-drones : 3 μ -accéléromètres, 3 μ -gyromètres, 1 magnétomètre, 1 niveau + capteurs de pression différentielle et absolue.



Réalisation d'un cockpit virtuel par les étudiants d'IUT Geii.

ainsi chercher à utiliser les meilleurs capteurs et à optimiser le traitement des images en améliorant la compression numérique des données et les moyens de télécommunication pour permettre une

transmission vidéo performante. Le LEG étudiera les actionneurs qui permettront aux drones d'évoluer ainsi que les sources d'énergie miniatures et les convertisseurs d'électronique de puissance indispensables à l'alimentation en énergie électrique des drones depuis une pile à combustible, des capteurs solaires, (micro-turbo-générateur planaire), ou un dispositif thermoélectrique... Le LAG se penchera plus spécifiquement sur de nouvelles méthodes pour le contrôle des actionneurs et des réseaux de bord embarqués qu'ils soient destinés à la puissance ou à l'information (pilote automatique, stabilisation du drone, d'une caméra embarquée, compensation des perturbations comme le vent,...). Le LEMD quant à lui travaille sur la dernière génération de dépoussiéreurs électrostatiques nécessaires au parfait fonctionnement de panneaux photovoltaïques.

L'IMEP élabore des composants électroniques et des capteurs intégrés particulièrement peu onéreux et surtout ultra compacts. Enfin TIMA s'intéresse à l'architecture de circuits spécialisés dans le traitement d'information à haut débit pour les systèmes embarqués dont l'autonomie énergétique doit être maximale et l'encombrement et le poids minimum.

De cette recherche du progrès technologique continu naîtront des démonstrateurs innovants qui ensuite pourront être développés par les industriels suivant des gammes d'applications différentes. "Nous travaillons sur des concepts généraux en regroupant plusieurs demandes industrielles pour proposer des innovations technologiques. Souvent nous sommes pourtant amenés à travailler sur des produits existants pour améliorer leurs performances dans un contexte de coût moindre" précise James Roudet, électrotechnicien et Professeur à l'université Joseph Fourier avant de conclure : "comme toujours en ce qui concerne les sciences pour l'ingénieur ou les sciences de l'information, de nouveaux champs d'application font surgir des problèmes nouveaux pour lesquels il faut élaborer des réponses théoriques innovantes avant de pouvoir passer aux applications industrielles..." ●

1 - LIS : INPG/UJF/CNRS - 2 - LAG : INPG/UJF/CNRS
3 - LEG : INPG/UJF/CNRS - 4 - LEMD : UJF/CNRS
5 - IMEP : INPG/UJF/CNRS - 6 - TIMA UJF/INPG/CNRS

Contact :
James.Roudet@leg.ensieg.inpg.fr

La plate-forme MultiCom : pour inventer les objets communicants du futur



Expérimentation en magicien d'Oz simulant le dialogue entre le stylo et un Personal digital assistant.

Equipe MultiCom laboratoire CLIPS

Les technologies actuelles vont dans le sens de la miniaturisation des composants, et font rêver certains à un monde entièrement interactif, télécommandé, automatisé, où les images, les informations se fondraient à notre quotidien et répondraient au doigt et à l'œil à nos besoins. Invisibles prolongements de soi, les objets communicants sont appelés à se multiplier, mais auront-ils tous le "fabuleux destin" du téléphone portable ? Pour le savoir, sociologues, ergonomes, électroniciens, informaticiens, spécialistes de la réalité virtuelle ou augmentée et de l'interaction homme-machine travaillent ensemble sur la plate-forme MultiCom du laboratoire CLIPS, Communication langagière interaction personne/système.*

Pourquoi des sociologues et ergonomes associés aux informaticiens pour développer et tester des technologies innovantes ? "La personne est au centre de notre problématique, il faut connaître cette personne, ses besoins, son environnement, pour en tirer des règles et développer des interfaces homme-machine plus efficaces" répond le directeur du laboratoire CLIPS, Jean Caelen, directeur de recherche au CNRS. Pour connaître la relation des humains aux objets, la plate-forme MultiCom permet de réaliser des simulations et expérimentations en confrontant des sujets à des innovations technologiques. "Nous utilisons couramment la technique dite du "Magicien d'Oz" qui consiste à faire jouer le rôle de l'ordinateur par un humain à l'insu des personnes testées, par

exemple pour évaluer l'utilité et l'intérêt des personnes à interagir avec une machine..." précise le chercheur qui renchérit : "A quoi bon réaliser un objet de haute technologie s'il ne rencontre que très peu d'intérêt pour les utilisateurs potentiels ?" Avant le développement technologique se situe donc l'enquête sociologique et l'étude ergonomique pour évaluer la pertinence de la relation homme-machine. Reste ensuite à surmonter les barrières du prix et des technologies nécessaires pour réaliser l'objet communicant...

Un exemple d'expérience sur cette plate-forme : le stylo communicant
A la demande du Leti-CEA, qui a développé des accéléromètres miniaturisés, le laboratoire a évalué l'intérêt de développer un stylo communicant** basé sur

cette technologie. La première phase de l'expérimentation a consisté à organiser des séances de créativité avec des sujets pour faire émerger des fonctionnalités sur l'objet stylo en imaginant tous les usages possibles puis, dans une deuxième phase, en simulant ces usages, pour en étudier l'ergonomie. Stylo-souris stylo-camera ou stylo qui télécommande... C'est l'idée d'un stylo-communicant capable de mémoriser les notes prises par un individu qui a été retenue. Imaginez-vous de retour de réunion, n'ayant plus qu'à brancher votre stylo sur la prise USB de votre ordinateur pour récupérer vos notes dactylographiées !

Enfinement dans ce projet, si l'intérêt des usagers était réel, la technique n'a pas bien suivi : le système actuel, tel qu'il a pu être développé par le Leti ne peut détecter que les mouvements rapides mais reste encore incapable de suivre le flux continu et relativement lent des gestes d'écriture. Il ne peut donc servir à ce jour, qu'à reconnaître les gestes de signature spontanée, par exemple des bons de commande électroniques ce qui relève in fine d'un usage assez limité. ●

* CLIPS (UJF/INPG/CNRS) - La plate-forme MultiCom vient de s'installer dans le Centre des technologies du logiciel de l'UJF

** Projet développé au sein du Réseau national de recherche en télécommunication (2001 à 2003).

Contact : Jean.Caelen@imag.fr

Mieux prévenir les éboulements rocheux

150 km de falaises entourent l'agglomération grenobloise. Pour évaluer les risques d'éboulement rocheux, une étude a été lancée par la communauté de communes, Grenoble Alpes Métropole. Dans ce cadre, le Laboratoire interdisciplinaire de recherches impliquant la géologie et la mécanique (LIRIGM) propose une approche originale pour affiner les prévisions d'éboulements rocheux en croisant des données historiques avec des caractéristiques géologiques. Ces résultats en mécanique des roches ont fait l'objet de deux publications scientifiques**.*

|| *Il est impossible d'instrumenter 150 km de falaises tout autour de Grenoble pour surveiller les risques d'éboulements rocheux.*

C'est pourquoi, La Metro nous a demandé, dans le cadre d'un groupement avec le Centre d'études techniques de l'équipement de Lyon et l'Association pour le développement de la recherche sur les glissements de terrain, d'identifier des zones de gros éboulements potentiels de l'ordre de 100 000 m³ raconte le chef du projet, Didier Hantz, mécanicien des roches au sein du LIRIGM dans l'équipe "Mouvements de terrains", enseignant-chercheur à l'université Joseph Fourier. Si les connaissances géologiques actuelles permettent d'identifier des zones où de gros éboulements risquent de se produire, il était jusqu'ici impossible de prévoir la durée de vie d'un pan rocheux. Pour estimer son ordre de grandeur, Didier Hantz et son équipe ont eu l'idée d'utiliser des données historiques qui heureusement existaient à travers l'inventaire des éboulements rocheux réalisés par le service des Restauration des Terrains en Montagne (RTM) depuis un siècle. Grâce à ces paramètres historiques, les géomécaniciens ont pu estimer le nombre d'éboulements rocheux susceptibles de se produire en un siècle et déterminer une constante mathématique pour établir une loi de corrélation entre la vitesse de recul d'un versant et les fréquences d'éboulement.



"Si les géologues nous précisent à quelle vitesse recule par exemple la falaise de La Chartreuse, on pourra en déduire grâce à cette formule mathématique, un nombre d'éboulements sur un siècle par classe de volume" précise Didier Hantz.

Ces résultats scientifiques permettent d'améliorer les méthodes utilisées par les bureaux d'études. Ils s'avèrent tout à fait déterminants pour les politiques d'aménagement du territoire et dans le cadre du développement urbain d'une agglomération encerclée par des montagnes comme Grenoble. Cependant, la méthode proposée demande encore à être affinée, grâce au recensement et à l'observation des éboulements qui se produisent chaque année dans la région. Si vous

Les géomécaniciens travaillent aussi sur le terrain pour observer les cicatrices d'éboulements afin de mieux connaître les configurations propices aux décrochements rocheux. Ici : mesure de l'ouverture d'une fissure sur un site d'éboulement potentiel.

découvrez un jour, qu'un nouvel éboulement s'est produit, vous pouvez aider les chercheurs en le signalant au LIRIGM. ●

*LIRIGM (UJF)

**Natural Hazards and Earth System Sciences 2002 et 2003

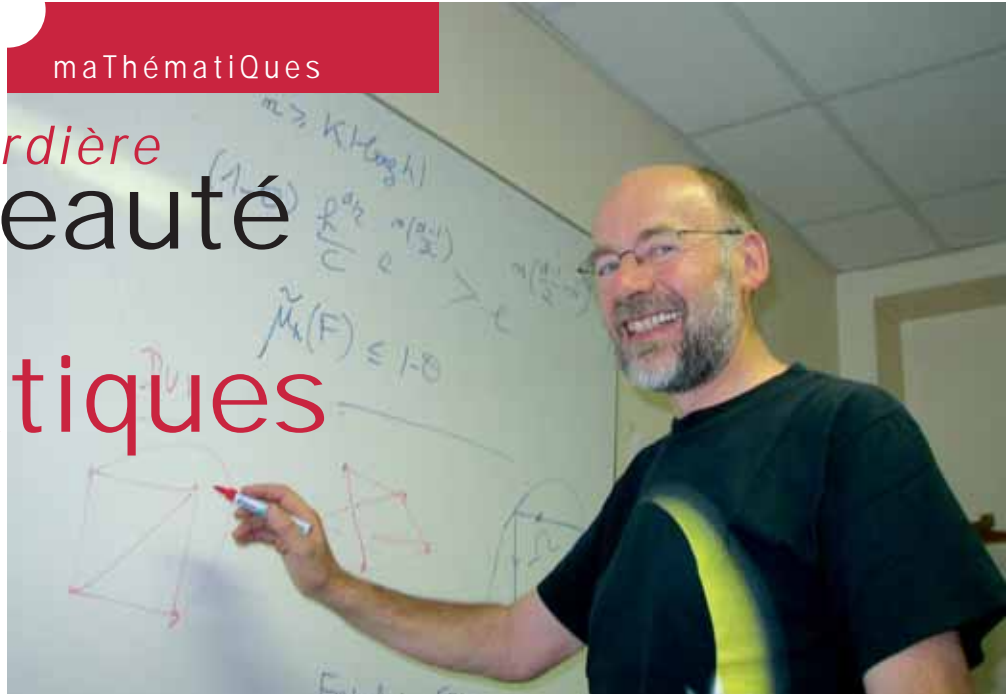
Contact : Didier.Hantz@ujf-grenoble.fr

Yves Colin de Verdière Pour la beauté des mathématiques

Yves Colin de Verdière, professeur à l'UJF au sein de l'Institut Fourier depuis 1977, ancien membre senior de l'Institut universitaire de France, vient d'être élu membre étranger (foreign honorary member) de l'American Academy of Arts and Sciences.

Une reconnaissance internationale qui couronne l'ensemble de la carrière de ce chercheur passionné de mathématique souvent en lien avec la physique. Rencontre.

"Peut-on entendre la forme d'un tambour ? Ou peut-on déduire d'un signal acoustique, la géométrie de l'instrument émetteur du signal ?" C'est sur cette question célèbre, que le jeune mathématicien a souhaité rebondir pour construire son sujet de thèse en 1973. "Deux physiciens, Roger Balian et Claude Bloch avaient écrit une série d'articles remarquables dans *Annals of Physics* où ils mettaient en évidence de façon formelle et en s'appuyant sur des résultats numériques un lien entre la densité spectrale pour un domaine et les longueurs des trajectoires périodiques du billard associé. Ils étaient ainsi parvenus à faire un lien entre une signature acoustique et les trajectoires périodiques de la mécanique classique" raconte Yves Colin de Verdière. "Mais ils n'allaient pas assez loin pour répondre à la question du tambour de façon précise." La formule des traces de Selberg, qui traite le cas hautement symétrique des billards hyperboliques, était un résultat bien connu des collègues de l'équipe de géométrie riemannienne de Paris VII dont il était membre à l'époque. Cette formule exacte a une certaine parenté avec les travaux précédents, il a donc le projet de trouver une formule générale qui englobe ces deux cas et de la valider mathématiquement. C'est au prix d'une bonne intuition, puis d'un travail énorme et solitaire, que Yves Colin de Verdière parvient à un



résultat inattendu et nouveau en mathématique qui le fait connaître rapidement par la communauté scientifique internationale. "La recherche en mathématiques est toujours internationale" insiste-t-il. Avec les outils très primaires du mathématicien débutant, l'équivalent du langage machine pour un informaticien, Yves Colin de Verdière parvient à traduire mathématiquement le résultat obtenu par les physiciens. Sa thèse servira ensuite de base à d'autres mathématiciens pour avancer dans le domaine des équations d'ondes et de leur lien avec les systèmes dynamiques, des systèmes qui évoluent au cours du temps de façon déterministe, tel le système solaire par exemple. Victor Guillemin (USA) et Hans Duistermaat (Hollande) utilisent ainsi des outils mathématiques plus élaborés pour donner une version plus utilisable et plus naturelle de ces relations.

Le plaisir de la découverte mathématique

Et même si dans les années 90, on a finalement trouvé des billards distincts ayant le même signature acoustique, Yves Colin de Verdière va continuer à chercher des liens, à créer du sens entre des phénomènes physiques et des résultats mathématiques. "La beauté des mathématiques réside dans la grandeur de l'édifice et dans sa cohésion !" s'exclame-t-il. Une beauté qui repose également sur la gratuité de la

construction mathématique, que revendique le chercheur puisque de toute façon, de nombreux objets technologiques reposent ou reposeront un jour sur cet édifice. Il cite pêle-mêle : le téléphone portable, l'ordinateur, les appareils photos numériques, le cryptage sur Internet...

Plaisir intellectuel, sensation créative, sont autant de motivations pour ce mathématicien pour avancer jour après jour : il cite ainsi ses recherches sur la théorie des graphes et les équations d'ondes publiées dans le *Journal of Combinatorial Theory*. Il cite également ses coopérations multiples à Grenoble (spécialement Maurice Lombardi en spectrométrie physique et Frédéric Faure au LPM2C) et dans le monde avec des physiciens et des mathématiciens. "La physique-mathématique ce n'est pas uniquement une réflexion sur les équations de la physique, c'est aussi la possibilité de travailler avec des physiciens..."

Il conclut : "Le mécanisme de la découverte mathématique est imprévisible, il peut surgir au bout de plusieurs années lors d'un échange avec un autre mathématicien. Quand on a goûté une seule fois à ce plaisir, on a de cesse de chercher à renouer avec cette sensation inoubliable". ●

Contact :

Yves.Colin-de-Verdiere@ujf-grenoble.fr

Liste des publications :

<http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~ycolver/>

> L'Académie américaine des arts et sciences

Fondée en 1780 "pour cultiver tous les arts et toutes les sciences capables de faire avancer l'humanité dans le sens d'un plus grand bonheur, de plus de dignité et de liberté", l'American Academy of Arts and Sciences est composée des plus éminents chercheurs, artistes et personnalités politiques. Elle regroupe 4 000 américaines et américains, et 600 membres étrangers. Au cours de son histoire ont été élues les personnalités les plus célèbres telles Georges Washington au XVII^e siècle ou Albert Einstein au début du XX^e siècle. Le siège de l'académie se situe à Cambridge dans le Massachussets.

<http://www.amacad.or/index.htm>

Premier couplage d'un accélérateur et d'un réacteur

Dans le cadre de l'amélioration de la gestion des déchets nucléaires, le Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie de Grenoble (LPSC) vient de réussir le couplage d'un accélérateur et d'un réacteur, une performance qui permet d'envisager le développement de réacteurs hybrides dédiés à l'incinération des déchets les plus critiques pour l'avenir du nucléaire comme source d'énergie : les actinides mineurs. Explications.*

Les actinides mineurs produits lors de l'exploitation des réacteurs actuels sont des produits d'activation dont la radioactivité a une durée de vie de 20 000 à 40 000 ans. Produits en petites quantités par les réacteurs de production d'énergie (10 kilogrammes par an), ils compromettent l'avenir du nucléaire comme énergie du futur, si une solution à leur destruction n'est pas trouvée" introduit Johann Collot, professeur à l'UJF et directeur du LPSC. C'est d'ailleurs une obligation qui est faite aux organismes de recherche depuis 1991 de s'investir, dans le cadre de la Loi Bataille, dans la problématique de "l'aval du cycle".

Des réacteurs dédiés à l'incinération des déchets nucléaires

L'idée de trouver une solution nucléaire au nucléaire en développant des réacteurs dédiés à l'incinération des actinides mineurs a donc fait son chemin au sein de l'équipe "Groupe de physique des réacteurs" du LPSC. "Ces réacteurs ont un impératif, ils ne peuvent pas être des réacteurs critiques : la combustion des actinides mineurs a besoin d'un apport extérieur en neutrons pour se réaliser en toute sûreté. La solution réside alors dans le couplage d'un accélérateur produisant des neutrons avec le réacteur d'incinération des actinides mineurs" raconte le chef de projet Roger Brissot, professeur à l'INP Grenoble. Une fois dépassées les contraintes technologiques d'un tel couplage, le système devrait permettre de diminuer la quantité des actinides mineurs d'un facteur 2 tous les 10 ans...



Le cœur du réacteur vu d'en dessous

avec le réseau d'éléments combustibles (plutonium + Uranium) rangés en "nid d'abeille" ; les 4 barres de sûreté pour contrôler le réacteur en cas d'incident. Sur la face latérale gauche on devine l'arrivée du faisceau de l'accélérateur GENEPI qui rentre par le centre de la face dans le combustible.

Vue supérieure du cœur du réacteur ; les techniciens sont en train d'introduire des compteurs à neutrons au centre du cœur, en les insérant dans des canaux verticaux.

Une combustion des actinides mineurs sous haute surveillance

Mais la difficulté d'un tel couplage est de pouvoir contrôler à chaque instant l'état du cœur du réacteur. Pour ne pas progressivement passer de l'état sous critique à l'état critique sans que l'on ne s'en rende compte, les chercheurs ont mis au point une technique basée sur l'apport de neutrons par impulsion de courte durée "Telle une personne qui souffle sur un feu, l'idée est de souffler par intermittence juste assez pour que les braises restent rouges..." image le physicien. Pour contrôler cette réaction, l'équipe a donc mis au point un système de mesure de la décroissance de l'intensité neutronique en fonction du temps entre deux impulsions. L'ensemble du dispositif a pu être testé en grandeur réelle sur le réacteur expérimental Masurca du CEA de Cadarache. Il a été couplé avec le Généra-

teur de neutrons pulsés intenses, Genepi, mis en service en 1999.

L'expérience a duré toute une année, d'octobre 2002 à novembre 2003 et a démontré la viabilité et l'applicabilité d'un tel système. De quoi envisager un transfert industriel en fonction des choix politiques qui seront faits... ●

**Le LPSC est une unité mixte de recherche UJF/INPG/CNRS qui réunit 70 chercheurs et enseignants-chercheurs, une trentaine d'étudiants en thèse, et une centaine d'ingénieurs, techniciens et administratifs, soit un total de 200 personnes. Le groupe de physique des réacteurs compte 8 permanents (CNRS + UJF + INPG) et 4 thésards. Les chercheurs permanents participant au programme MUSE sont Roger Brissot, Annick Billebaud, Christian Le Brun, Eric Liatard*

Contacts : collot@lpsc.in2p3.fr
Brissot@lpsc.in2p3.fr

> Le projet de couplage accélérateur-réacteur en bref

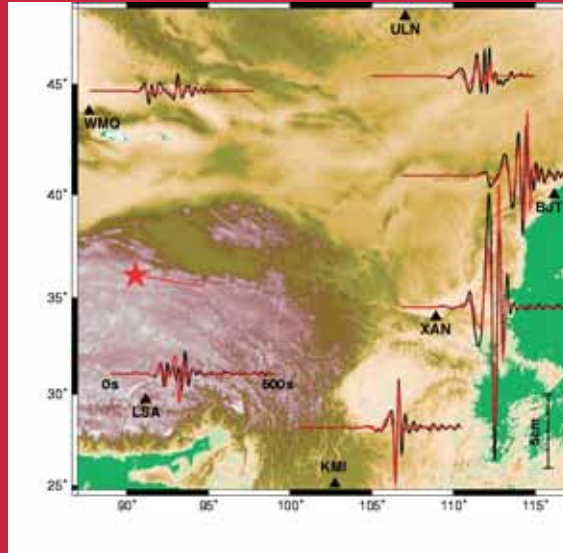
L'expérience de couplage (programme européen MUSE-4, pour Multiplication de Source Externe) a été financée en partie par le cinquième programme cadre de recherche et développement européen, à hauteur de 1 million d'euros sur 4 ans, les organismes bénéficiaires devant apporter de leur côté une somme équivalente sous la forme de leur choix (personnel, équipements)...

Le LPSC a eu en charge totale le développement de l'accélérateur et a participé activement à son implantation sur le site de Cadarache Sa participation en terme de moyens humains peut s'évaluer, au cours de la phase développement à une dizaine de personnes, ingénieurs, techniciens, au cours de la phase expérimentation à 5 chercheurs assistés par 3 ou 4 ingénieurs et techniciens assurant la maintenance et le service de l'accélérateur.

Mesure de la vitesse et modélisation d'un séisme-éclair



La faille provoquée par le séisme de Kunlun.



La modélisation du séisme sur informatique par M. Vallée et M. Bouchon.

Une brèche de 400 km de long s'est ouverte sur le plateau tibétain lors du séisme de Kunlun, magnitude 8,1, le 14 novembre 2001. Cette faille, la plus longue jamais observée s'est formée en environ 100 secondes soit une vitesse de propagation des ondes sismiques record mesurée par les sismologues du Laboratoire de géophysique interne et de tectonophysique de Grenoble. Ces mesures ont fait l'objet d'une publication dans la revue Science du 8 août 2003**.*

C'est la deuxième fois, après le séisme destructeur de Turquie à Izmit en 1999, que des chercheurs parviennent à mesurer une vitesse de propagation de rupture dite "supercisaillante" c'est-à-dire que la vitesse de formation de la rupture du séisme est supérieure à celle des ondes cisailantes qui se propagent à environ 3 kilomètres par seconde. Cette différence de vitesse provoque une onde de choc très violente qui peut être responsable de dégâts considérables. Par chance, la région du séisme, à plus de 2500 m d'altitude au centre du plateau tibétain, était inhabitée. La déchirure s'est formée de façon très rectiligne, ce qui peut expliquer la vitesse de rupture exceptionnelle, par coulissage horizontal des deux bords de la faille.

"Il y a quelques années, seule la théorie prévoyait que la vitesse de rupture d'une faille sous l'effet de la violence du séisme puisse dépasser la vitesse de propagation des ondes cisailantes" raconte Michel Bouchon, directeur de recherche au CNRS.

Mieux connaître les séismes pour mieux s'en protéger

Pour mesurer la vitesse de rupture de la faille, les sismologues grenoblois ont utilisé les données enregistrées en Chine et dans les pays voisins ainsi que les enregistrements d'un petit séisme ayant eu lieu un an avant au même endroit. En

comparant les deux ensembles de données, ils ont réussi à calculer la vitesse de propagation des ondes sismiques et à modéliser le phénomène. "Les séismes intracontinentaux comme celui de Kunlun, se produisent à moins de 20 km de profondeur et une grande partie de leur énergie est dépensée en ondes de surface dont les ondes de Love. Ce sont ces ondes que nous avons choisi de modéliser pour déterminer la vitesse de propagation de la rupture grâce à un algorithme reliant la vitesse et l'amplitude de la rupture aux sismogrammes enregistrés" précise Martin Vallée, docteur de l'UJF et actuellement post-doctorant à l'Observatoire du Vésuve en Italie.

Cette connaissance fondamentale des caractéristiques des grands séismes permet de mieux identifier les sites sismiques à risque en fonction de leurs caractéristiques géologiques. Ces résultats nous renseignent également sur les mouvements du sol induits par de tels séismes, afin de construire en conséquence dans des régions habitées et exposées à des risques sismiques importants comme Istanbul en Turquie, proche de la faille Nord Anatolienne, ou San Francisco situé sur la faille de San Andreas en Californie... ●

*LGIT : UJF/Université de Savoie/CNRS/IRD/LCPC. - **Science : 301,824-826

Contacts :
Michel.Bouchon@obs.ujf-grenoble.fr
Martin.Vallée@ov.ingv.it