

# convergences

Le Journal de l'École Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg



## [L'ENSPS, une École en mouvement au service des Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie]

par Eric Fogarassy, directeur de l'ENSPS

Les études les plus récentes montrent que 50% de la croissance économique mondiale sont liés au secteur stratégique des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC). Situées au cœur d'évolutions majeures en terme de production de connaissances nouvelles, de développement économique, mais aussi de mutations humaines et sociales, les STIC offrent l'un des plus vastes bassins d'emploi des

cadres d'aujourd'hui et présente de fortes perspectives de croissance sur les dix ans à venir.

Notre Ecole, futur partenaire de l'Institut TELECOM, forme des ingénieurs de Recherche et Développement, polyvalents et créatifs, capables de répondre aux défis de l'innovation dans de nombreux secteurs clés de la nouvelle économie, en particulier celui des STIC. Les principaux champs d'expertise de nos diplômés couvrent en effet la physique, l'électronique et les nanotechnologies,

► suite page 3

## [Sommaire]

J.-P. DRACA et l'ENSPS [2-3]

N. GUIMIER, lauréat du Prix ENSPS de l'Innovation 2008 [4]

MIGREST à l'ENSPS [5]

A. RAMOND, promo 2008 [6]

Les systèmes biomécaniques appliqués à la sécurité dans les moyens de transport [7]

Quand les TIC s'intéressent à la Joconde [8]

## [Prix de l'Innovation ENSPS 2008, 1<sup>ère</sup> édition]

Le prix de l'Innovation ENSPS, dont c'est la première édition, a pour objectif de récompenser un élève ou un ingénieur de l'Ecole, qui se distingue dans des actions ou projets innovants portant sur une thématique choisie chaque année. Ce prix est décerné conjointement par l'ENSPS et l'Association des Anciens Elèves ainsi qu'une institution, un organisme, ou un réseau en lien avec la thématique.

Consacré en 2008 à l'Entrepreneuriat, le Prix de l'Innovation ENSPS a été décerné à Nicolas Guimier, ingénieur ENSPS (Promo 2006, lire l'interview p. 4) et Olivier De Villardi, ingénieur IMAC, pour la création de leur Société Xtrib.

Ce prix a été remis aux lauréats, jeudi 3 avril 2008 lors du 7<sup>e</sup> Forum Ecole-Entreprises de l'ENSPS, par Dominique SIMON, Directeur Régional du Commerce Extérieur et Jean SERRATS, Président du Comité Alsace des Conseillers au Commerce Extérieur, partenaires de cette manifestation.

Fondée en août 2007, Xtrib.com est une plateforme de distribution légale et payante pour les artistes auto-produits et indépendants. S'appuyant sur les nouvelles technologies de communication, Xtrib révolutionne le schéma de la distribution musicale en proposant un large choix de groupes et de labels indépendants de tous styles musicaux, sur un site qui allie promotion, distribution et innovations technologiques.

En savoir plus : [www.xtrib.com](http://www.xtrib.com)

Stéphanie Meyer, Chargée de communication



Crédits photo : Caroline Schneider - ULP

## [Jean-Pierre DRACA et l'ENSPS : 10 ans d'engagements autour de passions communes : l'entreprise et ses technologies]

**Animateur de la table ronde consacrée à l'Entrepreneuriat, à l'occasion du 7<sup>e</sup> Forum École-Entreprises de l'ENSPS qui s'est déroulé le 3 avril dernier, Jean-Pierre DRACA est d'abord un acteur majeur au sein de notre école. Il nous invite ci-après à partager sa passion pour l'entreprise et ses observations sur l'ENSPS.**

Les directeurs successifs de l'ENSPS ainsi que les enseignants n'ont cessé d'adapter leur cursus de formation pour offrir à leurs élèves-ingénieurs une formation solide, particulièrement orientée sur des enjeux technologiques et internationaux. Cette dynamique s'est notamment traduite par le rôle que souhaite donner l'École aux entreprises en étoffant ses relations avec le monde industriel.

Jean-Pierre DRACA n'échappe pas à ce mouvement et en joue pleinement le jeu en assurant de nombreux rôles : membre du conseil d'administration de l'École, parrain de la promotion 2004, intervenant dans le module de « sensibilisation à la création d'entreprise », sponsor de l'Association Robot de l'ENSPS et promoteur de la convention ENSPS - Conseillers du Commerce Extérieur de la France signée en 2007.

### L'ENSPS

« La politique de l'école est marquée par une forte implication du monde de l'entreprise, ce qui en fait un élément clé de sa personnalité : à ce titre, les industriels, très présents au sein du conseil d'administration de l'école animent des modules tels que : la gestion de projet, la qualité, la propriété industrielle ainsi que deux thèmes particulièrement innovants : la sensibilisation à la création d'entreprise et l'ingénieur à international. »

### Les élèves-ingénieurs

« Venant de toutes les régions de France et de l'étranger, ils constituent des groupes de travail soudés et particulièrement ouverts à la confrontation avec les intervenants du monde industriel. Je note tant leur côté encore scolaire lors de mes interventions que leur capacité à se révéler. Animant depuis trois années le module de sensibilisation à la création d'entreprise, j'observe que les étudiants ne sont pas totalement habitués à vivre une animation interactive lors des séances. Les questions ne fusent pas immédiatement. En revanche, ils deviennent de véritables « éponges » lors des témoignages d'industriels et se transcendent en animateurs de qualité lors des tra-

vaux pratiques ou des soutenances. Les personnalités sont donc bien présentes : c'est un objectif atteint en 3<sup>e</sup> année ! »

### Le module de sensibilisation à la création d'entreprise

« C'est une initiative originale et une véritable signature de l'école que de permettre à des étudiants novices en la matière d'approcher de façon ludique le sujet de la création d'entreprise. Le taux de participation marque l'intérêt conforté par les différentes enquêtes auprès des étudiants. Le cocktail ludique : une synthèse du fonctionnement de l'entreprise

La qualité des soutenances témoigne du potentiel des acteurs et du réservoir de créativité existant au sein de l'école

et de son univers concurrentiel, une soutenance originale calquée sur la présentation en groupe d'un Business plan, liées aux enquêtes conduites par les étudiants, au témoignage d'industriels et créateurs de la Région, répondent à ce jour à la soif d'entrée en vie active des étudiants. »

### Le partenariat avec les CCE

« C'est, là encore, une initiative de l'ENSPS qui cherche par tous les moyens à ouvrir l'esprit de ses étudiants au monde international dans lequel ils baigneront demain. Qui sont les conseillers du commerce extérieur ? : nommés par le premier ministre, ils forment un réseau de plus de 3500 dirigeants d'entreprises exportatrices dans le monde. Leur mission d'ordre public s'articule autour de trois axes : informer les pouvoirs publics sur les pratiques et marchés mondiaux, accompagner les petites entreprises dans leurs premiers pas à l'export, informer les étudiants des opportunités offertes dans les carrières internationales où désormais notre village s'appelle : le monde.

La convention signée en juin 2007 par l'ENSPS et les CCE souligne l'engagement des deux signataires dans un plan de travail au bénéfice des

[2]



Credits photo : Caroline Schneider - ULP

3 avril 2008, 7<sup>e</sup> Forum École-Entreprises de l'ENSPS – Jean-Pierre DRACA anime la table ronde sur l'Entrepreneuriat.

étudiants : participation aux divers jurys, intervention complémentaire lors de cours, témoignages d'industriels exportateurs, promotion du Volontariat International en Entreprise... »

### Une passion : l'entreprise

« Epris d'indépendance, de vie communautaire, de technologies et d'une volonté tenace de réussir mes défis professionnels et associatifs, j'ai pris à cœur tous mes projets en capitalisant peu à peu le savoir nécessaire à tout manager et en choisissant ma voie vers un objectif affirmé : créer un jour une entreprise et la réussir. La première occasion s'est présentée dans le lancement d'Altair Technologies en 1996, une vie bien remplie de direction générale durant 9 années et plusieurs missions transverses au sein du groupe Altran : lancement d'une vingtaine de centres de profits, support au rachat d'entreprises européennes, accompagnement de ces entreprises dans leurs évolutions (Benelux, Allemagne, Suisse, Italie, Espagne), missions de fusions et développements notamment en Suisse et Luxembourg. Je me suis découvert ainsi une réelle passion pour l'entreprise, les hommes qui la compose, les défis économiques et technologiques à relever. »

### L'Entrepreneuriat

« Ma conviction est que le caractère d'entrepreneur existe en chacun d'entre nous. Il se révèle cependant différemment selon la personnalité, les convictions, le degré de motivation, les modèles d'entrepreneurs, la situation de carrière ou quelquefois par une conjonction opportune.

Pour ma part, je me retrouve bien dans les définitions de K. Knight et P. Drucker : *L'entrepreneuriat consiste à prendre des risques : l'entrepreneur*

*étant prêt à mettre en jeu sa carrière et sa sécurité financière pour mettre en œuvre une idée, son temps et son capital. Et de David Mac Clelland : L'entrepreneur est avant tout motivé par un besoin débordant de réalisation. Il est « mu » par la nécessité de construire. »*

Propos recueillis  
par Stéphanie Meyer

Technicien supérieur puis ingénieur électronicien, J.-P. Draca aborde de façon volontaire plusieurs métiers successifs : développeur, chef de projet pour la société Halbertal - support réseau, responsable de centre de maintenance pour Logabax - ingénieur technico-commercial, responsable d'agence pour Tekelec Aitronic - ingénieur d'affaire, responsable Alsace, directeur Est France pour Cap Gemini - PDG de sa société Altair Technologies qu'il adosse au groupe Altran en 1997 - PDG de Maia Entreprises qu'il crée en 2005 en s'associant à Yoan Forget avec qui il développe plusieurs projets d'entreprises dans les métiers du conseil en technologies, totalisant ainsi, en 28 mois d'existence, 70 personnes pour 5 M € de chiffre d'affaire.

[3]

## [L'ENSPS, une École en mouvement...]

► suite de la page 1

*les composants et les systèmes, l'automatique et la robotique, l'informatique et les réseaux, le traitement d'images, la photonique et enfin l'ingénierie pour la santé.*

*Positionnée sur des secteurs qui privilégient la recherche appliquée, l'innovation et le transfert de technologie, la formation dispensée dans notre établissement s'appuie sur des laboratoires de recherche de l'Université Louis Pasteur et du CNRS internationalement reconnus, appartenant au secteur des Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie (STI2I), à savoir : le Laboratoire des Sciences de l'Image, de l'Informatique et de la Télédétection (LSIIT), l'Institut d'Electronique du Solide et des Systèmes (InESS), le Laboratoire des Systèmes Photoniques (LSP),*

*l'Institut de Mécanique des Fluides et des Solides de Strasbourg (IMFS).*

*Les recherches développées au sein de la Fédération des laboratoires strasbourgeois, qui regroupe plus de 230 permanents et 130 doctorants, bénéficient notamment des partenariats développés dans le cadre du pôle "Image" et du réseau "Rhenaphotonics Alsace". Elles s'inscrivent aussi dans la stratégie nationale des pôles de compétitivité labellisés en Alsace : "Véhicule du futur" et "Innovations thérapeutiques", avec le concours de la Région Alsace qui a placé l'innovation au cœur de sa politique de développement. Dans le cadre du Contrat de Plan Etat-Région 2007-2013, l'autorité régionale soutient le programme de recherche multi-laboratoires por-*

*tant sur l'Imagerie et la Robotique Médicale et Chirurgicale (IRMC), piloté par la Fédération ST2I, en collaboration avec l'IRCAD, les Hospices Universitaires de Strasbourg et des équipes de recherche en neurosciences. Ce projet ambitieux constitue en effet un bel exemple de recherche partenariale à l'interface des Technologies de l'Information et de la Communication et de la santé, secteur particulièrement dynamique en pleine évolution et générateur d'emplois à forte valeur ajoutée.*

Eric Fogarassy, directeur de l'ENSPS

## [Nicolas GUIMIER, lauréat du Prix ENSPS de l'Innovation 2008]

### D'où est partie l'idée de la création d'Xtrib et quelles ont été tes motivations ?

La motivation était double, voire triple. A la sortie de l'école j'ai été embauché en CDD au CEA\* de Saclay dans la suite logique de mon stage et de mon option (traitement d'images). J'avais un poste d'ingénieur-chercheur sur un sujet qui me plaisait, et je jouais en parallèle dans un groupe de musique avec Olivier de Villardi qui suivait des études à l'IMAC, une école d'ingénieurs Multimédia. Nous avons enregistré un album de musique autoproduit et nous cherchions un moyen de le distribuer. Devant le manque de moyens mis à la disposition des artistes indépendants, nous souhaitions monter notre propre structure.

Puis au CEA, le sujet de mes recherches a changé, et les lourdeurs administrative et hiérarchique dans mon travail m'ont poussé à franchir le pas. Enfin, il y aurait peut-être une troisième motivation intérieure nourrie par la curiosité de l'indépendance...

### Quels ont été les principaux obstacles et opportunités dans cette aventure ?

La première opportunité fut de rencon-

trer un associé qui ait les mêmes aspirations, tout en ayant des compétences professionnelles complémentaires. J'ai eu de la chance à ce niveau-là.

Ensuite, il y a beaucoup d'informations sur Internet afin de faciliter les démarches, et il existe beaucoup de structures prêtes à aider les jeunes créateurs. Notre premier coup de pouce est venu de l'Incubateur de l'Université de Marne la Vallée en 2007.

Mais les obstacles arrivent très vite. Les premiers rejets sont venus des banques qui ne voulaient même pas nous ouvrir un compte. Nous manquions d'assurance et de crédibilité pour défendre un projet qui fait peur aux banques : le téléchargement de MP3 sur Internet.

### Quelles recommandations ferais-tu aux élèves-ingénieurs de l'ENSPS ?

En 3<sup>e</sup> année, lorsque Jean-Pierre Draca a demandé à la promotion, qui souhaitait créer une entreprise, je n'ai pas levé le doigt. Je ne me sentais pas non plus concerné par la comptabilité, ou la gestion de projet, puisque je me dirigeais logiquement vers un métier technique fondé sur l'enseignement des matières scientifiques.

Dès la sortie de l'école, le monde du tra-

vail et le nouveau rythme des journées change notre perception du quotidien. Nos convictions peuvent évoluer.

Dans mon cas, j'ai radicalement changé, à la fois mon domaine professionnel et ma fonction sociale. C'est aujourd'hui que je me rends compte à quel point il est important d'avoir eu une formation générale et complète sur des sujets qui au préalable ne me concernaient pas. Parce que beaucoup de notions de bases m'ont aidé à décoller et à construire mon nouveau projet professionnel.

Ma recommandation serait donc de ne rien négliger *a priori*, car on ne sait jamais comment les choses vont évoluer.

### Quel mot-clé rattacherai-tu à la notion d'« Entrepreneuriat » ?

Juste un mot ? Je pourrai citer Aventure, Endurance, Rencontres, Indépendance... Mais s'il faut en retenir un seul je dirais : plaisir.

### Propos recueillis par Stéphanie Meyer

\* Commissariat à l'Energie Atomique

De gauche à droite : N. Guimier, J.P. Draca, O. De Villardi, S. Lecler lors de la remise du Prix de l'Innovation.

[4]



Crédits photo : Caroline Schneider - ULP

## [MIGREST : une plateforme dédiée à la formation en microélectronique s'installe à l'ENSPS]

Depuis les années 1980, le réseau national du CNFM, Coordination Nationale de la Formation en Microélectronique, est un acteur important de la formation en microélectronique. Il travaille en partenariat avec les entreprises de la microélectronique regroupées dans le syndicat SITELESC. Douze pôles du CNFM regroupent aujourd'hui des équipements de fabrication, de caractérisation ainsi que des outils informatiques pour la conception et le test des circuits intégrés.

En 2000, l'industrie mondiale du semi-conducteur a atteint 230 milliards d'euros de chiffre d'affaires, soit autant que les exportations de pétrole de l'OPEP. Elle croît au rythme de 15 % par an depuis 20 ans, employant 250 000 personnes au niveau européen. En France, avec un chiffre d'affaires de 5 milliards d'euros, cette industrie emploie près de 20 000 personnes et génère 40 000 emplois indirects.

Pour répondre, en amont, à un fort besoin de formation des acteurs de ce secteur, le réseau national est aujourd'hui structuré en un Groupement d'Intérêt Public, le GIP CNFM, associant universités et entreprises. Il anime et coordonne la mise à disposition de moyens expérimentaux utilisés chaque année par environ 8 000 étudiants de 70 écoles d'ingénieurs et universités, 500 chercheurs et doctorants de 75 laboratoires et 500 stagiaires en formation continue. Il intègre :

- un service national de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) permettant l'achat, l'assistance à l'utilisation et la maintenance des outils CAO, associé à un unique testeur industriel assurant, à

travers le réseau RENATER, des travaux pratiques réalisés à distance à partir de tous les établissements utilisateurs du réseau.

- Six pôles du CNFM équipés de salles blanches pour la formation pratique à la fabrication de composants et circuits intégrés : Grenoble, Toulouse, Paris, Orsay, Rennes et Lille.

- Six autres pôles du CNFM situés à Limoges, Lyon, Montpellier, en région PACA et en région Grand Est développent des spécificités microélectroniques en accord avec les orientations des laboratoires et des industries locales.

Le pôle CNFM du Grand Est, appelé MIGREST, regroupe les formations dans le domaine de la microélectronique sur quatre sites, Strasbourg (ULP), Nancy (UHP et INPL) et Metz (UPV), et concerne près de 300 étudiants pour 21 220 heures/étudiant dispensées.

Le centre de ressources du MIGREST est basé à Strasbourg. Hébergé sur le site de l'ENSPS, il assure des formations à destination des étudiants de l'Université Louis Pasteur (Ingénieurs ENSPS, Masters UFR de Physique, IUT de Haguenau), et de l'INSA de Strasbourg.

Ce centre de ressources est constitué principalement d'une salle informatique, équipée de 12 postes avec vidéo-projecteur et dédiée à la formation en micro-électronique pour la conception analogique-numérique intégrée, la technologie des process submicromiques (échelle des phénomènes inférieure au micromètre), l'implémentation numérique sur FPGA et la testabilité industrielle.

Francis Braun et Anthony Bozier  
braun@iness.c-strasbourg.fr  
bozier@iness.c-strasbourg.fr



Le centre de ressources du MIGREST à l'ENSPS

**Aujourd'hui, 100% des élèves de l'ENSPS effectuent, dans le cadre de leur cursus, au moins un stage à l'étranger. A l'issue de sa deuxième année, Adrien RAMOND a passé, en 2007, trois mois en Allemagne au sein d'un laboratoire de R&D chez Panasonic. Retour d'expérience sur une mission accomplie et aboutie !**

**Quelle démarche as-tu adoptée pour postuler chez Panasonic ?**

La démarche que j'ai suivie pour intégrer le PFL (Panasonic Frankfurt Laboratory) ressemble à celle d'un étudiant en quête de stage. Le PRDCG (Panasonic R&D Center Germany GmbH) proposait alors une offre de « praktikum » intéressante sur leur site web. J'ai donc pris contact directement avec le service RH. Parallèlement, j'ai aussi cherché des informations sur l'entreprise. Il y avait quelques publications du PRDCG dans une revue de l'IEEE\*. Aussi j'ai pu cibler les personnes appartenant à l'équipe au sein de laquelle je souhaitais travailler. J'ai directement contacté le manager par mail. Il a lu ma candidature et m'a proposé un entretien téléphonique. C'est sûrement grâce à cela que j'ai pu obtenir le stage. La procédure s'est ensuite déroulée normalement avec le service RH, heureusement pas trop fâché d'avoir été « court-circuité ».

**En quoi consistait ta mission dans le cadre de ce stage ?**

L'offre portait sur l'optimisation d'algorithmes avancés de codage vidéo développés en interne et basés sur le MPEG 4 / AVC. J'ai été intégré à l'un des projets en cours, il s'agissait d'implémenter sous Matlab une nouvelle chaîne de traitement vidéo en vue d'améliorer la qualité subjective des images pour les écrans HD.

**Comment s'est déroulée ta mission ?**

Dès le premier jour j'ai été présenté à toute l'équipe. Après une visite des locaux et une démonstration des principaux résultats obtenus au PFL, j'ai rejoint mon poste de travail, installé avec quatre autres étudiants allemands. Le mode de fonctionnement était le même que pour les autres employés : une alternance de travail personnel, de comptes rendus des résultats et de réunions fixant les directions à prendre. L'ambiance de

travail restant détendue et vraiment très agréable.

**Qu'est-ce que t'a apporté ce stage au sein de l'entreprise et quels ont été les résultats concrets ?**

Ce fut pour moi une première vraie expérience professionnelle, et je l'ai prise en tant que telle. J'ai pu apprécier une technique de management d'équipe souple mais efficace. Mon travail a d'emblé été pris au sérieux, j'étais là pour produire « du résultat ». Il se trouve qu'au cours d'un séminaire au Japon, mon maître de stage a pu présenter à ses supérieurs hiérarchiques la technique développée. Ceux-ci ont été intéressés et ont finalement décidé de lancer une procédure de dépôt de brevet dans laquelle je suis cité parmi les inventeurs. La culture allemande du brevet n'est pas qu'une légende !

**Quel bilan tires-tu de cette expérience à l'étranger ?**

Outre le fait d'avoir été plongé dans une véritable entreprise multinationale, ce séjour de trois mois en Allemagne m'a aussi permis de découvrir la vie quotidienne outre-Rhin. Qui plus est, habitant dans une résidence étudiante de la ville universitaire de Mainz, mais aussi grâce au concours d'un groupe d'étudiants allemands ayant fait une partie de leur cursus à Dijon, j'ai été plus facilement immergé dans leur rythme de vie et leur culture. Une expérience plus qu'enrichissante au niveau humain.

**Propos recueillis par  
Stéphanie Meyer**

\* Institute of Electrical and Electronics Engineers

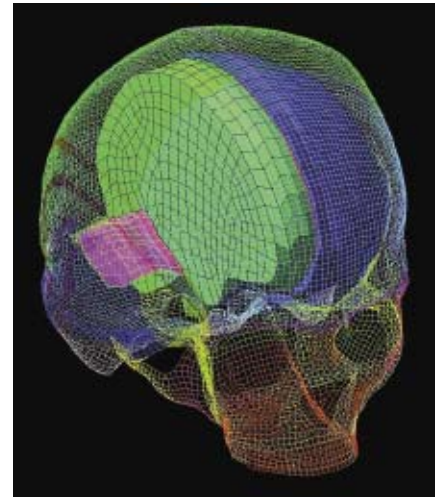
[6]



## [Les systèmes biomécaniques appliqués à la sécurité dans les moyens de transport]

Fortement adossée à la recherche, la formation délivrée par l'ENSPS s'inscrit en partie à l'interface entre les TIC\* et le domaine Vie et Santé. L'Ecole collabore notamment avec les enseignants-chercheurs de l'équipe des Systèmes Biomécaniques, des Transports et de la Sécurité de l'Institut de Mécanique des Fluides et des Solides de Strasbourg (UMR 7507 ULP-CNRS).

La thématique générale de cette équipe porte sur la compréhension du comportement mécanique du corps humain en situation traumatique. Dans ce cadre, des étapes de caractérisation mécanique des tissus, de modélisation et de description de l'apparition de lésions sont nécessaires pour améliorer les systèmes de protection dans les moyens de transport et contribuer à l'évolution des normes. La connaissance ainsi établie des mécanismes de lésions et des limites de tolérance des tissus incriminés fournit autant d'outils également utiles en médecine légale, en neurologie, en téléchirurgie, mais aussi en balistique et dans le domaine du sport. La biomécanique du système tête-cou humain de tout âge constitue le domaine de prédilection des recherches menées au sein de l'équipe, même si le reste du corps est parfois pris en considération pour des questions de conditions aux limites et de similitudes des méthodologies.



borés au sein de l'équipe. De même, de nombreux modèles numériques en éléments finis sont construits, validés vis-à-vis de données expérimentales et utilisés dans le cadre de reconstructions numériques d'accidents réels pour comprendre les mécanismes de lésions et identifier les limites de tolérance des segments anatomiques considérés.

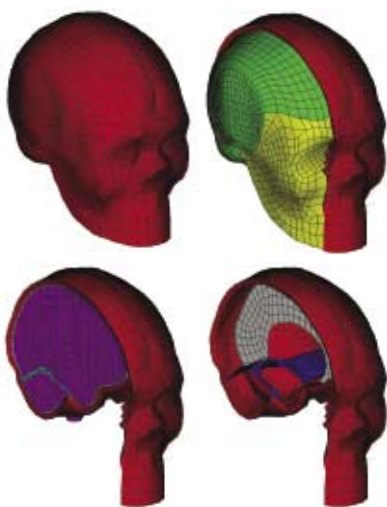
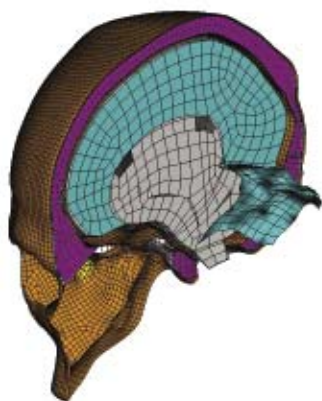
Ces modèles du système tête-cou, accompagnés de multiples critères de lésions spécifiques, sont finalement exploités pour la conception, l'évaluation, la validation et l'optimisation de systèmes de protections dans les moyens de transports, dans le domaine du sport, en balistique ou plus simplement au sein même de la vie quotidienne. On peut citer plus particulièrement, les appuie-têtes, les airbags, les pare-brises, les vitres latérales et les capots d'automobiles, les casques de cyclistes ou de motocyclistes.

Tous ces travaux, émergeant sur des projets européens du 6<sup>e</sup> et du 7<sup>e</sup> PCRD, sont réalisés en étroite collaboration avec l'industrie automobile et présentent une interaction forte avec le monde de la santé.

**Daniel Baumgartner**  
tél. : 03 90 24 29 42

daniel.baumgartner@ifms.u-strasbg.fr

\* Technologies de l'Information et de la Communication



Modèles par éléments finis de la tête humaine adulte.

**Améliorer les systèmes de protection dans les moyens de transport et contribuer à l'évolution des normes**

Les étapes de caractérisation et de modélisation des segments anatomiques portent sur les matières cérébrales et hépatiques, la colonne cervicale et les structures osseuses. Les méthodes employées sont diverses et vont de la rhéologie classique à l'élastographie à résonance magnétique nucléaire ou ultrasonore par impulsions et l'analyse vibratoire qui constitue un moyen original d'aborder une structure anatomique complexe dans le domaine fréquentiel.

Le volet de la modélisation est, quant à lui, abordé sous les angles physiques et numériques, mais aussi en utilisant le modèle animal – le rat et le lapin en particulier. Des prototypes de systèmes tête-cou avec leurs bancs d'impact spécifiques sont éla-

[7]

## [Quand les Technologies de l'Information et de la Communication s'intéressent à la Joconde]

Parce que notre école attache un intérêt tout particulier à la « rencontre » entre l'Art et les Sciences, nous avons décidé, en 2005, de baptiser la promotion 2008, du nom de *Léonard de Vinci*. Et c'est en toute logique que nous avons proposé à l'un de nos partenaires, Christian Lahanier, ancien chef du Département Documentation et Technologies de l'Image, au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, d'en être le parrain.

Le 4 février 2008, Christian Lahanier est venu présenter à ses filleuls les résultats d'une analyse de *La Joconde*, chef d'œuvre de la peinture de la Renaissance, peint vers 1504 par Léonard de Vinci.

En effet, à la demande du Musée du Louvre, cette œuvre avait été étudiée scientifiquement au moyen de traitements informatiques, par un groupe de chercheurs universitaires en France et au Canada.

Les résultats obtenus ont été confrontés aux écrits de Léonard de Vinci qui se trouvent consignés dans son *Traité de la Peinture*.

Ils ont notamment mis en évidence :

- Les procédés géométriques structurant la conception de l'œuvre : l'enregistrement de l'unité de longueur à cette époque à Florence, la découpe du panneau selon un rectangle harmonique, le cadre de maintien, l'œil et le cœur points clés de la figure, le rectangle d'or et le carré, éléments organisant la composition, le maillage et l'ellipse harmoniques comme repères subtils des formes, le mouvement du visage et du vent qui donnent de l'animation et de la vie à l'image, etc.
- La technique picturale de Léonard de Vinci, c'est-à-dire la manière par laquelle il met en place les couleurs, les ombres et les lumières : la perspective aérienne décrite par l'artiste, les proportions anatomiques du modèle issue de Vitruve, la position du soleil et la localisation du paysage dans la vallée de l'Arno retrouvées par optique et informatique, etc.

Par ailleurs, l'analyse d'images multi-spectrales a permis de représenter le nuage des couleurs dans un espace colorimétrique et de cartographier

ces couleurs, mais aussi de localiser les points fort de lumière et la forme du dégradé des ombres.

La visualisation 3D de la luminance de cette peinture a restitué la vision stéréoscopique utilisée par Léonard de Vinci à l'aide d'un miroir pour réaliser l'intensité des ombres et des lumières.

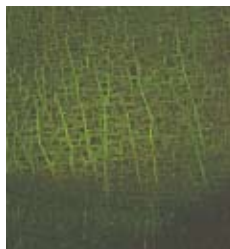
Enfin, la modélisation 3D a apporté un éclairage nou-

veau sur la technique picturale des ombres appelée «sfumato sombre» à partir de la mesure de la rugosité de la couche picturale, c'est-à-dire son micro-relief. Elle a aussi démontré la déformation du support due à l'humidité de l'air ambiant.

Ce travail d'interprétation visuelle puis de traitement informatique des images numériques témoigne de l'apport novateur des nouvelles technologies de l'information pour l'étude des peintures de chevalet. Elles ouvrent un nouveau champ d'investigation sur la technique picturale des chefs d'œuvres de nos musées.

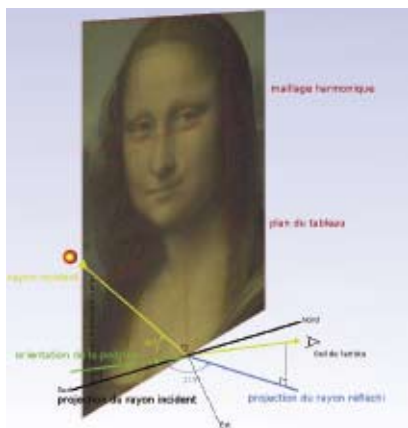
Propos recueillis par  
Stéphanie Meyer et Eric Fogarassy

Ce travail vient d'être publié sous le titre  
*La Joconde*, Essai scientifique par C12éditions.



Réseaux de craquelures superposés prouvant l'existence de plusieurs couches de glacis transparents.

[8]



Représentation 3D de la position du soleil par rapport aux points cardinaux donnant l'orientation de l'artiste et de la figure.

Responsable de la publication  
Eric Fogarassy

Coordination  
Stéphanie Meyer

Maquette et mise en pages  
Alsace Media Science - amscience.com

Impression  
Imprimerie Kocher - 1 500 exemplaires

ENSPS - Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg  
Parc d'Innovation - Bd Sébastien Brant - BP 10413 - 67412 ILLKIRCH CEDEX  
T : (33) 03 90 24 45 10 - F : (33) 03 90 24 45 45 - www-ensps.u-strasbg.fr