

Campus

N° 90 avril-mai 2008

ANATOMIE: L'AVENTURE INTÉRIEURE

Dans les **eaux glacées**
de l'Antarctique

Edouard Claparède,
conquérant aboulique



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

«On ne vit pas en mangeant des dollars»



Jacques Grinevald, chargé de cours à la Faculté des sciences économiques et sociales et professeur titulaire à l'Institut de hautes études internationales et du développement, vient de publier un ouvrage sur la double menace qui pèse sur le monde actuel: le climat et le pétrole

Campus: La finance internationale est en crise, le prix du pétrole et des matières premières flambe, le climat se dégrade. Le temps n'est-il pas mûr pour se lancer dans la décroissance?

Jacques Grinevald: Je suis en effet d'avis qu'il faut anticiper la décroissance économique si l'on ne veut pas qu'elle nous soit imposée par les circonstances, ce qui peut arriver plus tôt qu'on ne le pense. Et ce pour deux raisons. La première vient du sous-sol dont les gisements d'énergie fossile et de matières premières les plus facilement exploitables ont été en grande partie déjà utilisés. C'est notamment le cas du pétrole. Après un maximum appelé «le pic de Hubbert», sa production va décliner inexorablement. Celui qui reste accessible devient de plus en plus cher à extraire. La seconde raison est le climat. Des changements rapides du système climatique sont provoqués par la croissance et l'expansion mondiale de notre civilisation thermo-industrielle. Les conséquences écologiques et socio-économiques seront énormes. Nous sommes donc entre deux défis: le ciel qui nous tombe sur la tête et le sol qui se dérobe sous nos pieds.

Le discours sur la décroissance est-il récent?

L'idée que l'âge d'or du pétrole (et des autres ressources minérales) n'est qu'une excroissance éphémère dans l'histoire de l'humanité est assez ancienne. Le géophysicien Marion King Hubbert le montrait dès les années 50 avec ses courbes en cloche et sa prévision, en 1956, du pic de la production en 1970 aux Etats-Unis. De même, dans les années 60-70, le mathématicien et économiste Nicholas Georgescu-Roegen provoque un changement de paradigme par rapport à la science économique dominante en faisant entrer le second principe de la thermodynamique, la loi de l'entropie, dans sa nou-

velle «perspective bio-économique». Selon lui, le processus économique n'est pas circulaire et isolé, mais ouvert et irréversible. Il accroît la vitesse de l'augmentation de l'entropie de notre environnement terrestre. En d'autres termes, il prélève des ressources naturelles, les transforme et les dissipe dans la nature à une vitesse qui dépasse maintenant la stabilité des cycles qui rendent notre planète habitable. Cette tendance n'est pas durable: une croissance débridée se heurte tôt ou tard aux limites de la biosphère. C'est pourquoi Nicholas Georgescu-Roegen a été le premier apôtre de la décroissance, avant même le premier choc pétrolier.

Avec peu de succès, manifestement...

Les économistes, dans leur majorité, n'ont pas compris la révolution de la bio-économie de Georgescu-Roegen. Ils ne pensent qu'en termes d'expansion, de progrès technique et de croissance. Si une ressource s'épuise, son prix deviendra prohibitif et elle sera remplacée par une autre. La fin de l'âge d'or du pétrole ne les affole pas. Leur vision du monde est basée sur l'évaluation monétaire des biens et services. Cependant, il est important de se rendre compte qu'une telle vision est partielle, partielle et insuffisante. Le prix actuel du pétrole, même s'il semble élevé, n'intègre pas les effets négatifs de son utilisation, qu'il faudra pourtant bien payer un jour. Le problème, c'est que les économistes n'écourent pas les écologistes et les géologues. Ils ont en revanche les oreilles des décideurs. Les opinions publiques préfèrent la croissance qu'on identifie à tort avec le progrès ou la richesse pour tous.

Ce qui est vrai, pourtant...

Certes, mais pour qui? Et surtout, on ne vit pas en mangeant des dollars. On ne peut pas substituer le capital naturel de la biosphère par

du capital financier ou même technologique, comme on prétend le faire actuellement pour les générations futures. Comme le disait Georgescu-Roegen, c'est la nature qui est la racine de la valeur économique.

Dans le titre de votre livre, vous utilisez le terme d'Anthropocène. Que signifie-t-il?

C'est le nom de l'époque géologique dominée par l'être humain dans laquelle nous sommes entrés depuis la révolution industrielle. Ce concept, introduit il y a quelques années, devrait être adopté officiellement cet été par l'Union internationale des sciences géologiques. L'Anthropocène succède donc à l'Holocène, qui a duré dix mille ans. Ce qui motive la création de la nouvelle catégorie est principalement le fait que la quantité d'énergie et de matière utilisée par l'espèce humaine a dépassé les grandeurs et les flux naturels. Notre développement économique est devenu la plus puissante force géologique actuelle – davantage que le volcanisme. Notre croissance entre en collision frontale avec les cycles biogéochimiques qui régulent la stabilité du système Terre.

Que faut-il faire pour s'en sortir?

Il faut reconnaître les réalités de la biosphère et faire en sorte – c'est le travail des politiques et des enseignants – que tout le monde admette que nous sommes une espèce animale qui a besoin de la nature, parce qu'elle en fait partie. Il nous faut ralentir notre train de vie si l'on veut négocier le virage qui s'approche à grande vitesse. Et c'est aux riches de montrer l'exemple, l'Occident surtout qui a entraîné le monde dans cette course folle. Sinon on va droit dans le mur. ■

Propos recueillis par Anton Vos

«La Biosphère de l'Anthropocène, climat et pétrole, la double menace. Repères transdisciplinaires (1824-2007)», par J. Grinevald, *Georg*, 2007, 293 p.

RECHERCHE

- 4 **Chimie**
En 1997, Claude Piguet signe un papier qui figure aujourd'hui dans le peloton de tête des articles les plus cités au cours des dix dernières années. Il traite des hélicates, des supermolécules en forme d'hélice
- 6 **Médecine**
La capacité pulmonaire décline avec l'âge, mais elle le fait moins vite là où la qualité de l'air est meilleure. Une étude suisse démontre qu'un bénéfice sur la santé est mesurable pour toute amélioration supplémentaire en termes de pollution atmosphérique.
- 8 **Gérontologie**
Le grand âge ne rime pas forcément avec maladie ou dépendance. Il se caractérise en revanche par une fragilité croissante. C'est ce que démontre une étude entamée en 1994 auprès des plus de 80 ans.
- 10 **Economie des langues**
La domination d'une langue sur les autres est un mauvais calcul tant sur le plan de l'équité que sur celui de l'efficacité économique. Un résultat dont devraient s'inspirer les entreprises qui peinent encore à évaluer leurs besoins en matière de compétences linguistiques.

PHOTO DE COUVERTURE: OSIRIX

12 – 27 DOSSIER ANATOMIE: L'AVENTURE INTÉRIEURE



L'imagerie médicale a fait des progrès considérables. Les vues en trois dimensions sont devenues banales. Les radiologues y ont ajouté une quatrième (le temps) et une cinquième (le métabolisme). En attendant la sixième?

Un logiciel genevois «open source» facilite l'interprétation des images, devenues très complexes. Il permet de créer des clichés spectaculaires de l'anatomie. Osirix s'est imposé comme standard dans le milieu de la radiologie

Le laboratoire de réalité virtuelle de l'UNIGE coordonne un projet européen qui vise à développer un double virtuel du corps humain en 3D et dont chaque articulation serait mobile

RENDEZ-VOUS

- 28 **L'invité**
Michael Gazzaniga: «Nous sommes faits de telle manière que nous croyons toujours que notre esprit est l'auteur des décisions du cerveau, et non le contraire.»
- 30 **Extra-muros**
Le brise-glace Polarstern figure parmi les fleurons de l'expédition polaire. Assistante au Département de zoologie et de biologie animale, Délia Fontaine a passé deux mois à son bord afin d'étudier les foraminifères
- 32 **Tête chercheuse**
Fondateur de l'Institut Jean-Jacques Rousseau, Edouard Claparède a posé les bases de ce qui allait devenir la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, ouvrant ainsi la voie à Jean Piaget
- 35 **A lire**
«Dessalines», par Guy Poitry; «Littérature et médecine. Approches et perspectives», par Andrea Carlino et Alexandre Wenger; «L'Art du questionnement et les interrogations fictives chez Platon», par Angela Longo
- 37 **Actus**
- 38 **Thèses**

Abonnez-vous à «Campus»!

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau. Des rubriques variées vous attendent, sur l'activité des chercheurs dans et hors les murs de l'Académie. L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue!

Abonnez-vous par e-mail (campus@presse.unige.ch) ou en remplissant et en envoyant le coupon ci-dessous :

Je souhaite m'abonner gratuitement à «Campus»

Nom: _____ Prénom: _____
 Adresse: _____ N° postal/localité: _____
 Tél.: _____ E-mail: _____

Université de Genève – Presse Information Publications – 24, rue Général-Dufour – 1211 Genève 4
 Fax: 022/379 77 29 – E-mail: campus@presse.unige.ch – Web: www.unige.ch/presse

Délicates hélicates

En 1997, Claude Piguet signe un papier qui figure aujourd'hui dans le peloton de tête des articles les plus cités au cours des dix dernières années. Le sujet? Des supermolécules en forme d'hélices qui ont séduit les chimistes par leur beauté

C'est une histoire de chimiste. Le principal protagoniste est un type d'assemblage de molécules un peu spécial, conçu pour la première fois il y a vingt ans et baptisé hélicate en raison de sa forme hélicoïdale (voir l'image ci-contre). Dès sa première apparition dans la littérature scientifique en 1987, cette construction chimique artificielle, composée de longues molécules organiques enfermant des atomes de métal, séduit les chimistes par son élégance et fait l'objet d'intenses recherches fondamentales. Alors au début de sa carrière, Claude Piguet, devenu depuis professeur au Département de chimie minérale, analytique et appliquée, cède lui aussi à l'attrait de ces nouveaux venus. En 1997, il se lance avec deux de ses collègues, Gérald Bernardinelli et Gérard Hopfgartner, dans la rédaction d'un article de revue sur le sujet. Le texte, qui paraît dans le journal *Chemical Reviews*, fait le point sur les connaissances et s'essaye à des prédictions concernant les voies que suivra la recherche académique, mais aussi les

dehors des chimistes, en a entendu parler?). Ces dernières n'ont en effet longtemps servi à rien d'autre qu'à passionner les chimistes. «*Au début, personne ne se souciait des applications possibles de ces supermolécules*, se rappelle Claude Piguet. *Leur apparition a représenté une petite révolution dans la chimie de la fin du siècle dernier. Mais elle n'a été soutenue par aucune motivation commerciale. En fait, on cherchait surtout à comprendre comment ces objets incroyables pouvaient simplement exister.*»

Le pouvoir de séduction des hélicates réside en effet essentiellement dans leur forme, qui allie la beauté au mystère – aux yeux des chimistes en tout cas. «*Ces structures sont faites de deux, trois, voire quatre brins qui s'enroulent comme autant d'escaliers en colimaçon autour du même axe*, explique Claude Piguet. *Cette forme hélicoïdale, qui symbolise l'ascension (ou la progression) en tournant, a toujours fasciné les hommes. On la retrouve dans les représentations de la Tour de Babel, dans la vis d'Archimède ou encore dans*

Mais il y a mieux. Au centre des molécules organiques hélicoïdales sont fixés des atomes de métal. En fait, les hélicates représentent une des tentatives les plus abouties d'allier des molécules organiques avec des métaux, un défi qui mobilise tout un pan de la discipline sous la bannière de la chimie dite de coordination. La motivation principale de cette branche est que la partie organique (très peu réactive) entoure et protège de l'environnement direct les métaux (très réactifs) qui conservent ainsi intacts leurs propriétés optiques, électriques ou catalytiques. Propriétés qui pourraient, dans l'idéal, être utilisées pour fabriquer de minuscules dispositifs capables de mesurer, sonder, émettre de la lumière...

AUTO-ASSEMBLAGE

Mais avant même de penser à une quelconque application, les chimistes se sont penchés sur la façon de fabriquer les hélicates. Ces supermolécules ont la particularité de s'assembler toutes seules dès que les premiers éléments sont mis en place. Lorsque les conditions chimiques nécessaires sont réunies, les brins croissent en tournant sur eux-mêmes et les atomes de métal viennent se fixer au bon endroit au fur et à mesure que pousse la structure.

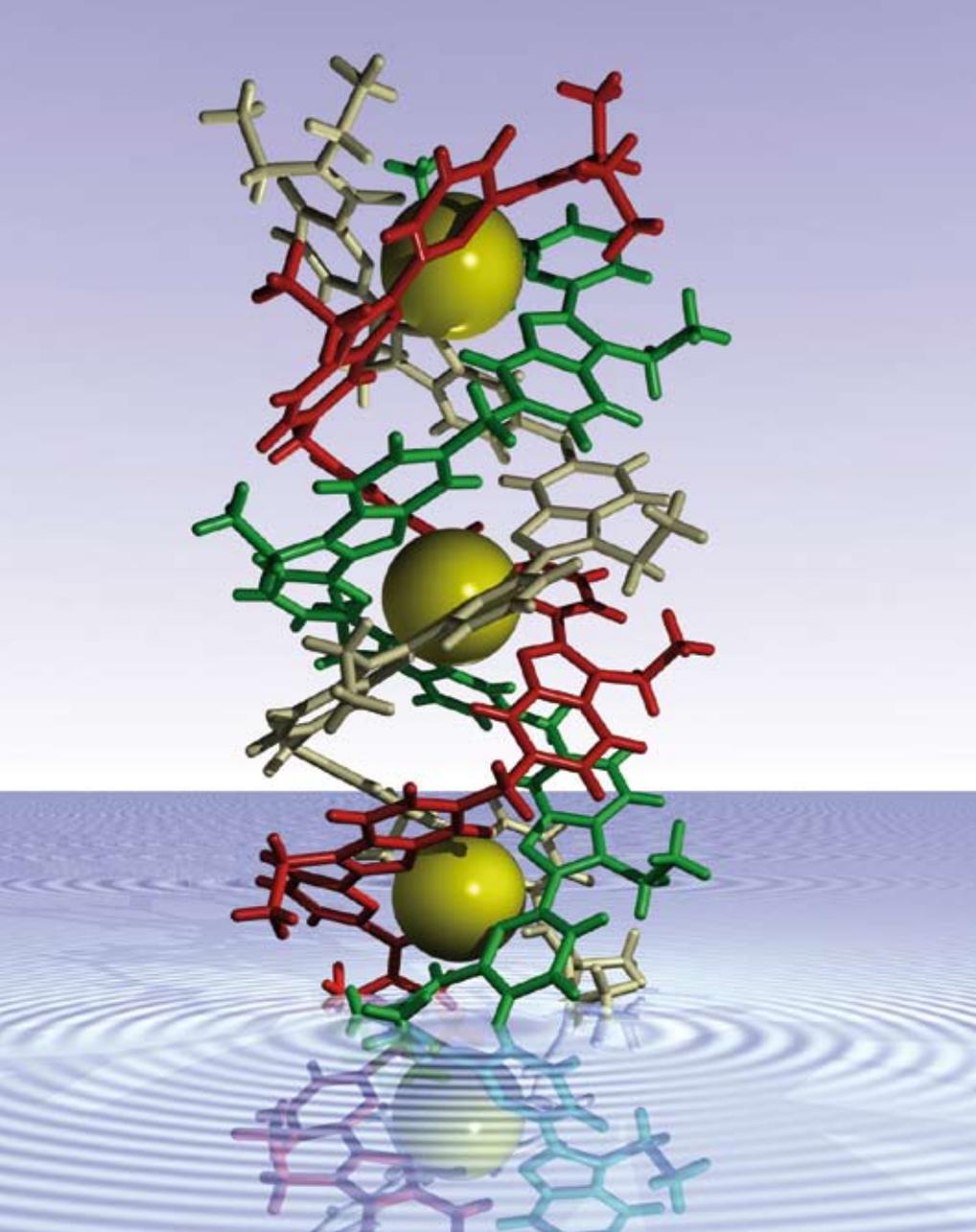
«*L'auto-assemblage, en chimie, n'est en soi pas un tour de magie*, précise Claude Piguet. *Cela se déroule sans cesse dans la nature. En revanche, ce qui est déroutant avec les hélicates, c'est que les atomes de métal, tous chargés positivement, devraient en principe se repousser. Ils ne devraient pas pouvoir s'approcher autant les uns des autres. On observe pourtant le contraire. Au cours du processus de croissance, les cations de métal surmontent la force de répulsion électrique pour venir se placer tout près les uns des autres dans la structure chimique en construction. C'est un mystère qui a mis du temps à être élucidé.*»

«La forme hélicoïdale qui symbolise l'ascension en tournant a toujours fasciné les hommes»

applications possibles. Cette contribution sera lue au-delà de toute attente: en octobre 2007, à la surprise de l'auteur lui-même, le papier est placé dans le pour cent de tête des articles les plus cités au cours des dix dernières années*.

A quoi est dû ce succès dont l'ampleur a crû lentement, à l'instar des arômes et des tanins d'un bon vin? Manifestement pas à l'utilité potentielle des hélicates elles-mêmes (qui, en

des dessins d'escalier et d'hélicoptère de Léonard de Vinci. A cela s'ajoute, pour les chimistes, la description dans les années 1950 de la molécule d'ADN, merveilleuse double hélice porteuse du programme génétique de toute forme de vie sur Terre. En un mot, les hélicates sont de beaux objets et, à ce titre, méritent déjà amplement l'intérêt des chimistes. Ne serait-ce que pour les manipuler de toutes les façons imaginables.»



Exemple d'hélicate composée de trois molécules organiques assemblées sous forme de triple hélice et enfermant trois atomes de métal luminescents et magnétiques.

A tel point qu'en 1992, Jean-Marie Lehn, Prix Nobel de chimie et père des hélicates, n'a trouvé d'autre solution pour expliquer ce curieux phénomène que d'introduire une nouvelle force dite de «coopérativité positive». Une force d'origine et de mode d'action inconnus, mais dont le résultat est de s'opposer à la force électrique et de permettre aux hélicates de se fabriquer elles-mêmes.

«C'était clairement une erreur, même si elle était basée sur de solides arguments scientifiques, estime Claude Piguet. Il n'existe pas de force de «coopérativité positive» dans la nature. Tout est explicable par celles que l'on connaît déjà, à savoir les forces électromagnétiques, fortes, faibles et de gravitation. Mais il n'en reste pas moins qu'il s'agissait là d'une intuition géniale. Car cette hypothèse, tout en étant fautive, semblait fonctionner et a permis d'avancer. Beaucoup de chercheurs se sont lancés dans le domaine des hélicates, qui a connu, durant les années 1992-1997, une activité très intense. Des structures

moléculaires de toutes les formes ont été fabriquées, jusqu'aux polygones les plus complexes. Et plus de 100 combinaisons de métaux différents ont été utilisés dans d'innombrables édifices.»

APPROCHE PROSPECTIVE

C'est dans ce contexte qu'arrive l'article de Claude Piguet et de ses collègues. Les trois chercheurs, un chimiste, un cristallographe et un spécialiste de la spectroscopie de masse, décident d'écrire une revue inhabituelle. Au lieu de se borner à rédiger un catalogue des connaissances accumulées durant la dernière décennie – ce qui est une manière de faire répandue – ils préfèrent tenter une approche plus prospective. Ils s'aventurent alors à faire des prédictions sur les développements futurs des hélicates. La majorité d'entre elles sont de nature purement académiques, mais ils tentent également de prévoir de possibles applications. Et il se trouve qu'une bonne partie

de leurs prédictions se réaliseront – comme la première structure à quatre brins hélicoïdaux qui a été réussie pour la première fois en 1998. En fait, l'article alimente l'inspiration de nombreux chercheurs au cours de la décennie qui suit sa publication. Et comme à chaque fois les scientifiques sont tenus de citer leurs sources quand ils publient leurs travaux, le papier des Genevois se retrouve régulièrement dans les bibliographies. Jusqu'à devenir l'un des plus cités de ces dix dernières années.

«Nous avons également indiqué dans notre article de 1997 que l'existence de la force de «coopérativité positive» était peu probable, précise Claude Piguet. Mais nous n'avions pas d'explication alternative à proposer. Il a fallu attendre 2003 pour qu'un chercheur italien démontre que le modèle sur lequel se basait la description de la croissance des hélicates n'était pas adapté et qu'il n'était pas nécessaire d'introduire la coopérativité positive.»

C'est finalement en 2006 qu'un post-doctorant de Claude Piguet, Josef Hamacek, aujourd'hui maître assistant au Département de chimie minérale, analytique et appliquée, parvient à corriger le modèle et à l'adapter à la simulation de l'auto-assemblage des hélicates.

Après vingt ans d'existence, les hélicates n'ont pas encore trouvé d'application concrète. Cependant, grâce à une base théorique plus solide, les chercheurs nourrissent désormais des espoirs de développer grâce à ces beaux objets des sondes chimiques et biochimiques (capableS de mesurer Les taux de certaines substances prédéfinies) qui pourraient avoir un intérêt dans la médecine. ■

Anton Vos

* Les classements par niveau de citation sont établis régulièrement par une entreprise privée, Thomson ISI, qui les vend très cherS aux revues, agences et chercheurs intéressés.

L'air n'est jamais assez pur

La capacité pulmonaire décline avec l'âge, mais elle le fait moins vite là où la pollution atmosphérique est moindre. Une étude suisse démontre que toute amélioration supplémentaire de la qualité de l'air a un effet bénéfique et mesurable sur la santé

Jusqu'à quel point l'amélioration de la qualité de l'air continue-t-elle d'apporter des bénéfices pour la santé? Faut-il absolument faire respecter les normes sanitaires concernant les taux de particules fines et de gaz nocifs dans l'air, régulièrement dépassés dans les villes? Cela vaudrait-il la peine de les durcir encore? La réponse est oui, si l'on se base sur les derniers résultats de l'Etude suisse de cohorte sur la pollution atmosphérique et les maladies respiratoires chez l'adulte (Sapaldia). Comme le précisent les auteurs de l'article paru dans la revue *New England Journal of Medicine* du 6 décembre 2007, il n'y a pas d'effet de seuil. Autrement dit, il y a toujours un bénéfice mesurable du point de vue de la santé publique lorsqu'on améliore la qualité de l'air, même si celle-ci est déjà relativement bonne, comme en Suisse.

«La fonction respiratoire (essentiellement le volume et le débit pulmonaires) d'un individu décline naturellement avec l'âge, explique Thierry Rochat, professeur de pneumologie au Département de médecine interne et responsable depuis 2005 de Sapaldia. Par ailleurs, entre 1991 et 2002, les deux dates où nos données ont été récoltées, les niveaux de pollution aux particules fines inhalables (PM₁₀ ou poussières de moins de 10

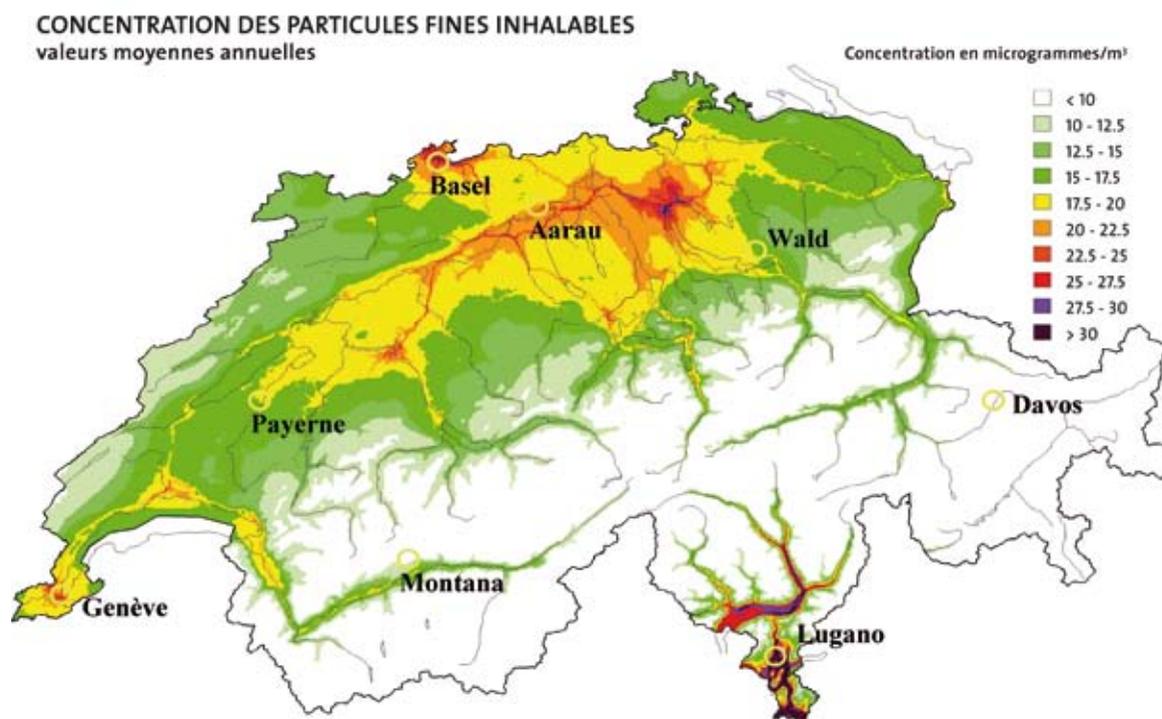
microns) ont diminué en Suisse. Dans ce contexte, nous avons montré que les personnes vivant dans des endroits où la qualité de l'air – déterminée à partir du taux de PM₁₀ – s'est le plus améliorée au cours de ces onze ans sont aussi celles dont la fonction respiratoire a le moins décliné.»

RATTRAPER LE HANDICAP

L'intérêt de ce résultat réside notamment dans le fait que c'est la première fois qu'il est obtenu à partir d'une population d'adultes. Jusqu'à aujourd'hui, les chercheurs se sont en effet surtout intéressés aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé et la croissance

des enfants et des adolescents. Une étude réalisée dans les années 1990 en Californie (mais transposable en Suisse) a ainsi démontré que les jeunes personnes vivant dans des lieux pollués parviennent à l'âge adulte avec une fonction pulmonaire diminuée par rapport à la moyenne. En revanche, celles qui déménagent dans une région plus saine au cours de l'enfance ou de l'adolescence peuvent encore rattraper ce handicap.

Seulement, ces résultats ne sont pas forcément identiques pour les adultes. C'est pourquoi l'étude Sapaldia a été conçue spécialement pour ces derniers. Elle a commencé, en



1991, avec un échantillon de la population suisse de 9600 personnes choisies dans huit régions représentatives de la diversité urbaine et climatique du pays (Bâle, Genève, Lugano, Aarau, Payerne Wald, Montana et Davos). Ces lieux possèdent aussi des stations de mesure de la pollution atmosphérique. Les participants, âgés alors de 18 à 60 ans, ont répondu à des questions sur leur santé et mode de vie et passé des examens respiratoires. En parallèle, les chercheurs ont noté localement les taux annuels moyens de PM₁₀ et de dioxyde d'azote (NO₂) dans l'air.

LA SUISSE QUADRILLÉE

L'exercice a été répété en 2002 avec les mêmes personnes (l'effectif ayant entre-temps diminué à 8000 personnes). Cette fois-ci, certains volontaires ont été soumis à des tests supplémentaires: un électrocardiogramme durant vingt-quatre heures et une prise de sang à des fins d'analyse génétique. Ce deuxième volet de l'étude a également bénéficié d'une détermination géographique plus précise de la pollution atmosphérique. Sally Liu, chercheuse à l'Institut de médecine sociale et préventive de l'Université de Bâle, a en effet développé une méthode pour calculer (à partir d'informations sur la pollution mesurées par les stations, le chauffage des maisons, le trafic routier et les conditions météorologiques) le taux de particules fines pour chaque carré de 200 mètres de côté sur tout le territoire helvétique.

«C'est un progrès considérable, précise Thierry Rochat. Le taux de PM₁₀ à Vésenaz, dans la campagne genevoise, n'est évidemment pas le même qu'en pleine ville où est située la station de mesure. Nous avons donc pu établir le taux de pollution auquel chaque participant est soumis à son domicile, le lieu où il passe le plus de temps.»

Les campagnes de 1991 et de 2002 ont permis de récolter une importante masse d'informations qui n'a pas encore été entièrement exploitée. A ce jour, elle a fait l'objet de 62 publications scientifiques. Certaines se sont penchées sur d'autres causes, comme le tabagisme passif (lire ci-contre), mais la plupart d'entre elles concernent la cible initiale de l'étude, à savoir la pollution atmosphérique. Sapaldia a ainsi contribué à documenter les liens existant entre la qualité de l'air et les symptômes respiratoires chroniques (toux, bronchites chroniques, à ne pas confondre avec la fonction pulmonaire) ou l'apparition des maladies cardiovasculaires. Ces dernières sont particulièrement inquiétantes dans la mesure où elles représentent, dans leur ensemble, une des premières causes de mortalité en Suisse. Par ailleurs, certains marqueurs génétiques, notamment liés à l'asthme, ont également été mis en évidence.

Sapaldia réunit des équipes de Bâle, Zurich et Genève, ainsi que des médecins installés dans les huit régions concernées par l'étude. Elle a bénéficié en 2006 d'un subside du Fonds national pour la recherche scientifique afin de poursuivre durant trois ans l'exploitation des données qu'elle a rassemblées. Thierry Rochat espère qu'après cette période un financement supplémentaire sera accordé pour que l'étude transversale puisse se poursuivre avec une troisième campagne. L'idée est de repartir, en 2010, à la recherche des mêmes participants. Ces derniers auront alors entre 38 et 80 ans. En faisant courir l'étude sur vingt ans, il sera plus facile d'obtenir des informations sur la mortalité et la morbidité liées à l'exposition de la pollution atmosphérique. ■

Anton Vos

Les méfaits de la fumée passive

L'Etude suisse de cohorte sur la pollution atmosphérique et les maladies respiratoires chez l'adulte (Sapaldia), qui a commencé en 1991 et se poursuit aujourd'hui, a mesuré les effets du tabagisme passif sur la santé. Voici dans l'ordre chronologique ses principaux résultats:

► Plus une personne est exposée à la fumée passive (au travail ou au domicile), plus elle présente des symptômes de troubles respiratoires, tels qu'un essoufflement rapide, la toux, des crachats, la bronchite chronique, etc. C'est le premier résultat tiré des informations récoltées en 1991 auprès des 8600 participants à l'étude. Il a été publié dans la revue *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* en 1996.

► 16% de la population présente une hyperréactivité bronchique, c'est-à-dire que ces personnes réagissent plus que la moyenne lorsqu'on leur fait inhaler un irritant. Et ce sont ces mêmes personnes qui sont aussi les plus susceptibles de développer des troubles respiratoires lorsqu'elles sont exposées passivement à la fumée du tabac. Ainsi, quand on affirme que la fumée passive multiplie en moyenne par deux ou trois les symptômes respiratoires chroniques dans la population totale, cela signifie que cet effet est en réalité plus faible pour la majorité des gens, mais surtout qu'il est nettement plus important pour une personne sur 6 environ. Autrement dit, si l'on se restreint à ces dernières, le problème de la fumée passive est beaucoup plus grave que prévu. Ce résultat a été publié dans la revue *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* du 15 novembre 2006.

► Plus une personne est exposée à la fumée passive, plus sa qualité de vie en pâtit. Cette tendance est plus marquée chez les femmes que chez les hommes et davantage dans les cas où l'exposition à la fumée a lieu à domicile plutôt que sur le lieu de travail. L'estimation de la qualité de vie – liée à la santé – est obtenue à l'aide d'un questionnaire standard (le SF36, pour les connaisseurs) qui prend en compte des facteurs physiques, sociaux et mentaux. Les corrélations obtenues ont été validées par le fait que les participants dont la qualité de vie est la moins bonne sont aussi ceux qui se démarquent par leur plus grande consommation médicale (médicaments, consultations...). Ce résultat a été publié dans la revue *Archives of Internal Medicine* du 10 décembre 2007.

Quatre-vingts ans, et après?

Le grand âge ne rime pas forcément avec maladie ou dépendance. Il se caractérise en revanche par une fragilité croissante. C'est ce que démontre une étude entamée en 1994 auprès des plus de 80 ans

Pour les Suisses, et surtout les Suissesses, qui naissent aujourd'hui, devenir octogénaire sera banal ou presque. Mais comment vit-on après 80 ans? Quelles sont les trajectoires et les conditions de vie de nos aînés? Le grand âge rime-t-il systématiquement avec maladie et dépendance? Fruit d'une recherche de longue haleine entamée en 1994 par des chercheurs genevois, *Les Années fragiles* apportent quelques éléments de réponse, en attendant la publication de l'ensemble des résultats, annoncée prochainement chez un éditeur new-yorkais.

LE GRAND ÂGE, UN SUJET NEUF

«Le monde scientifique n'est pas parvenu à anticiper l'évolution démographique, il n'a pu que la suivre, explique le professeur Christian Lalive d'Épinay, fondateur du Centre interfacultaire de gérontologie (CIG) et initiateur du projet. Les très vieux sont devenus un objet d'étude à partir de la fin des années 1980 avec un intérêt marqué pour les questions liées à la santé et plus particulièrement pour les maladies dégénératives. En soi, c'est tout à fait compréhensible, mais cela a aussi eu pour conséquence de renforcer l'équation: grand âge = personne malade. Avec ce travail, nous souhaitons prendre le contre-pied de cette vision en examinant le parcours de vie de ces personnes au sens large. Il ne s'agissait naturellement pas d'exclure la question de la santé, mais d'élargir le point de vue aux relations sociales, à l'organisation du quotidien et à la façon dont les personnes dans le grand âge perçoivent leur existence.»

D'où la nécessité de suivre cette population dans la durée. Pour y parvenir, les chercheurs du CIG ont décidé en 1994 de suivre pendant dix ans un échantillon de 340 personnes âgées de 80 à 84 ans. L'ouvrage *Les Années fragiles* présente les résultats des cinq premières années de l'étude (1994-1999) au cours desquelles près de 1500 questionnaires ont été réunis ainsi que les retranscriptions d'une cinquantaine d'entretiens.

«Les études sur les personnes âgées impliquent certaines spécificités, explique Christian Lalive d'Épinay. Par exemple, comment récolter des informations auprès de personnes qui ne sont plus en état de suivre un entretien? Dans certains cas, nous avons dû recourir à un proche pour raconter ce qui se passe. C'est une méthode classique qui convient bien lorsqu'il s'agit d'établir des faits. En revanche, cela ne permet pas d'obtenir une évaluation satisfaisante de la façon dont la personne en question perçoit sa santé, son vécu ou son horizon de vie. Cependant, si nous n'avions pas fait ce choix, nous aurions perdu en route une centaine d'individus. Et l'ultime étape de la vie serait restée une sorte de trou noir dont nous ne pourrions rien dire.»

«bonne santé», poursuit le professeur. *C'est une chose sur laquelle il ne faut pas trop compter. Le décès survient cependant assez souvent suite à une maladie subite ou relativement brève, ce qui est plutôt une bonne nouvelle.»*

DOUBLEMENT PERDANTES

La mauvaise, c'est que plus on devient vieux, plus le risque de connaître une situation de dépendance durable augmente. Et à ce jeu-là, les femmes sont doublement perdantes. Car si elles vivent effectivement plus longtemps que les hommes, elles sont globalement en moins bonne santé: à âge égal, elles ont un plus grand risque de devenir dépendantes. Et lorsqu'elles ne sont pas veuves, elles vivent souvent avec un mari plus âgé dont elles doivent s'occuper. A cette inégalité de genre s'ajoutent des différences de classes. Contrairement à l'adage répandu dans les milieux scientifiques selon lequel avec l'âge la nature l'emporterait sur la culture, les clivages sociaux semblent bien persister. Les résultats récoltés montrent que malgré une mortalité plus élevée parmi les travailleurs manuels, qui laisserait penser que ce sont les plus solides qui atteignent la barrière des 80 ans, ces derniers conservent cependant un risque de devenir dépendants plus élevé que les membres des catégories socioéconomiques supérieures.

Au-delà de ces différences, il est un élément commun à tous ceux qui entrent dans le grand âge: le sentiment – et la réalité – d'une fragilité croissante. Même s'il est incontestable que les personnes vieillissantes sont aujourd'hui en meilleure santé qu'auparavant, les années qui se situent entre 75 et 80 ans marquent un seuil à partir duquel l'état physique devient un enjeu majeur. «Lorsqu'on est jeune, la maladie est en général un épisode avec un début et une fin, commente Christian Lalive d'Épinay. Dans le grand âge, différentes formes de fragilisation interviennent successivement, avec le risque qu'elles s'installent durablement. Et, à terme, on peut presque dire que c'est l'état de santé qui devient un épisode.»

A Genève, moins de 20% des personnes de plus de 80 ans se trouve en EMS

Au lieu de cela, les résultats obtenus permettent de corriger quelques a priori largement partagés. L'étude montre ainsi que le passage par une institution n'est pas une fatalité. A Genève, en effet, moins de 20% des plus de 80 ans se trouve en EMS. Près de 60% des personnes décédées durant la recherche ont par ailleurs terminé leur vie sans passer par une étape de longue durée – en gros plus de quatre à six mois – de dépendance lourde. «Toutefois, seule une petite minorité de notre échantillon est morte en



Les femmes vivent plus longtemps que les hommes, mais sont globalement en moins bonne santé et, à âge égal, elles ont un plus grand risque de devenir dépendantes.

Le grand défi consiste dès lors à être capable de réinventer périodiquement l'organisation du quotidien en fonction de l'évolution de ses capacités. Les récits des très âgés sont ainsi souvent jalonnés par des incidents qui marquent la fin de telle ou telle activité: on arrête de conduire, puis de prendre les transports publics, puis d'emprunter les escaliers... «La personne âgée qui reste indépendante a besoin de plus de temps pour elle, complète le professeur. Chaque petit geste du quotidien (se lever, se raser, lacer ses chaussures) devient plus lent et plus pénible. Le défi principal de cet âge est de savoir comment négocier ce rapport avec sa propre fragilisation qui est le signe de la mort prochaine. On philosophe beaucoup sur la finitude humaine. Mais ce sentiment de fragilité liée à la condition humaine, les vieillards en font l'expérience quotidiennement et de façon très concrète.»

PRIVILÉGIER LES INTIMES

L'exercice peut s'avérer plus ou moins aisé. Les résultats recueillis par le CIG montrent qu'il existe une relation claire entre le sentiment de bien-être et la manière dont les personnes âgées parlent de leur vie. Assumer son parcours, disposer d'une identité solide et paisible sont autant d'éléments qui ont une incidence positive sur le bien vieillir. Logiquement, les relations avec les proches comptent beaucoup. Et, contrairement à une idée répandue, les personnes isolées restent relativement rares. Sauf exception, quand

il y a de la famille ou de la descendance, il existe aussi une certaine densité de relation. A Genève, par exemple, seuls 20 à 25% des personnes de 80 ans et plus n'ont pas eu d'enfants. Cela étant, il reste vrai que le monde du vieillard a tendance à se dépeupler. Un premier pas en ce sens est franchi avec la retraite, qui marque la sortie de la vie active. Puis, avec l'entrée dans le grand âge, le besoin de sociabilité se transforme: la vie sociale perd de son attrait, on tend à privilégier les liens avec les intimes. «Pour les personnes âgées, il est très important de conserver un statut de donneur aussi longtemps que possible, conclut Christian Lalive d'Epinau. Même s'il faut renoncer à rendre des services aux siens ou à s'occuper de ses petits-enfants, offrir à ces derniers quelques bonbons ou un peu d'argent est un moyen de maintenir une image de soi positive. Cela permet de ne pas être réduit à une relation de dépendance, de ne pas exister uniquement en tant que personne qui reçoit des soins et de se situer dans un réseau d'échange.» ■

Vincent Monnet

«Les Années fragiles. La vie au-delà de quatre-vingts ans», Christian Lalive d'Epinau, Dario Spini (et coll.), Presses de l'Université de Laval, Québec, 345 p.

La recherche Swilsoo (Swiss Interdisciplinary Longitudinal Study on the Oldest Old est soutenue par le FNRS. Elle a également bénéficié de subsides des cantons de Genève et du Valais (cig.unige.ch/recherches/swilsoo.html).

Le siècle du «papy»-boom

La plupart des octogénaires d'aujourd'hui ne s'attendaient pas à devenir si vieux. Et pour cause: à l'image des autres pays nord atlantiques, l'espérance de vie des citoyens suisses a fait un bond en avant spectaculaire au cours du siècle dernier.

En 1900, il y avait 17 000 personnes de plus de 80 ans en Suisse, soit 0,5% de la population totale et 5% de la population âgée (65 ans et plus). Un siècle plus tard, le pays comptait 300 000 personnes de plus de 80 ans, soit 4% de la population totale et 25% de la population âgée. On estime que les octogénaires seront plus de 500 000 en 2050.

Par ailleurs, au cours du XX^e siècle, la longévité masculine est passée de 46 à 82 ans, tandis que la longévité féminine augmentait de 50 à 87 ans.

Résultat: alors que 30% des hommes et près de 50% des femmes nés durant l'entre-deux-guerres sont parvenus à l'âge de 80 ans, ils seront respectivement 64% et 80% pour la génération née en 1980. (Source OFS)

Tout miser sur l'anglais: une idée coûteuse

La domination d'une langue sur les autres est un mauvais calcul tant sur le plan de l'équité que sur celui de l'efficacité économique. Un résultat dont devraient s'inspirer les entreprises qui peinent encore à évaluer leurs besoins en matière de compétences linguistiques

Au même titre que dans le domaine des transports, de l'environnement ou de la santé, la politique des langues peut être évaluée. L'exercice permet, entre autres, de constater que le fait de tout miser sur un seul idiome, que ce soit l'anglais ou un autre, est un mauvais calcul, tant sur le plan de l'équité que sur celui de l'efficacité économique. On observe ainsi souvent une corrélation forte entre le plurilinguisme des individus et leur revenu, ce qui bénéficie à l'économie tout entière, notamment pour des pays comme la Suisse. Et cela reste vrai même si les entreprises peinent encore à évaluer correctement leurs besoins en la matière. C'est ce que démontrent plusieurs études menées récemment par l'Observatoire économie – langues – formation (ELF), créé en 2003 au sein de l'École de traduction et d'interprétation (lire ci-contre).

«La langue est un domaine dans lequel circulent des clichés partagés tant par l'homme de la rue que par des spécialistes, explique François Grin, professeur à l'ETI et responsable de l'Observatoire ELF. Beaucoup de gens pensent que l'anglais constitue l'alpha et l'oméga du succès économique. Or, que ce soit sur le plan européen ou à l'échelle de la Suisse, nos recherches prouvent que ce n'est exact ni pour les individus ni pour les entreprises.»

L'ANGLAIS NE SUFFIT PLUS

Dans un contexte de forte concurrence internationale, il est de plus en plus fréquent que plusieurs entreprises soient en mesure de fournir des produits similaires à peu près aux mêmes conditions. La différence se joue alors sur d'autres plans, parmi lesquels le contact avec la clientèle et les fournisseurs. Et à ce jeu-là, hors du monde anglo-saxon, la

maîtrise de l'anglais, qui s'est considérablement banalisée, n'est plus suffisante.

L'*International Herald Tribune* rapportait ainsi récemment qu'il peut s'avérer utile, pour un banquier occidental qui souhaite vendre des produits financiers à des clients chinois, d'être capable de s'exprimer en mandarin. De la même manière, l'arabe ou le russe jouent aujourd'hui un rôle non négligeable dans la gestion de fortune pour l'accès à certains gros clients.

«L'idée selon laquelle une communication mondiale plus efficace ne peut être atteinte que grâce à une langue commune apparaît en porte-à-faux avec la réalité, dans la mesure où la diversité peut être porteuse de valeur», complète François Grin. Qui plus est, les progrès accomplis dans le domaine des technologies de l'information et de la communication rendent de plus en plus accessibles la traduction, la mise à disposition de textes ou l'offre de services variés dans différentes langues.

Les recherches conduites au sein de l'Observatoire ELF montrent également que les entreprises ont des difficultés à évaluer non seulement le degré, mais aussi la nature de leurs besoins en matière de compétences linguistiques. En exploitant une enquête précédente et en recueillant de nouvelles données

auprès des entreprises romandes et allemandes, l'équipe de François Grin a ainsi constaté un écart considérable entre les compétences linguistiques que les employeurs réclament à l'embauche et les compétences que les employés utilisent effectivement par la suite. Par exemple, le besoin d'anglais tend à être sous-estimé pour les professions libérales, les cadres moyens et les fonctionnaires supérieurs. Il est en revanche surestimé pour les dirigeants et les individus engagés dans

«L'anglais est la langue maternelle d'à peine 15% des habitants de l'Union européenne»

des activités internationales. Des erreurs d'appréciation du même genre apparaissent aussi à l'endroit des langues nationales.

QUESTION DE VOLONTÉ

«La prédominance actuelle de l'anglais n'est pas une loi physique, mais le produit de facteurs géopolitiques, de forces économiques et commerciales, poursuit François Grin. Et elle est entretenue par diverses croyances ou a priori. Dans tous les cas, ce n'est pas une fatalité, mais une situation qui peut être modifiée par la volonté des États qui subissent cette hégémonie. L'anglais est la langue maternelle d'à peine 15% des habitants de l'Union européenne. Accepter sa domination revient à faire un gros cadeau à une petite minorité: la prédominance de la langue anglaise dans le monde des affaires, des relations internationales et de la recherche donne naissance



chaque année, au sein de l'Union européenne, à quelque 20 milliards de francs de transferts nets en faveur du Royaume-Uni. Et ce, aux frais des autres Etats membres. Précisons que ce n'est pas l'anglais en tant que tel qui est en cause, mais le fait qu'en contribuant à la domination d'une langue en particulier, nous nous plaçons délibérément en position d'infériorité. Et en plus, nous payons pour cela.»

Dans la recherche scientifique, l'usage de l'anglais, souvent perçu comme obligatoire, contraint par ailleurs les non-anglophones à faire des efforts beaucoup plus importants que les anglophones pour publier, à moins d'accepter de se voir reléguer au second plan. «Lorsqu'un appel d'offres européen n'est rédigé qu'en anglais et qu'il exige des rapports de recherche uniquement dans cette langue (alors que l'Union est financée par 27 Etats et qu'elle reconnaît 23 langues officielles), cela ne me semble pas admissible, ajoute François Grin. Outre que ce n'est pas nécessairement efficace, ce n'est pas équitable, notamment parce que les pays anglophones réalisent des économies considérables du fait qu'ils n'ont plus réellement besoin de faire l'effort d'apprendre les langues étrangères.»

Des alternatives existent cependant, à commencer par la pratique active et fluide

du multilinguisme. Dans le cadre du projet européen DYLAN, qui mobilise 19 équipes venues de toute l'Europe et dont l'Observatoire ELF assure la coordination adjointe, les chercheurs sont parvenus à obtenir de la Commission européenne la possibilité de remettre leurs rapports scientifiques dans trois langues à choix: l'anglais, mais aussi l'allemand et le français. Lors des réunions, chacun est par ailleurs prié de réaliser sa présentation écrite dans une de ces trois langues mais de s'exprimer oralement dans une autre.

Exploiter les nombreux liens de voisinage qui existent entre certaines langues est également un moyen d'optimiser le rapport coût-efficacité. «Pour un francophone, par exemple, il est plus facile de comprendre l'italien ou l'espagnol que le russe, car les langues d'une même famille ont beaucoup en commun, conclut François Grin. L'intercompréhension entre langues voisines est une voie qui mériterait d'être explorée plus avant, de même que le développement d'une gamme étendue de services linguistiques aux usagers, qui peuvent compléter la traduction et l'interprétation.» ■

Vincent Monnet

Dylan, LEAP et l'Irlande

Dylan (Dynamique des langues et gestion de la diversité) est un projet financé par le 6^e programme-cadre de l'Union européenne. Il vise à identifier les conditions sous lesquelles la diversité linguistique qui prévaut en Europe est un atout plutôt qu'un obstacle au développement de la connaissance et de l'économie. Ceci, en expliquant en quoi différents modes de penser, d'argumenter et d'agir, inhérents aux différentes langues interviennent dans la résolution de problèmes et la prise de décision. Lancé en octobre 2006, DYLAN regroupe 20 instituts de recherche répartis dans 12 pays européens, parmi lesquels l'Observatoire économie, langue, formation (ELF) de l'École de traduction et d'interprétation. Portant sur les entreprises, les institutions européennes et les systèmes éducatifs, les résultats de la recherche devraient permettre de formuler des recommandations en matière de politique linguistique européenne.

L'Observatoire ELF est également appelé à conseiller des collectivités publiques dans différents pays. Il a par exemple remis, il y a deux ans, un rapport commandité par le Ministère français de l'éducation nationale sur le thème de l'enseignement des langues étrangères comme politique publique. Son directeur, François Grin, fait partie de l'équipe internationale de cinq experts mandatée par les autorités irlandaises pour fournir un plan de politique linguistique visant à promouvoir le gaélique au cours des vingt prochaines années.

À l'échelle nationale, l'Observatoire ELF participe au PNR 56 «Diversité des langues et compétences linguistiques en Suisse» lancé en octobre 2005. Le projet LEAP («Langues étrangères dans l'activité professionnelle») a pour but d'analyser l'attitude des entreprises face à la diversité linguistique, ainsi que l'influence du rapport aux langues sur la production de biens et de services, les stratégies de communication, la gestion des ressources humaines. L'étude doit aussi permettre de préciser les besoins des entreprises en matière de compétences en langues étrangères.

www.unige.ch/eti/recherches/groupes/elfobservatoire.html
www.nfjps6.ch/fj.cfm?language=f&kati=
www.dylan-project.org

ANATOMIE: L'AVENTUR



E INTÉRIEURE



Ces trente dernières années, l'imagerie médicale a fait des progrès considérables. Les images en trois dimensions sont devenues banales. Les radiologues y ont ajouté une quatrième (le temps) et même une cinquième (le métabolisme). En attendant la sixième?

Un logiciel genevois «open source» facilite l'interprétation des images devenues très complexes. Il permet de créer des clichés spectaculaires de l'anatomie. Osirix s'est imposé comme standard dans le milieu de la radiologie

Le laboratoire de réalité virtuelle de l'UNIGE coordonne un projet européen qui vise à développer un double virtuel du corps humain en trois dimensions et dont chaque articulation serait mobile

Dossier réalisé par Anton Vos
et Vincent Monnet
Illustrations: Osirix

BIENVENUE DANS LA CINQUIÈME DIMENSION!

Au cours de ces trente dernières années, l'imagerie médicale a fait des progrès considérables. Les images en trois dimensions sont devenues monnaie courante. Les radiologues y ont ajouté une quatrième (le temps) et même une cinquième (le métabolisme). En attendant la sixième?

«La première technique d'imagerie médicale qui est apparue est la radiographie aux rayons X à la fin du XIX^e siècle, rappelle Osman Ratib, professeur au Département de radiologie. Elle a commencé par produire des images en deux dimensions de l'intérieur du corps humain. Une source irradie le sujet et une plaque sensible placée à l'arrière capte les rayons qui le traversent. Cette technique s'est progressivement améliorée, permettant d'une part de réduire les doses de rayonnement reçues par le patient et de l'autre d'améliorer la qualité de l'image. Dès les années 1970, on a fait tourner les émetteurs de rayons X et les détecteurs autour du sujet afin de le visualiser par tranches successives, comme un saucisson. Ces coupes sont devenues de plus en plus fines et nombreuses. Grâce au développement informatique, on a commencé à en tirer des images en trois dimensions.»

FILMER AUX RAYONS X

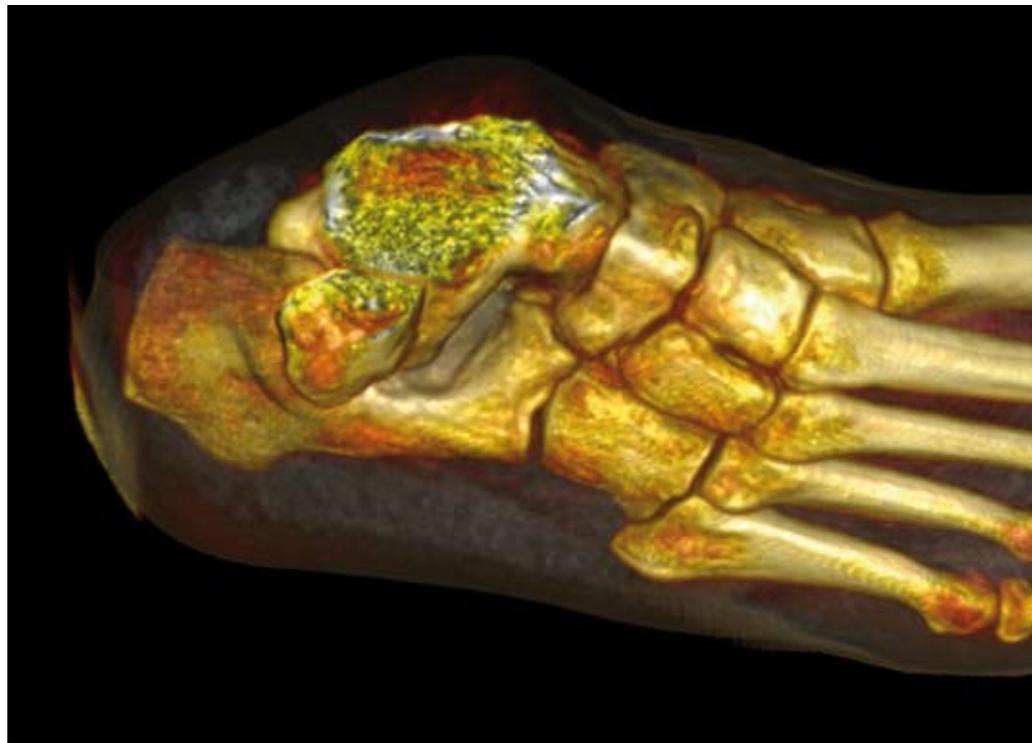
De tels clichés de l'anatomie en volume sont désormais monnaie courante pour les radiologues. Le rendu des os, des organes et des vaisseaux est devenu très fin, avec des textures et des ombres particulièrement travaillées. Plus récemment est apparue la quatrième dimension. Le perfectionnement des scanners aux rayons X (ou CT-scan pour *Computed Tomography Scan*) a permis l'acquisition, de plus en plus rapide, de plusieurs séries de coupes successives. Du coup, les radiologues se sont mis à «filmer» les mouvements du cœur ou le passage de certains fluides, opaques aux rayons X, dans les artères ou les veines, le tout toujours en trois dimensions.

Parallèlement s'est développée dès la fin des années 1970 une autre technique d'imagerie, la tomographie par émission de positrons (TEP ou PET en anglais). Moins précise dans

la résolution spatiale, elle permet en revanche de détecter la concentration ou le trajet de molécules préalablement marquées par un atome radioactif. Si cette molécule est du glucose, par exemple, cela revient à mesurer l'activité métabolique des différentes parties du corps. «Ma marotte est actuellement la cinquième dimension, poursuit Osman Ratib. Depuis 2001 environ, il existe en effet des scanners qui contiennent à la fois un CT-scan et un PET-scan capables de fonctionner simultanément. Nous pouvons ainsi ac-

quérir des images en trois dimensions, qui évoluent dans le temps (quatrième dimension) et sur lesquelles on peut mesurer le métabolisme (cinquième dimension). Un PET-CT-scan permet donc de détecter un cœur qui souffre d'une ischémie, un muscle en apparence sain, mais dont le métabolisme est dérégulé ou encore un cerveau qui présente les premiers signes de la maladie d'Alzheimer.»

Une troisième technique d'imagerie très puissante s'est également développée ces dernières décennies: l'IRM (imagerie par résonance



Radiographie en fausses couleurs à l'aide d'un CT-scan.

magnétique). Son avantage principal est de pouvoir détecter et visualiser facilement les tissus mous. Le CT-scan, par exemple, ne fait pas de différence entre un vaisseau sanguin et un muscle. Pour les distinguer, il faut injecter un produit opaque aux rayons X, une opération invasive que les médecins cherchent à éviter au maximum. Aux yeux de l'IRM, en revanche, ces deux tissus sont très dissemblables.

Tout comme le CT-scan, l'IRM peut fournir des images en trois ou quatre dimensions. Une des applications les plus fréquentes est l'étude de l'activité du cerveau (lire en page 20). Les radiologues attendent néanmoins avec impatience la commercialisation de la première machine alliant l'IRM et le PET. Cela représenterait une autre façon d'explorer la cinquième dimension. Ce n'est d'ailleurs qu'une question de temps puisque cinq prototypes existent déjà. Du coup, les spécialistes se mettent à rêver d'un scanner couteau-suisse contenant à la fois un IRM, un PET et un CT-scan.



Le CIBM, fleuron mondial de l'imagerie médicale

Inauguré officiellement le 4 juin 2007, mais actif depuis 2004, le Centre d'imagerie biomédicale (CIBM) constitue une boîte à outils de pointe pour les chercheurs de la région lémanique.

Résultant d'une collaboration unique entre les Universités de Genève (UNIGE) et de Lausanne (UNIL), l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et les Hôpitaux universitaires genevois (HUG), le projet est soutenu par la Fondation Louis-Jeantet, la Fondation Leenaards et la Conférence universitaire suisse. Il ambitionne de s'imposer comme l'un des cinq principaux centres d'imagerie médicale au monde.

Son champ d'activité s'étend de la recherche fondamentale sur des modèles animaux au traitement des patients, avec un accent particulier sur l'étude du cerveau, les maladies métaboliques (comme le diabète, par exemple), et l'oncologie.

Situé sur le campus de l'EPFL, le CIBM combine les techniques d'électroencéphalographie (EEG), de tomographie par émission de positons (PET) et d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Le Centre possède notamment un IRM de 7 teslas développé pour des tests sur des sujets humains volontaires. Il héberge également un aimant de 14 teslas dévolu exclusivement aux expérimentations animales. Ce dispositif, abrité par une cage en acier de 85 tonnes destinée à isoler son champ magnétique, est le plus puissant de la planète dans ce domaine de recherche.

Les HUG et le CHUV disposent, quant à eux, chacun d'un IRM d'une puissance de trois teslas. Identiques, les deux appareils permettent des diagnostics à distance et facilitent le partage de résultats scientifiques.

www.cibm.ch

Ces progrès technologiques représentent-ils un bienfait pour la médecine ou ne sont-ils qu'un jouet dans les mains des radiologues? «Il est difficile de démontrer que les avancées dans l'imagerie améliorent les performances de la médecine, admet Osman Ratib. L'avantage ne réside pas forcément dans la détection d'une maladie, mais plutôt dans la confiance accrue du médecin ou du chirurgien qui reçoit l'information. Ce dernier se sentira plus à l'aise pour traiter ou intervenir s'il a pu visualiser le problème en plus d'avoir lu un rapport du radiologue. Dans ce sens, la performance du médecin peut s'améliorer. Par ailleurs, la médecine en général évolue vers une discipline dans laquelle l'image prend de plus en plus de place. D'une branche très empirique, dépendante du seul savoir-faire et de l'expérience des praticiens, elle se base de plus en plus sur des preuves tangibles que seules les images peuvent fournir.»

MOINS D'AUTOPSIES

La première conséquence du développement prodigieux des scanners est la diminution importante du nombre d'autopsies – hors médecine légale. L'imagerie médicale permet en effet de détecter la plupart des problèmes avant la mort. A tel point qu'il n'est généralement plus nécessaire d'ouvrir le corps après le décès pour vérifier si le diagnostic était effectivement le bon ou pour découvrir ce que l'on aurait manqué.

«L'imagerie médicale a un potentiel incontournable dans la médecine du futur, estime Osman Ratib. Si nous parvenons à identifier des molécules spécifiques à un type de maladie (cancer ou autre) ainsi qu'à chaque patient pris individuellement, nous pourrions idéalement poser des diagnostics extrêmement précis. Seulement, il nous manque les molécules en question – bien que la recherche avance très vite dans ce domaine. Par ailleurs, marquer ces substances avec des produits radioactifs sans les rendre toxiques demande encore beaucoup de temps. Un autre espoir est de pouvoir suivre le cheminement des médicaments dans l'organisme. Par exemple pour vérifier où va se loger la chimiothérapie que l'on prépare pour un patient atteint du cancer. On lui injecterait de petites doses du traitement préalablement marqué et, si l'imagerie démontre que le produit ne se concentre pas au bon endroit et risque d'endommager des tissus sains, on peut changer de stratégie. C'est un premier pas vers des traitements plus personnalisés.» ■

LE CORPS MIS EN IMAGES, PAR OSIRIX

Les scanners se perfectionnant, les images deviennent de plus en plus difficiles à manier et à interpréter. Un logiciel genevois, «open source», permet de résoudre le problème et de créer des clichés spectaculaires de l'intérieur du corps. Il s'est imposé comme standard dans le milieu de la radiologie

Il est loin le temps des radiographies de grand-papa, ces clichés dont la prise nécessite de porter une chemise ou une coque en plomb pour se protéger des rayons et dont le résultat est une image noir et blanc sur un film en plastique transparent. Aujourd'hui, les scanners dernier cri sont capables de produire des petits films en fausses couleurs du cœur d'un patient en train de battre. Mieux: en plus du volume et du temps, ces mêmes appareils peuvent mesurer simultanément le métabolisme de l'organe (la quantité de glucose absorbé, par exemple), ce qui donne une idée de son état de santé. Le problème, c'est que ce genre d'examen produit aujourd'hui des milliards de données informatiques de plus en plus complexes à traiter. Et les logiciels capables d'en tirer des images utilisables et interprétables par des médecins ont pris un sérieux retard. Il existe cependant une solution. Elle s'appelle Osirix, un programme développé par deux radiologues genevois en 2004 et dont une nouvelle version (3.02) vient de sortir sur le site <http://www.osirix-viewer.com>. Ses atouts? Facile d'utilisation, à la portée de tous, performant, très graphique et, surtout, gratuit.

«J'ai eu l'idée de développer un tel logiciel, il y a quelques années, alors que j'étais chef de service adjoint à l'Université de Californie à Los Angeles, se rappelle Osman Ratib, professeur au Département de radiologie et concepteur d'Osirix. L'acquisition et l'interprétation des images médicales étaient l'apanage des radiologues. Les médecins des autres spécialités qui demandaient les examens se satisfaisaient de leur rapport écrit et détaillé, accompagné de quelques images en deux dimensions et parfois, si nécessaire, en trois. Il faut dire que les logiciels que l'on utilisait étaient très chers et fournissaient des résultats difficiles à interpréter, surtout si l'on ajoute une quatrième dimension (le temps) ou

même une cinquième (le métabolisme). Mon objectif était que le chirurgien, l'oncologue ou encore le gastroentérologue puisse lui-même gérer et manier les images que les radiologues lui fournissent.»

LE COACH ET LE CHAMPION

Grâce à un budget du Fonds national pour la recherche scientifique, Osman Ratib engage alors Antoine Rosset, un radiologue genevois qu'il a connu avant son départ pour les États-Unis et qui est, comme lui, un mordu d'informatique. «J'ai joué le coach et lui le champion, se rappelle le professeur. Résultat: en un an, il a produit un logiciel (Osirix) très performant qui accepte tous les types de fichiers issus de n'importe quel scanner (PET, CT-scan, IRM, etc.). Cet outil est également prévu pour réaliser des représentations en trois, quatre ou cinq dimensions, voire au-delà. Osirix est en effet conçu pour pouvoir représenter un organe en 3D, évoluant dans le temps et d'ajouter encore des informations concernant son métabolisme.»

«Pourquoi ne pas faire du beau en médecine? Faut-il toujours que l'os ait la couleur de l'os, le muscle celle du muscle?»

Mais ce n'est pas tout. Au lieu de se contenter des couleurs «réalistes» que l'on voit souvent dans l'imagerie médicale classique, on peut repeindre son organe, tissus, ou portion du corps avec n'importe quelle couleur de la palette. L'utilisateur peut choisir, en quelques clics de souris, celles qu'il estime être les plus aptes à faire ressortir les éléments qu'il veut voir sur les clichés. Du coup, les radios prennent un tour très graphique, voire même créatif. En jouant avec les couleurs, les transparences et les contrastes, certains résultats obtenus dégagent un esthétisme surprenant.

«Pourquoi ne pas faire du beau en médecine? se demande Osman Ratib. Faut-il toujours que l'os ait la couleur de l'os, le muscle celle du muscle? Si l'orthopédiste préfère voir les os du pied qu'il examine en bleu sur un fond gris et les pièces de métal en rouge car il estime que c'est ainsi qu'il voit le mieux, il est libre de le faire. Idem pour les oncologues, les cardiologues ou encore les gastroentérologues qui peuvent peindre, visionner et faire pivoter les organes qu'ils souhaitent réparer depuis leur bureau.»

Car c'est bien cela le plus grand changement provoqué par le logiciel genevois: les médecins non radiologues peuvent maintenant manier tout seul leurs images avec le nombre de dimensions qu'ils désirent. Les radiologues continuent de piloter les scanners et de rédiger leurs rapports – indispensables –, mais, au lieu de se contenter de quelques tirages, ils peuvent désormais mettre à la disposition des autres praticiens tous leurs fichiers. A eux ensuite (les plus motivés du moins) de manier les images à leur guise. Une petite émancipation du médecin vis-à-vis du radiologue, en quelque sorte.

Autre atout du programme de visualisation: il est gratuit et son code est ouvert à tout nouveau développement proposé de l'extérieur.

Radiographie du système circulaire obtenue grâce à l'injection dans les vaisseaux sanguins d'un produit opaque aux rayons X.



«Nous avons décidé de concevoir un logiciel «open source» car nous sommes convaincus du bien-fondé d'une telle démarche dans le monde actuel et plus particulièrement dans le milieu de l'industrie médicale qui brasse des sommes d'argent considérables», estime Osman Ratib. Le logiciel a donc été testé un très grand nombre de fois et a reçu de nombreuses améliorations. A tel point qu'il est maintenant à toute épreuve. «L'open source ne fonctionne bien que s'il y a un leader (Antoine Rosset, en l'occurrence) qui conserve une ligne de conduite claire et qui vérifie tous les changements proposés par les développeurs, ajoute le professeur. Il passe d'ailleurs un temps considérable à réécrire et à nettoyer le programme. Bien sûr, il existe quelques versions parallèles d'Osirix sur Internet, mais une seule demeure la référence officielle. C'est la nôtre.»

UN CHOIX RISQUÉ

Les deux médecins ont pris un autre risque. Dès le départ, ils décident en effet de travailler exclusivement sur des ordinateurs Mac. «Nous savions bien que ces machines ne représentent que 5% du marché, souligne Osman Ratib. Mais nous voulions concevoir un programme très graphique, et les ordinateurs Mac contenaient déjà toutes les bibliothèques dont nous avons besoin. Nous n'y serions jamais arrivés sur PC. Cela dit, en 2003, lorsque nous avons commencé, nous ne pouvions pas connaître l'évolution de la technologie d'Apple. Nous avons pris un risque, mais, étant donné les progrès technologiques réalisés par les Mac, il semble que nous ayons misé sur le bon cheval.»

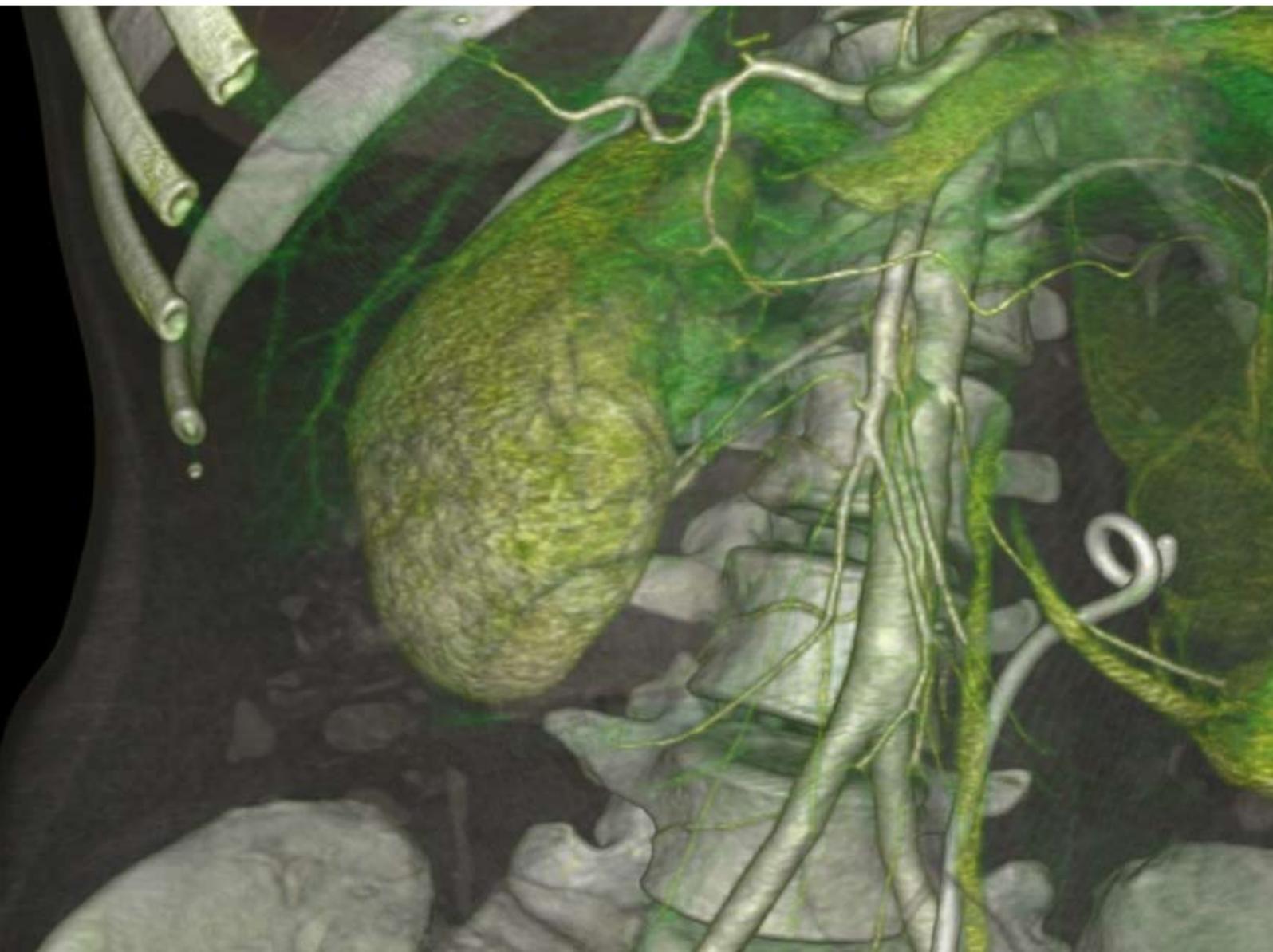
Le succès public, en tout cas, est au rendez-vous. Actuellement, tous les mois, près de 25 000 utilisateurs (essentiellement des professionnels) utilisent régulièrement le logiciel. Certains centres médicaux ont même converti leur parc d'ordinateurs PC en Mac

pour pouvoir utiliser Osirix. Apple, ravi de cette success story qui leur fait vendre des machines dans le milieu médical, a déjà octroyé deux prix à la paire genevoise en 2005 et 2006. «Lors du Congrès européen de radiologie qui s'est tenu en mars à Vienne, mon agenda était rempli de conférences, de cours et d'interview que j'ai dû donner pour présenter la dernière version d'Osirix», précise Osman Ratib. Pour couronner le tout, comme le logiciel genevois est très gourmand en performances machine, la compagnie de Steve Jobs l'utilise désormais comme benchmark. Osirix sert en effet (à l'instar de Photoshop et de quelques autres logiciels) à comparer les performances des nouveaux ordinateurs avec celles des anciens.

Osirix n'est bien sûr pas le seul, ni même le premier logiciel de ce genre sur le marché de la visualisation médicale. Mais ses principaux concurrents, fonctionnant sur PC, sont généralement moins complets et, surtout, plus chers. Les meilleurs d'entre eux coûtent dans les 100 000 francs (sans compter les mises à jour). «Nous collaborons à un projet américain de

grande envergure (le caBIG) piloté par l'Institut national du cancer, précise Osman Ratib. L'un des volets du projet est d'uniformiser tout ce qui existe en termes d'analyse d'image dans le domaine du cancer et de développer une plateforme commune, évidemment sur PC. Ils nous ont déjà demandé plusieurs fois si l'on avait l'intention de rendre Osirix compatible avec Windows. Ce n'est pas si simple, en réalité. Nous sommes trop dépendants de la technologie profonde des Mac qui nous donnent la performance nécessaire au traitement des images. Nous utilisons beaucoup d'éléments déjà existants comme des bibliothèques graphiques. Pour passer sur PC, il faudrait tout concevoir et réécrire depuis le début. C'est trop long.»

Pour l'heure, les créateurs d'Osirix ont d'ailleurs d'autres chats à fouetter. Victimes de leur succès, ils doivent dans les mois qui viennent prendre des décisions capitales pour le futur de leur logiciel. Faut-il créer une société et professionnaliser la gestion et le développement du programme? Quoi qu'il arrive, pour les deux radiologues, une certitude demeure: «Osirix restera un logiciel «open source.» ■



LES TECHNIQUES D'IMAGERIE MÉDICALE EN DEUX MOTS

CT-SCAN (Computed Tomography Scan)

Ce sont les rayons X traditionnels. Une source bombarde la cible avec des photons de haute énergie et une plaque sensible détecte ceux qui traversent. Les scanners actuels sont formés de sources et de détecteurs tournant autour du patient. Ils analysent son corps par tranches fines, ce qui permet de reconstruire une image en trois dimensions. En répétant l'opération plusieurs fois, il est possible de voir son évolution dans le temps. Cela est facilité par le développement de ma-

chines de plus en plus rapides dans l'acquisition des données. Les différences d'opacité (de densité des tissus en fait) rendent visibles les os et les organes ainsi que, dans certains cas, leurs structures internes. De manière générale, toutefois, les tissus mous sont plus difficiles à distinguer les uns des autres avec cette technique. Le CT-scan est évidemment indiqué pour la détection des traumatismes, mais aussi pour le diagnostic de maladies cardiovasculaires, abdominales ou de lésions du poumon.

PET (Positron Emission Tomography)

Ce scanner permet de «voir» le métabolisme d'un patient. On injecte dans les veines du patient le type de molécule que l'on aimerait suivre (typiquement du glucose, pour mesurer le métabolisme) et sur laquelle est attaché un atome radioactif (souvent un isotope du fluor). Ce dernier émet spontanément un positron (électron positif) qui se désintègre dès qu'il rencontre un électron, c'est-à-dire quasi immédiatement. Cette annihilation provoque l'émission de deux photons de haute éner-



Le scanner aux rayons X n'est pas le plus performant pour la détection des tissus mous.

gie dans des directions parfaitement opposées. Des détecteurs placés autour du patient les captent en même temps et recalculent l'endroit d'où ils proviennent. On peut ainsi reconstruire en deux ou trois dimensions les zones où se concentre la molécule désirée dans le corps humain. En répétant l'opération dans le temps, on peut même mesurer les trajectoires de la substance. Cette technique est très utilisée dans la localisation de tumeurs, notamment.

PET-CT-SCAN

Ce sont des machines qui contiennent à la fois un scanner aux rayons X et un PET. Les résultats obtenus par les deux techniques peuvent être superposés sur la même image. Ils permettent ainsi de mieux localiser spatialement les résultats obtenus par le PET, ce dernier produisant des images relativement floues. C'est en alliant ces deux technologies que l'on peut obtenir des images de l'intérieur du corps humain en cinq dimensions (lire en page 14).

Le grand avantage de l'imagerie par résonance magnétique est qu'elle est non invasive et n'irradie pas

IRM (imagerie par résonance magnétique)

Cette technique d'imagerie médicale exploite une grandeur quantique des particules: le spin. Le proton en possède un, tout comme les atomes ayant un nombre impair de cette particule. Le spin est un petit moment magnétique qui peut s'aligner, tourner ou encore se renverser sous l'effet d'un champ magnétique extérieur. En jouant sur le comportement du spin des atomes sous certaines conditions magnétiques, on peut les localiser de manière assez précise. En augmentant le champ magnétique principal (les plus puissants atteignent 17 teslas), on peut augmenter la capacité de l'appareil à distinguer différents types d'atomes. Résultat: l'IRM est très performante dans la détection des tissus mous, mais beaucoup

moins dans celle des parties dures comme les os. Un des grands avantages de cette technique est qu'elle est non invasive et n'irradie pas.

IRMF (Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle)

Le principe de fonctionnement est exactement le même que pour l'IRM. L'IRMF exploite spécifiquement les propriétés magnétiques de l'hémoglobine contenue dans les globules rouges du sang. En se concentrant sur cette molécule, l'IRMF peut détecter les régions du corps marquées par une augmentation du flux sanguin. La principale application de cette technologie est l'étude de l'activation des régions du cerveau liées à des tâches cognitives. C'est donc l'outil de base des neurosciences cognitives. La résolution spatiale est excellente, la résolution temporelle est plutôt moyenne.

ANGIOGRAPHIE

Pour visualiser les vaisseaux sanguins avec le CT-scan, on peut injecter dans les veines un produit opaque aux rayons X, généralement un dérivé de l'iode. On peut ainsi diagnostiquer des maladies vasculaires. On peut faire de même avec un produit radioactif que l'on détecterait ensuite avec le PET ou une substance ferromagnétique vue par l'IRM.

ECHOGRAPHIE

Cette technique utilise des ultrasons, à l'instar du sonar qui étudie les fonds marins. Elle rend très bien les tissus mous et est particulièrement sensible dans la détection des interfaces entre tissus solides et cavités remplies de liquide. C'est notamment la raison pour laquelle l'échographie est un examen de routine chez les femmes enceintes. Elle est aussi utilisée parfois pour le système digestif ou cardiaque. Son avantage est son coût modique par rapport aux techniques d'imagerie par rayons X, résonance magnétique ou émission de positrons. Les progrès réalisés dans le choix des fréquences sonores et des filtres permettent aujourd'hui une plus grande pénétration des ondes (ce qui reste toutefois une limitation de la technique). Les machines les plus perfectionnées sont capables de réaliser des images en trois dimensions. ■

LA MACHINE QUI LIT LES PENSÉES

L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle permet de détecter les aires du cerveau qui sont activées lors de tâches cognitives très diverses. C'est l'outil principal de Patrik Vuilleumier, professeur à la Faculté de médecine et responsable du Centre interfacultaire de neuroscience. Explications

L'imagerie par résonance magnétique (IRM), comment ça marche?

Patrik Vuilleumier: Cette technique consiste à provoquer un «écho» magnétique auprès de certaines molécules du corps humain (en réalité les protons contenus dans l'eau) en les soumettant à un champ magnétique que l'on fait varier à une fréquence précise. Ce dernier perturbe momentanément le mouvement spontané du proton qui, lorsqu'il revient à sa place initiale, émet une onde dont on peut ensuite localiser la source. Cela permet ensuite de reconstruire la carte en trois dimensions des tissus contenant la molécule en question.

Et l'IRM fonctionnelle?

C'est la même chose, mais elle exploite spécifiquement les propriétés paramagnétiques de l'hémoglobine, une molécule contenue dans les globules rouges du sang et qui comprend du fer. Le signal que l'on mesure est plus fort lorsque l'hémoglobine est liée à un atome d'oxygène. De cette manière, l'IRMf mesure l'apport de sang frais, oxygéné, jusque dans les plus petits capillaires. Cette caractéristique est particulièrement intéressante dans l'étude du cerveau. En effet, lorsqu'une région cérébrale s'active, elle consomme l'oxygène que lui apporte le sang et, en réponse, le cerveau alimente immédiatement cette même aire de sang frais. C'est cette arrivée locale d'hémo-

globine oxygénée, qui est maximale environ quatre secondes après l'activation proprement dite de la région cérébrale, que nous mesurons. On appelle cela l'effet BOLD (*Blood Oxygen Level Dependent*), c'est-à-dire qui est dépendant du niveau d'oxygène dans le sang.

Il y a donc un délai entre l'activation d'une aire cérébrale et sa mesure...

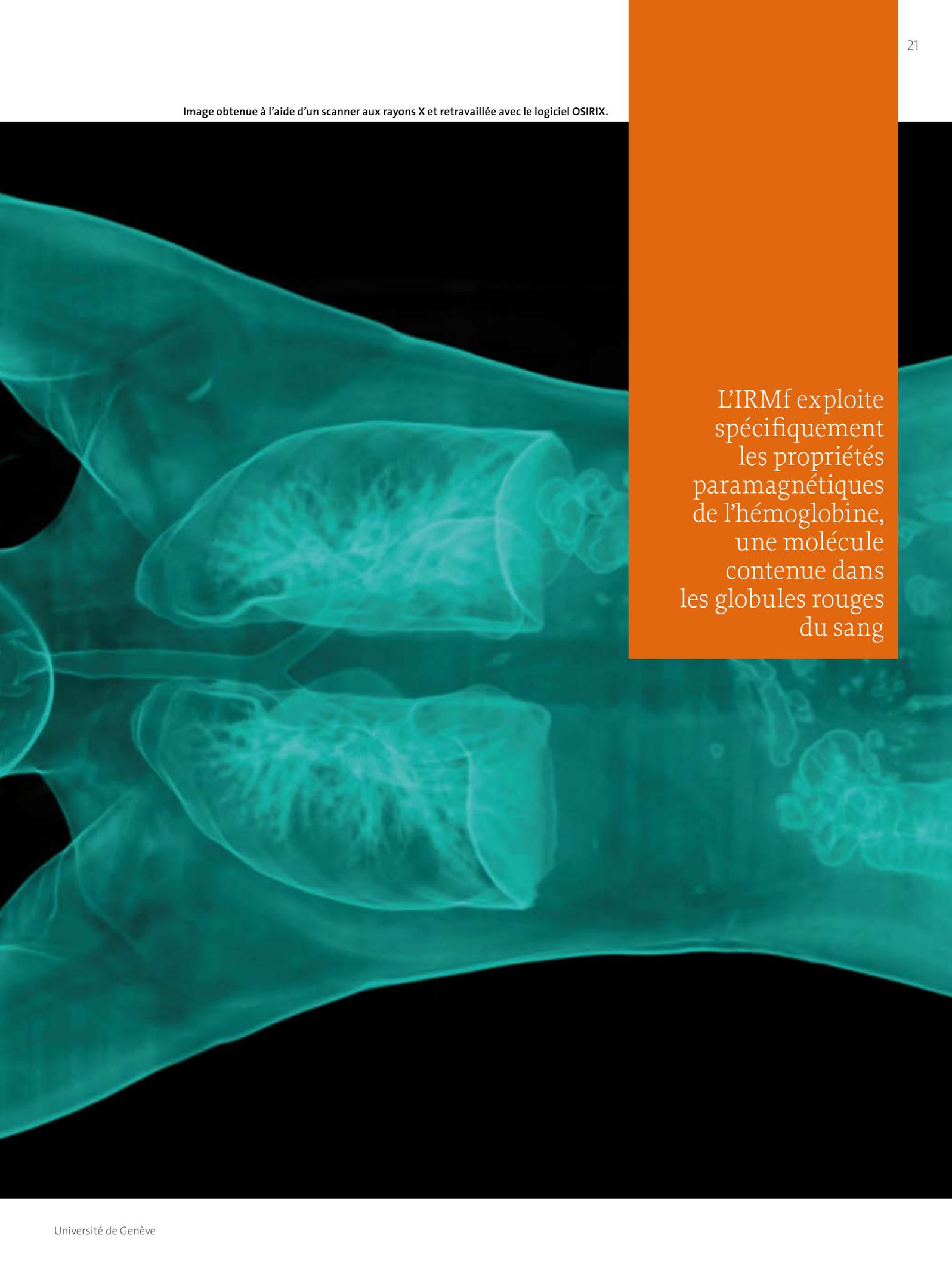
En effet. Cela nous oblige, lorsqu'on mène une expérience avec une personne, à espacer les tâches qu'on lui fait faire de quatre à dix secondes afin d'éviter que les signaux captés par la machine ne se mélangent.

Une tâche suffit-elle pour détecter la région cérébrale qui lui est associée?

Non, nous devons répéter l'opération 20 ou 30 fois avec la même personne et appliquer ensuite des méthodes statistiques qui permettent de faire ressortir les signaux qui nous intéressent par rapport au bruit. Le résultat obtenu est une carte en trois dimensions des régions activées que l'on projette ensuite sur l'image anatomique du cerveau du sujet – obtenue par IRM classique – afin de les localiser. On peut aussi combiner les données obtenues sur des personnes différentes ayant effectué les mêmes tâches. Le problème, dans ce cas, est que si les cerveaux se ressemblent entre eux dans les grandes lignes, ils ►



Image obtenue à l'aide d'un scanner aux rayons X et retravaillée avec le logiciel OSIRIX.



L'IRMf exploite
spécifiquement
les propriétés
paramagnétiques
de l'hémoglobine,
une molécule
contenue dans
les globules rouges
du sang

présentent tout de même des différences de formes suffisantes pour rendre impossible le simple recouvrement des résultats d'une personne à l'autre. C'est pourquoi nous déformons – virtuellement bien sûr – les cerveaux des sujets pour les faire correspondre entre eux le plus précisément possible. C'est le même principe que le morphing.

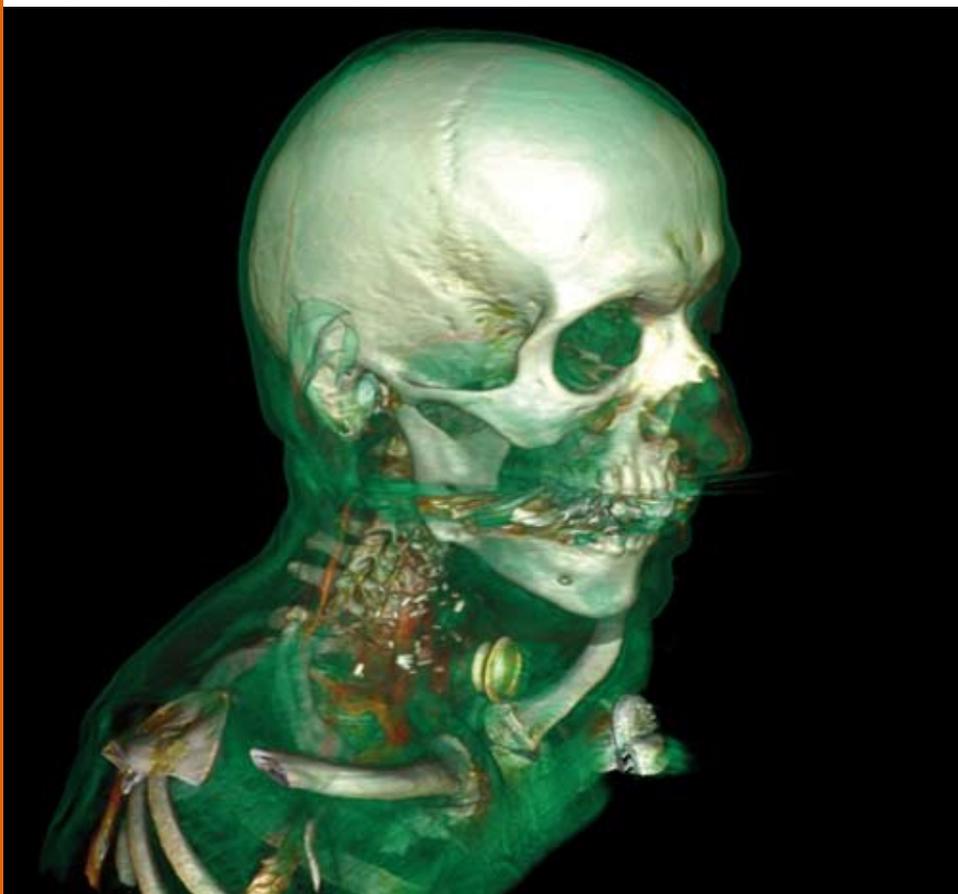
L'IRMf est-elle une technique rapide?

Oui et non. La réalisation d'une image en trois dimensions du cerveau demande environ deux secondes – contre six minutes pour une IRM «anatomique» de la même partie du corps. Cependant, l'imagerie se fait par tranche, chacune d'entre elles durant environ 80 millisecondes. Et il faut entre 20 et 30 de ces tranches pour reconstruire le cerveau en entier. Cela signifie que la première mesure du haut du cerveau et la dernière du bas sont séparées de deux secondes. Dans ce laps de temps, il peut se passer bien des choses dans le système nerveux central. C'est pourquoi nous utilisons également d'autres techniques mathématiques pour corriger cette dérive temporelle dans l'acquisition des données.

Cela peut-il représenter un problème si on veut mesurer les activations successives de différentes aires du cerveau?

Lorsque nous soumettons à un sujet un stimulus visuel, par exemple, il lui faut environ 150 millisecondes pour reconnaître l'image et réagir en conséquence. Durant ce temps, plusieurs aires du système visuel se sont «allumées», suivies par d'autres du cortex temporal et frontal, des régions impliquées dans l'identification et dans l'activité motrice. Avec l'IRMf, on voit tout en même temps, sans pouvoir détecter la séquence temporelle. C'est pourquoi nous faisons parfois appel à d'autres techniques: l'électroencéphalogramme (EEG) ou le magnétoencéphalogramme (MEG). Celles-ci consistent à placer des électrodes sur le crâne du patient et à mesurer les potentiels électriques provoqués par l'activation des neurones. Nous utilisons l'EEG en même temps que le sujet effectue des tâches dans le scanner ou séparément. L'EEG, comme le MEG, est très efficace du point de vue de la résolution temporelle, mais plus mauvais dans la localisation spatiale des sources de signaux électriques. Et plus l'activité cérébrale

Image obtenue par un scanner aux Rayons X.



L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle se fait par tranche, chacune durant environ 80 millisecondes. Et il faut entre 20 et 30 de ces tranches pour reconstruire le cerveau en entier



Radiographie des poumons aux rayons X en fausses couleurs.

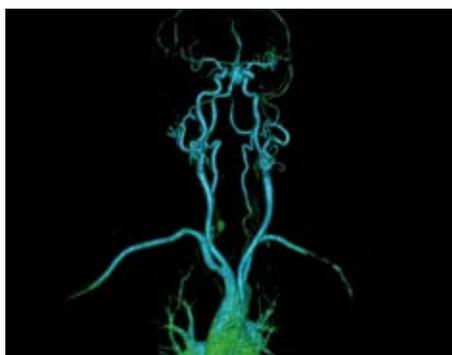
est profonde, moins les résultats sont précis. Plusieurs modèles tentent de remédier à ces manques. Et même si cette manière de faire provoque encore pas mal de disputes parmi les spécialistes, nous progressons.

Que peut-on voir à l'aide de l'IRMf?

Cette technique permet évidemment de détecter les régions associées à des tâches cognitives élémentaires comme la vision (il y a près de 40 aires visuelles chez les primates, dont l'homme fait partie), l'audition, la motricité, le toucher... Nous pouvons également identifier les aires cérébrales qui sont liées à certaines émotions, que ce soit la peur, la joie ou la colère. Mais il existe aussi des régions plus mystérieuses. L'une d'elles, située dans le sillon temporal, s'active lorsqu'on demande au patient de tenter de deviner l'intention de quelqu'un d'autre. Nous ne connaissons toutefois pas le rôle exact de cette aire. Il y en a une autre, dans la zone médiale frontale, qui est mise à contribution lorsqu'on demande au sujet une sorte d'introspection, ou plus précisément d'estimer si des qualificatifs qu'on lui soumet (fiable, sérieux, motivé, etc.) lui correspondent ou pas. Très en vogue actuellement, plusieurs études rapportent également des expériences dans lesquelles on arrive à «deviner» la perception ou même la pensée d'une personne examinée. Dans une tâche



Mise en évidence du système circulatoire à l'aide du scanner aux rayons X.



très contrainte (par exemple un choix entre quelques alternatives), on peut en effet identifier, selon la manière dont les aires du cerveau sont activées, si le patient pense à l'une ou à l'autre des deux images qu'on lui a présentées au préalable.

Quels progrès attendez-vous dans la technologie de l'IRMf?

Les machines actuelles s'améliorent sans cesse et permettent d'augmenter leur sensibilité aux petites variations ainsi que la résolution spatiale et temporelle. Mais nous sommes confrontés à des limites physiques propres à l'effet BOLD. Pour tout dire, mesurer l'activité cérébrale par le biais du flux sanguin est assez baroque. Le rêve serait que l'on puisse détecter avec l'IRM directement les perturbations magnétiques liées à l'activité électrique des neurones eux-mêmes. Cela ne demanderait d'ailleurs même pas le développement de nouvelles machines. En revanche, cela exige encore beaucoup de travail dans leur programmation et le traitement du signal. ■

MIRALAB PILOTE L'HUMAIN VIRT

Le laboratoire de réalité virtuelle de l'UNIGE coordonne un projet européen qui vise à développer un double virtuel du corps humain en trois dimensions et dont chaque articulation serait mobile

L'Europe en a fait une priorité en matière de recherche. 3D Anatomical Human a pour but de simuler en trois dimensions l'anatomie réelle et fonctionnelle du corps humain. Limité dans un premier temps à la jambe, le procédé permettra à terme de se promener dans n'importe quelle articulation en mouvement, d'y repérer de possibles anomalies ou de visualiser sur écran les conséquences

capable de simuler les mouvements des articulations de chaque individu», explique Nadia Magnenat-Thalmann, directrice de Miralab.

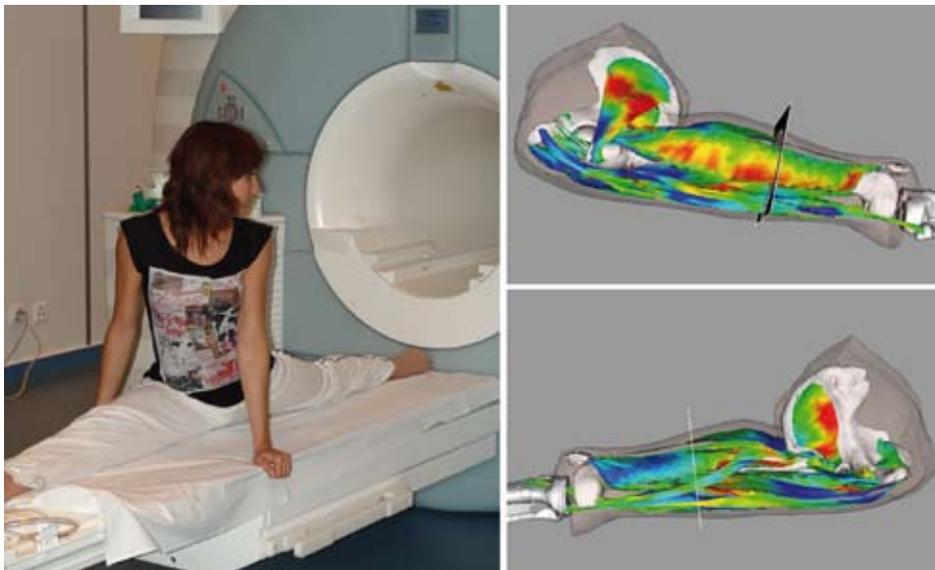
Projet très ambitieux, 3D Anatomical Human repose sur un solide réseau de compétences au sein duquel chacun apporte sa pierre à l'édifice commun. Le University College de Londres est ainsi chargé d'acquérir des images IRM en haute résolution. Ce qui permet

mouvements. L'Institut orthopédique Rizzoli à Bologne fournit, pour sa part, des données biomécaniques du comportement des tissus mous, afin de permettre la visualisation en 3D des articulations du patient. Cette visualisation, qui donnera aux médecins la possibilité de naviguer à travers le corps humain, sera assurée par l'UNIGE et le Center for advanced studies en Sardaigne. Enfin, l'Université libre de Bruxelles mettra une encyclopédie électronique d'anatomie à la disposition du public et de l'ensemble de la communauté scientifique et médicale européenne.

DES DANSEUSES DANS L'IRM

Dans l'intervalle, Miralab a lancé une étude auprès de 25 danseuses du Grand Théâtre. En collaboration avec l'équipe du professeur Hoffmeyer, de la clinique d'orthopédie des Hôpitaux universitaires de Genève, les volontaires sont scannées par le biais d'un IRM avant que leurs mouvements soient analysés sur ordinateur. Pour ce faire, les chercheurs de Miralab ont développé un logiciel de segmentation automatique qui permet, à partir d'images obtenues par résonance magnétique (IRM), d'isoler muscles, os, tendons et autres ligaments, puis de les reconstituer en trois dimensions et avec une très grande précision.

«La partie mécanique du projet est aujourd'hui fonctionnelle, explique Nadia Magnenat-Thalmann. Elle permet déjà de détecter certains problèmes, mais pour aller plus loin, il faudra que nous soyons capables de mesurer les propriétés physiques – élasticité, viscosité, tension – des tissus mous de l'organisme, mais aussi de simuler les frottements qui existent entre eux.» Pour l'heure, ce sont des moutons de boucherie qui fournissent les premières indications sur le comportement de ces différents matériaux. Une fois cette limite dépassée, il deviendra cependant possible de simuler les mouvements propres à chaque indi-



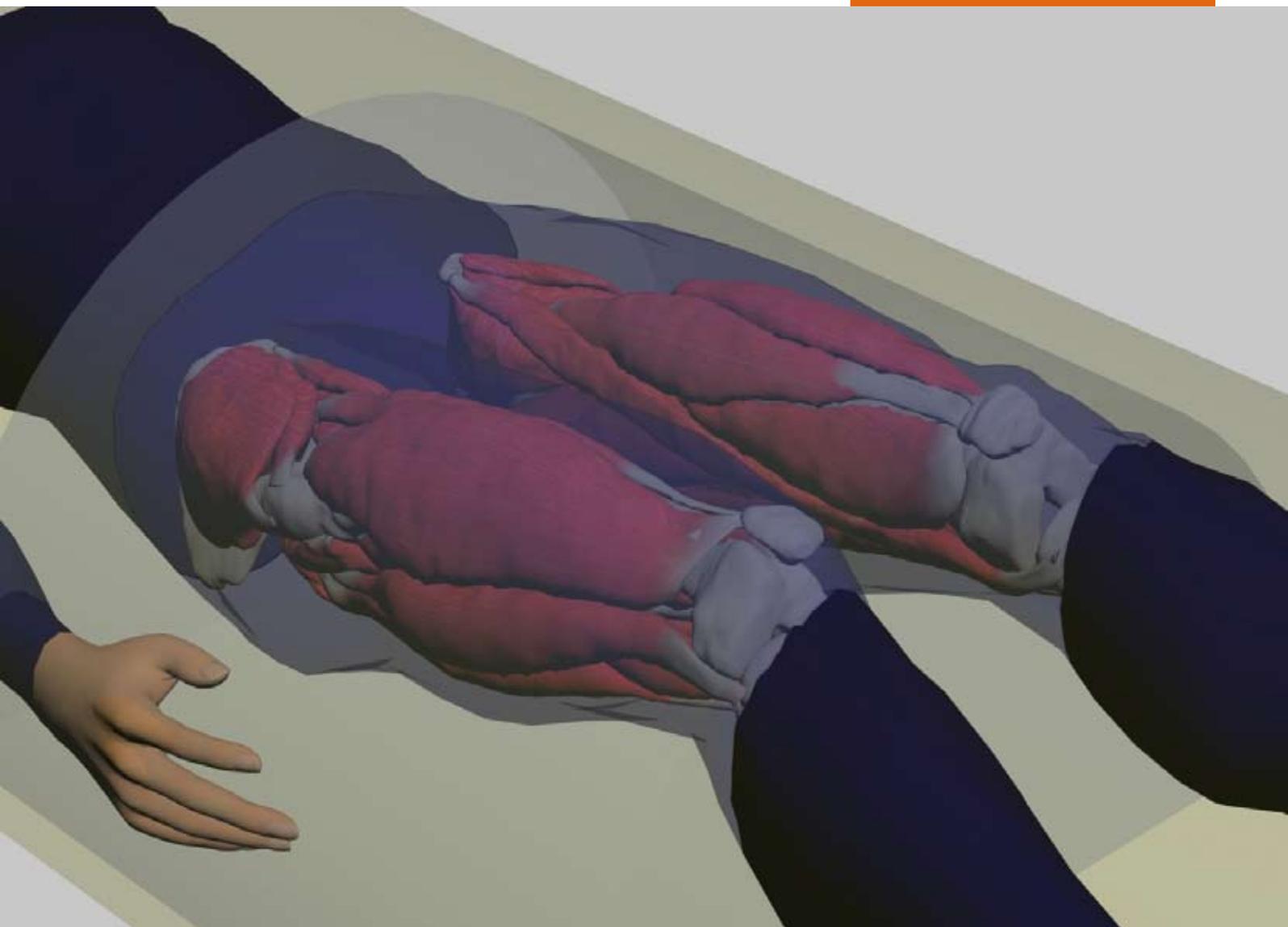
Vingt-cinq danseuses du grand Théâtre de Genève prêtent leurs corps au projet de Miralab.

d'une éventuelle intervention chirurgicale. Financé pour quatre ans à hauteur de 5 millions de francs, le projet fédère huit équipes scientifiques européennes. Il est coordonné par Miralab, le laboratoire de réalité virtuelle de l'UNIGE.

«La spécificité de nos travaux est d'ajouter à la création d'un modèle anatomique humain en trois dimensions, sur lequel de nombreuses équipes travaillent de par le monde, un modèle biomécanique

à Miralab ainsi qu'à l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Sofia-Antipolis, France) d'effectuer des modélisations de l'articulation de la jambe de la personne considérée à partir de ces images des os, muscles, tendons, etc. L'Université d'Alborg au Danemark et l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne se concentrent quant à elles sur l'analyse du mouvement de ces patients via des équipements de capture de

UEL ANIMÉ



A terme, 3D Anatomical Human permettra de simuler les mouvements propres à chaque individu.

vidu. Le projet 3D Anatomical Human permettra par ailleurs d'anticiper certaines lésions de façon beaucoup plus précoce qu'aujourd'hui et il ouvre également des perspectives intéressantes en ce qui concerne la formation des chirurgiens. «Les étudiants de demain pourront constater le résultat de telle ou telle intervention, voire la simuler, sans toucher au patient réel et donc sans prendre le moindre risque», complète la directrice du projet.

L'entrée de l'humain virtuel à l'hôpital n'est toutefois pas pour demain. «Nous sommes encore loin d'un résultat applicable sur le plan clinique de manière quotidienne», confirme Nadia Magnenat-

Thalmann. *D'abord parce que la précision mécanique de nos modèles n'est pas suffisante, ensuite parce que le procédé est trop lent et pas assez automatisé. Actuellement, la simulation demande au moins une demi-heure de calcul, c'est beaucoup trop long pour le rythme d'un hôpital où les patients défilent toutes les quinze minutes devant l'IRM. Pour être utile, il faut que ce genre d'outils soit rapide et fiable à 100%, qu'il fonctionne sur à peu près n'importe quel ordinateur courant et qu'il permette de fournir des résultats quasiment en temps réel.» ■*

<http://3dah.miralab.unige.ch>

«Les étudiants de demain pourront constater le résultat d'une intervention sans toucher au patient réel et donc sans prendre le moindre risque»

Vous pensez
début de carrière.

**Nous pensons
aussi succès
futurs.**

Private Banking • Investment Banking • Asset Management

Le Credit Suisse est l'une des plus grandes banques de la planète; à ce titre, il est à même d'offrir de nombreuses opportunités de carrière. Notre programme Career Start permet à de jeunes diplômés talentueux d'accéder à différents domaines, notamment: suivi de la clientèle, conseil aux particuliers et aux entreprises, gestion des produits ou encore recherche. Tout un monde à explorer sur www.credit-suisse.com/careers.

De nouvelles perspectives. Pour vous.

CREDIT SUISSE 

Sponsor principal de l'équipe nationale de football depuis 1993.

ASME, LE DOSSIER PATIENT DU FUTUR

En collaboration avec IBM, une équipe du Département de radiologie et informatique médicale met au point un système capable de faire interagir imagerie médicale et informations relatives au patient

C'est un peu l'équivalent de Google Earth à l'échelle du corps humain. Le projet ASME (pour Anatomic Symbolic Mapper Engine), dont un prototype a été présenté en première mondiale à Zurich en septembre 2007, pourrait modifier radicalement la manière de présenter, d'organiser et de consulter les données médicales d'un patient. A partir d'un avatar en trois dimensions, le dispositif permettra en effet, à terme, de visiter n'importe quelle partie de l'anatomie humaine. Il sera possible d'y associer l'intégralité du dossier médical d'un patient (éléments de texte, radiographie, résultats de laboratoire...), ainsi qu'une base de données riche de plus de 300 000 concepts et utilisable en plusieurs langues (SNOMED CT). Un moteur de recherche très performant permettra de naviguer sur cet océan d'informations.

UN PROJET SANS ÉQUIVALENT

Financée par IBM, l'opération, qui n'a pour l'instant pas d'équivalent, mobilise une dizaine de chercheurs, dont Patrick Ruch, collaborateur scientifique et coordinateur du projet au Service d'informatique médicale du Département de radiologie et informatique médicale. «*Il existe aujourd'hui des modèles d'imagerie médicale en trois dimensions très performants*, explique le chercheur. *De la même manière, de très nombreuses équipes sont actives dans le domaine de la fouille de données ou de la recherche d'informations sur des formats textuels. En revanche, très peu de gens travaillent sur l'interface entre ces deux mondes, qui est précisément au cœur du projet ASME.*»

Chargé notamment de gérer le million de dossiers des patients des Hôpitaux universitaires de Genève, le Service d'informatique médicale dispose d'une expertise largement reconnue pour ce qui est du traitement et de l'organisation de données textuelles. Depuis cinq ans, il est régulièrement classé en tête

des évaluations sur les moteurs de recherche d'information, raison pour laquelle IBM a fait appel à ses services.

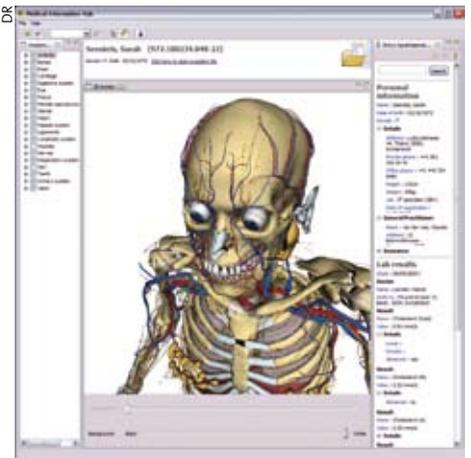
«*L'imagerie médicale est une discipline complexe et il n'est pas forcément évident pour un non-spécialiste, même médecin, d'interpréter ce genre de résultats*, poursuit Patrick Ruch. *Par ailleurs, les dossiers médicaux tels que nous les connaissons actuellement peuvent être très volumineux, par exemple pour des prématurés, des patients transplantés ou souffrant de maladies chroniques. Souvent partiels, peu ou pas structurés, ils ne permettent pas d'obtenir facilement une vue d'ensemble de l'historique médical du patient. C'est ce double inconvénient qu'ASME vise à dépasser en offrant tant au praticien qu'au patient un outil aisé à manipuler.*»

LE DOSSIER MÉDICAL DE DEMAIN

L'objectif final est de rendre le système «intelligent». Confronté à un patient souffrant d'un problème de vertèbre, par exemple, ASME doit être en mesure de repérer dans le dossier du patient tous les éléments pertinents qui sont relatifs à la colonne vertébrale même si le terme «vertèbre» n'est pas explicitement mentionné. «*SNOMED possède l'énorme avantage de pouvoir être utilisable en plusieurs langues*, explique Patrick Ruch. *Mais cela reste un outil relativement complexe à manier. Créer des liens qui soient réellement efficaces d'un point de vue clinique constitue la grande difficulté du projet. Mais d'ici à quelques mois, nous en serons venus à bout.*»

Utile pour les diagnostics et le suivi médical, ASME permettra également d'offrir une information plus accessible au patient. Facilement transportable, consultable depuis n'importe quel ordinateur, ce projet préfigure, selon ses concepteurs, le dossier médical de demain. Même si les réticences à voir l'ordinateur pénétrer dans le cabinet médical restent fortes, un certain nombre de pays, parmi lesquels

Utile pour les diagnostics et le suivi médical, ASME permettra également d'offrir une information plus accessible au patient



Un prototype d'ASME a été présenté en première mondiale à Zurich en septembre 2007.

le Royaume-Uni, l'Australie, le Canada, la Finlande, l'Allemagne ou le Danemark, ont d'ailleurs introduit des programmes afin de généraliser le dossier du patient informatisé. Sous l'impulsion de George W. Bush, les Etats-Unis prétendent carrément parvenir à basculer vers une solution entièrement informatisée d'ici à 2014. Tous ces projets butent cependant pour l'instant sur un certain nombre de difficultés techniques que des projets comme ASME pourraient contribuer à résoudre.

«*Il existe aujourd'hui une vraie demande pour ce type de produits*, conclut Patrick Ruch. *Qu'on le veuille ou non, c'est un mouvement qui semble appelé à se développer dans les années à venir. Mieux vaut donc disposer des outils nécessaires pour absorber le choc.*» ■

«Le cerveau nous fait croire que nous le dirigeons»

Michael Gazzaniga dirige le «Sage Center for the Study of the Mind» de l'Université de Californie. Il était à Genève pour donner une conférence à l'occasion de l'inauguration du Centre interfacultaire de neuroscience

Campus: Dans vos travaux, vous questionnez le libre-arbitre de l'homme. Suis-je libre de prendre des décisions, comme d'aller au cinéma, ou suis-je programmé à les prendre?

Michael Gazzaniga: Votre choix d'aller voir un film se base sur toutes les expériences que vous avez eues au cours de votre vie. Votre système de prise de décision évalue toutes les informations dont il dispose, à propos de l'œuvre et de vos goûts notamment, puis détermine le comportement à adopter. Votre liberté réside dans la quantité de cette expérience passée que vous avez choisi de conserver. Cela dit, dans le contexte des neurosciences, la liberté est une notion mal nommée. Suis-je libre? Mais libre de quelle contrainte au fond? Je n'en sais rien. Ce que je sais, c'est que le cerveau est une machine à prendre des décisions, des millions de décisions. Et nous avons tous l'impression que ces choix, nous les faisons nous-mêmes.

N'est-ce pas vrai?

De nombreuses expériences – basées sur des tests simples – ont montré au cours de ces dernières années que le cerveau réagit à des stimuli et prépare une action plusieurs centaines de millisecondes avant que l'on en ait conscience. Et ce, dans une gamme très large de comportements. Certaines études parviennent même à prévoir l'intention d'une personne grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Différentes manipulations peuvent aussi influencer les décisions qui sont prises ensuite par un sujet. Ces observations militent évidemment en faveur d'une vision déterministe du cerveau. Du coup, certains prétendent que le système nerveux central est une machine qui fonctionne de façon automa-

tique. Son produit, l'esprit, le serait donc aussi. Par conséquent, le libre-arbitre serait une illusion, la responsabilité personnelle n'existerait pas, et il faudrait pardonner à certains criminels plutôt que de les punir.

Qu'en pensez-vous?

Je vais répondre par une image. Prenez une voiture en bon état. Son fonctionnement est parfaitement déterminé et vous avez les moyens de savoir exactement comment elle – mais aussi tous ses composants – va se comporter lorsque vous allez la conduire. En revanche, il vous est impossible de prévoir l'évolution du trafic dans son ensemble. C'est un peu la même chose avec le cerveau. La machinerie moléculaire (les gènes, les protéines et tout le reste) est parfaitement automatique. Heureu-

Comment cela?

Au cours de mes recherches sur des patients dont les hémisphères du cerveau ont été déconnectés l'un de l'autre, j'ai découvert une fonction cérébrale que j'ai baptisée l'interpréteur. Elle semble gérée uniquement par la partie gauche du cerveau. Un des tests pour la mettre en évidence consiste à afficher deux images différentes sur un écran (par exemple à gauche une maison sous la neige et à droite une patte de poule). Les patients doivent ensuite choisir dans une série de cartes étalées devant eux lesquelles correspondent le plus aux deux images projetées (en l'occurrence le choix correct serait une pelle à neige dans le premier cas et une poule dans le second). Premier point: les personnes dont les hémisphères cérébraux sont déconnectés sont inca-

«L'interpréteur trouve des explications à nos comportements ou à nos émotions»

plement d'ailleurs, car dans le cas contraire, le cerveau ne serait pas fiable. Le cerveau entier obéit peut-être lui aussi à un fonctionnement déterministe. Même si cette dernière proposition était vraie, personne ne croira qu'il est allé au cinéma seulement parce qu'il y a été poussé par son cerveau. Nous sommes faits de telle manière que nous croyons toujours que notre esprit est l'auteur des décisions du cerveau, et non le contraire.

pables de percevoir la partie gauche du champ de vision. Quand on leur demande ce qu'elles voient, elles ne signalent que la présence de la patte de poule située à droite et négligent la maison sous la neige. Ce qui est troublant, en revanche, c'est que les patients pointent malgré tout avec leur main gauche la pelle à neige et donnent ainsi la réponse correcte du côté où ils sont censés être «aveugles». Le trouble augmente encore quand on les interroge sur



OLIVIER VOGELSSANG

le choix de cette image. «La pelle sert à nettoyer les déjections des poules», s'entend-on répondre.

Et ça, c'est l'œuvre de l'interpréteur...

Oui. Au fond, le patient ne sait pas pourquoi il pointe la pelle à neige. Quand on le confronte à son geste inconscient, son interpréteur élabore rapidement une théorie que le patient présente ensuite aux examinateurs, tout en étant persuadé de la cohérence de son action. De manière générale, l'interpréteur est la région qui trouve des explications à nos comportements ou à nos émotions. Une fonction vitale s'il en est.

Vous affirmez donc que le cerveau agit comme un automate, mais qu'il fait tout pour que l'on croie le contraire. Nous n'avons donc pas de libre arbitre...

Non. Je pense que nous agissons de manière libre et que nous sommes responsables de nos actes. Les neurosciences cognitives fournissent des informations, certes troublantes, mais qui sont pertinentes à leur niveau d'investigation, c'est-à-dire celui d'un cerveau isolé. Toutefois, un cerveau ne fonctionne jamais tout seul. Il a évolué et vit toujours en société avec d'autres cerveaux qui condition-

nent son comportement. A quoi pense notre système nerveux central l'écrasante majorité du temps? Aux autres. Au conjoint, aux enfants ou petits-enfants, etc. Sans cesse, le cerveau tente de percevoir les intentions des autres pour pouvoir agir en conséquence. C'est dans les règles sociales, dans le fonctionnement d'un cerveau en interaction avec les autres que l'on trouve la responsabilité personnelle. A l'heure actuelle, il faut admettre qu'il règne une certaine confusion dans les tentatives de compréhension des différents niveaux d'organisation du cerveau (moléculaire, cellulaire, individuel, social). On utilise des mots identiques qui signifient parfois des choses différentes. Et, surtout, il faut rester conscient du fait que l'on ne sait pas encore faire le lien entre ces différents niveaux. Pour les neurosciences, c'est le défi du siècle que d'y parvenir

Qu'est-ce qui caractérise une société de cerveaux humains?

Certainement le fait que plus de 6 milliards d'entre eux parviennent à vivre ensemble sans trop de mal. Bien sûr, les titres des journaux sont emplis de drames. Mais la vérité est que la vaste majorité d'entre nous vit sa vie et se débrouille assez bien. En réalité, je prétends que nous partageons une éthique commune,

universelle, qui fait partie de notre espèce comme un des caractères indispensables à sa survie. On peut en avoir un aperçu grâce à des tests moraux que l'on fait passer à des gens de toutes origines sociale, religieuse, culturelle, géographique, etc. Quand on les confronte à une situation imaginaire (un train fou, des passants sur les voies et un aiguillage) dans laquelle ils doivent choisir entre ne rien faire et causer la mort de cinq personnes et une action qui sauverait ces dernières, mais qui tuerait indirectement une sixième personne, 95% d'entre eux choisissent la seconde solution. Le score descend un peu (89%) si la solution pour sauver les cinq malheureux consiste à pousser la sixième personne et de causer ainsi directement sa mort. Chaque participant expliquera son geste à sa manière – c'est l'interpréteur qui travaille. Mais l'important est que presque tout le monde prend la même décision.

Les neurosciences peuvent-elles être utiles aux tribunaux pour établir les responsabilités?

Je ne sais pas, mais ce qui est sûr, c'est qu'elles seront de plus en plus sollicitées par la justice. Il faudra cependant être prudent. Entre autres exemples, il y a eu des cas récents aux Etats-Unis dans lesquels des jugements ont été influencés par le fait que le coupable souffrait d'une lésion au cerveau, diminuant ainsi, au regard de la loi, sa responsabilité personnelle. Il faut savoir toutefois que de très nombreuses personnes vivent avec des lésions cérébrales sans être plus violentes pour autant. Il n'y a pas forcément un lien direct entre les deux. ■

Propos recueillis par Anton Vos

Les mains dans les eaux glacées de l'Antarctique

Le brise-glace Polarstern figure parmi les fleurons de l'expédition polaire. Assistante au Département de zoologie et de biologie animale, Délia Fontaine a passé deux mois à son bord afin d'étudier les foraminifères, d'excellents bio-indicateurs de la qualité de l'environnement

A bord du Polarstern, les places sont rares. Ne monte pas qui veut sur le pont de ce brise-glace affrété par l'Alfred Wegener Institute, un centre allemand de recherche polaire et marine. Assistante au sein du Département de zoologie et de biologie animale, Délia Fontaine a pourtant eu cette chance. Elle y a passé plus de deux mois au cours de l'hiver dernier pour étudier les populations polaires de foraminifères, de petits organismes présents dans tous les milieux marins. «*Les expéditions à bord du Polarstern affichent complet jusqu'en 2010, explique la jeune chercheuse. Mais, il y a eu un désistement de dernière minute. La place vacante a été proposée à mon chef de laboratoire, le professeur Jan Pawlowski. Comme il n'était pas disponible, il m'a demandé si je souhaitais le remplacer. J'ai sauté sur l'occasion.*

CONDITIONS OPTIMALES

Le 28 novembre dernier, Délia Fontaine embarque donc pour une croisière de 69 jours reliant la ville du Cap à l'Antarctique. Un périple aller-retour le long du méridien de Greenwich dont le but est, mis à part la recherche scientifique, de ravitailler en nourriture, effets personnels et carburant les hommes de la station allemande Neumayer, située sur le continent antarctique.

L'expédition rassemble 96 personnes de 13 nationalités, dont la moitié de scientifiques, avec chacun un projet spécifique. Certains commencent d'ailleurs leur travail bien avant d'arriver à destination. Sur sa route vers le sud, le Polarstern rencontre en effet des masses océaniques très variées, partant des eaux chaudes de l'Atlantique, puis traversant la «convergence sub-antarctique», un courant circulaire d'eaux très froides et salées qui isole

l'océan Austral. Une formidable opportunité pour les scientifiques d'étudier les conditions physico-chimiques et la biodiversité de ces régions marines encore mal connues.

Délia Fontaine, elle, fait partie du groupe d'étude des organismes benthiques, ces animaux qui vivent sur le fond des océans. Sa mission est d'évaluer la composition des eaux et des sédiments en foraminifères. Les populations polaires de ces petits organismes, qui sont d'excellents bio-indicateurs de la qualité de l'environnement, demeurent largement sous-étudiées.

Pour mener à bien son travail, la jeune scientifique bénéficie de conditions optimales sur le Polarstern, celui-ci étant considéré comme un bateau scientifique cinq étoiles. Outre des équipements de collecte et d'analyse dernier cri, le bâtiment possède piscine, sauna, salle de gym, bar, restaurant. Tout est prévu pour un confort maximal, et l'équipage est aux petits soins pour les scientifiques qui peuvent se concentrer sur leurs recherches. Une prise en charge bienvenue dans cet environnement dénué de tout repère. Durant l'été austral, il fait en effet jour en permanence et seuls les repas rythment périodes de travail et plages de repos. Pour tenir, il faut s'astreindre à un emploi du temps rigoureux et à de l'exercice physique quotidien. «*C'est indispensable*, explique la jeune chercheuse. *Moi qui ne suis*

pas du tout sportive, je me suis imposé des séances de vélo tous les jours.»

Malgré ce relatif confort, la vie à bord d'un brise-glace, même scientifique, n'a rien d'une croisière. La cadence de travail est soutenue. Sur le pont, les équipes se relaient 24 heures sur 24 pour exploiter au mieux les prélèvements réguliers effectués à différentes profondeurs. Il faut pouvoir rester plusieurs heures en plein vent, les mains dans l'eau glacée. Et l'attention doit être permanente: en cas de chute par-dessus bord, le froid est tel que la mort survient en moins de deux minutes. «*On porte des combinaisons spéciales qui prolongent la résistance de quelques minutes, mais avec des vagues de 5 mètres de haut, il y a peu de chances de retrouver quelqu'un à temps*», raconte Délia Fontaine.



Délia Fontaine trie des échantillons remontés des fonds marins.





Vue de la banquise, près du 70° parallèle Sud, à 4 heures du matin, proche de la station allemande Neumayer II.

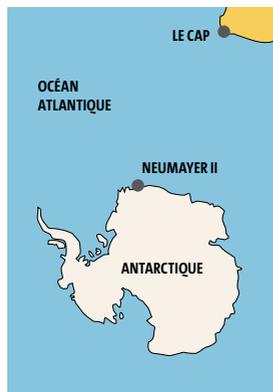
Après avoir récolté et remonté les échantillons, la biologiste les tamise, les trie en différentes fractions avant de les étudier. Elle passe donc des heures derrière un microscope afin d'isoler les foraminifères et d'en extraire l'ADN. Certains spécimens sont également séchés pour conservation.

«Le travail de collecte sur le pont dure 48 heures, complète Délia Fontaine. Ces périodes sont suivies de plusieurs semaines

d'analyse en laboratoire. Je me suis astreinte à 12 heures de travail par jour, de midi à minuit, parfois davantage. Il faut optimiser sa présence sur le bateau. Et puis, de toute façon, il n'y a pas vraiment grand-chose d'autre à faire.»

L'équipe connaît quand même quelques moments de détente et de belles rencontres avec la faune locale. «En Antarctique, il n'y a pas d'ours, ils n'ont jamais colonisé ce continent, souligne la chercheuse. Mais nous avons vu des manchots, des orques, des baleines de Mink, les seules capables de briser la couche de glace pour respirer, et beaucoup d'oiseaux, dont les espèces changent en fonction de la latitude. Un jour, le bateau s'est retrouvé dans un «cimetière d'icebergs», une sorte de piscine naturelle au milieu de la glace, où de gros blocs sont pris au piège. Il y avait là une centaine de baleines à bosse qui se nourrissaient du plancton accumulé, une densité exceptionnelle pour ces animaux qui vont généralement par 2 ou 3. Certaines se frottaient au bateau pour éliminer leurs parasites. C'était formidable.»

Des moments magiques qui feraient presque oublier la fragilité de ces régions très



sensibles au réchauffement de la planète. «Nous avons été confrontés à des conditions climatiques anormales à cette saison, explique Délia Fontaine. Le bateau a eu beaucoup de mal à atteindre le continent à cause de l'excès de glace. Cela peut paraître paradoxal, mais dénote en fait une perturbation des courants marins qui contrôlent le climat antarctique. C'est très inquiétant car cela risque d'avoir des répercussions sur le climat des régions tempérées.»

Sur le Polarstern, tout est prévu pour parer à n'importe quelle éventualité. Les stocks de vivres sont calculés pour un an, au cas où le bateau resterait bloqué par les glaces. Il y a un médecin et même une salle d'opération complète. Les hélicoptères ne sont utilisés qu'en dernier recours. Les membres de l'expédition vivent donc en totale autarcie. Selon Délia Fontaine, c'est d'ailleurs ce huis clos qui est le plus difficile à gérer: «Il n'y a pas de cabine individuelle, les repas sont pris en commun, il n'y a aucun moyen de s'isoler. C'est parfois assez pesant. Je crois que quelqu'un de trop solitaire ne pourrait pas tenir.»

«L'ANTARCTIQUE, ÇA NE SENT RIEN»

Dans cette promiscuité, la moindre grippe peut être une catastrophe et chacun se sent responsable de la santé collective. Il se crée ainsi des liens très forts qui permettent de supporter l'éloignement, particulièrement difficile au moment des fêtes de fin d'année, et renforcent la solidarité dans les moments critiques, comme quand la jeune femme réalise

que son matériel de travail est resté à quai. «Ça a été très dur. Je ne savais pas comment j'allais faire, mais tout le monde a été incroyablement gentil et s'est mis en quatre pour m'aider, raconte-t-elle. Ma chance a été qu'une équipe de généticiens soit présente et accepte de me prêter son matériel.»

Un monde à part, dénué de tout repère familier, dont on revient changé et plus toujours en phase avec la vie à terre. «De retour à quai après deux mois et demi de mer, ce qui marque le plus, ce sont les odeurs, celle des fleurs surtout, se souvient Délia Fontaine. L'Antarctique, ça ne sent rien. Même voir une tête inconnue dans la rue paraît étrange. Sur le bateau, tous les visages sont familiers. On m'avait dit qu'il serait difficile de se réhabituer à la vie normale. Personnellement, je n'ai pas trop souffert, mais je sais que pour certains c'est assez difficile.»

Du point de vue scientifique, la mission de la chercheuse est remplie. Au terme de son périple, elle ramène à Genève pas moins de 3200 spécimens de foraminifères, dont certains jusque-là inconnus. Plusieurs années de caractérisation et d'analyse en perspective pour l'équipe du professeur Jan Pawlowski, du Département de zoologie et de biologie animale, qui cherche à retracer l'histoire évolutive des foraminifères. «Un élément curieux est que les populations arctiques et antarctiques, pourtant isolées l'une de l'autre par des dizaines de milliers de kilomètres d'océan tropical, sont très proches du point de vue génétique, note encore Délia Fontaine. Trop si l'on accepte le fait qu'elles n'ont pas eu de contact direct depuis très longtemps. C'est une énigme qui demandera encore beaucoup de travail pour être résolue.» ■

Guillaume Mandicourt

Edouard Claparède, conquérant aboulique

Fondateur de l'Institut Jean-Jacques Rousseau, ce pionnier de la pédagogie a posé les bases de ce qui allait devenir la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, ouvrant ainsi la voie à Jean Piaget

Il est pour beaucoup dans la renommée de Genève en matière de pédagogie. Prédécesseur de Jean Piaget, à qui il a largement ouvert la voie, Edouard Claparède a consacré toute son énergie – et une bonne partie de sa fortune personnelle – à un idéal: faire des sciences de l'éducation une discipline scientifique à part entière. Un projet dont la principale concrétisation sera la fondation de l'Institut Jean-Jacques Rousseau en 1912, première institution au monde entièrement dévolue à la recherche éducationnelle, dont la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation est l'héritière directe.

Issu d'une lignée de pasteurs languedociens réfugiée à Genève après la révocation de l'Edit de Nantes (1685), Edouard Claparède rêve d'abord d'un destin de missionnaire. Mais à 15

vers. Claparède s'intéresse à la psychologie des animaux, au développement de l'enfant, mais aussi au sommeil, aux médiums, à la médecine légale ou à la politique.

Orateur doté d'un indéniable sens de la formule, il est capable de ramasser en quelques phrases ce qui peut faire l'objet de longues théories chez ses collègues. Nommé à la tête du laboratoire de psychologie dès 1904, il devient professeur extraordinaire de psychologie expérimentale quatre ans plus tard, puis professeur ordinaire en 1915. Dans l'intervalle, toujours avec la complicité de Flournoy, il trouve le temps de lancer les *Archives de psychologie*, revue au sein de laquelle les deux hommes souhaitent recevoir tout ce que la psychologie et les sciences de l'éducation produisent de par le monde

cités de l'enfant, construit selon ses besoins et basé sur l'intérêt. «On n'a pas pour l'esprit de nos enfants les égards qu'on a même pour leurs pieds! On leur fait des souliers sur mesure; à quand l'école sur mesure?» écrit-il ainsi en 1901.

«L'objectif de Claparède est de construire des pratiques fondées sur l'objectivité scientifique et non sur une doctrine philosophique, explique Martine Ruchat, chargée de cours en sciences de l'éducation, qui vient d'achever l'édition de la correspondance entre le pédagogue et celle qui fut son assistante, puis sa collaboratrice, Hélène Antipoff. Il veut faire entrer la médecine et la biologie dans une discipline qui jusque-là était l'apanage des philosophes.» Pour y parvenir, il a toutefois besoin d'un outil. Ce sera l'Institut Jean-Jacques Rousseau des sciences de l'éducation.

«On n'a pas pour l'esprit de nos enfants, les égards qu'on a même pour leurs pieds!»



Séance d'hypnose improvisée sur un mouton lors d'une excursion en campagne (1928).

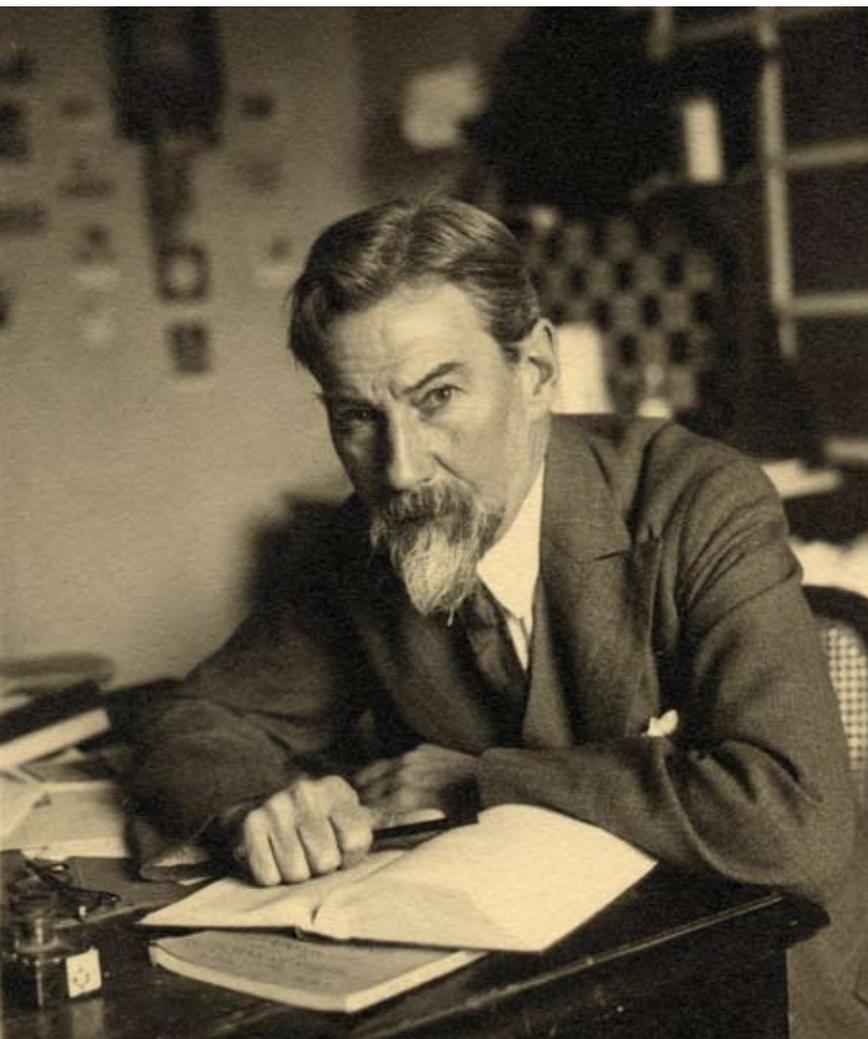
ans, il se découvre une vocation pour cette discipline toute jeune qu'est encore la psychologie en assistant à une conférence donnée par son cousin Théodore Flournoy. Directeur du laboratoire de psychologie depuis sa création en 1892, ce dernier offre, dans les années qui suivent, à son parent un premier poste d'assistant. Cette période de formation permet au jeune chercheur de s'initier à des domaines très di-

et qui, au fil des ans, va s'imposer comme un pont important entre l'Europe et les Etats-Unis. Cheville ouvrière des Congrès internationaux de psychologie, on lui doit également la première consultation médico-pédagogique de Suisse (1913) et il siège dès 1904 au sein de la Commission des anormaux, qui deviendra en 1929 le Service d'observation des écoles, puis le Service médico-pédagogique (SMP) en 1956.

Claparède en veut pourtant davantage. Porté par l'esprit de la SDN, il est convaincu que l'éducation est le moyen de changer le monde et de contribuer à la réconciliation des peuples. Irrité par l'école traditionnelle, dans laquelle il voit un «régime contre nature» où règnent «brimades», «ennui» et «désolation», il milite pour un système à même de respecter les capa-

«Du fait de sa position, Genève devient alors l'incarnation de ce qu'on appelle «l'éducation nouvelle», explique Rita Hofstetter, professeure à la FPSE et spécialiste de l'histoire des sciences de l'éducation. Cette vision messianique, qui pense pouvoir reconstruire le monde par l'éducation, se matérialise en 1925 par la création du Bureau international de l'éducation, émanation directe de l'Institut Rousseau.» Cet âge d'or est couronné par le rattachement de l'Institut à la Faculté des lettres, en 1929. La même année, Jean Piaget, membre de l'équipe depuis 1921, rejoint la direction de l'institution aux côtés de Pierre Bovet et de Claparède. Avec le succès que l'on sait.

Faisant preuve d'une activité débordante, Claparède est alors de tous les congrès. Il lit et traduit Freud, dresse des bibliographies, rédige



COLLECTION PRIVÉE DE MORZIER

Edouard Claparède, «le psychologue le plus informé de son époque», selon le biographe Carlo Trombetta.

des publications scientifiques autant que des articles de vulgarisation et entretient des relations épistolaires avec 2500 correspondants. Carlo Trombetta, qui compte parmi ses biographes, le présente d'ailleurs comme «*le psychologue le plus informé de son époque*».

Celui que Piaget décrit comme un «luttreur» et un «conquérant» n'a, pour autant, rien d'un intellectuel sinistre. Dans la propriété qu'il occupe à Champel, sur les lieux de l'actuel Centre médical universitaire, règne une atmosphère bohème. Claparède, qui y installe en 1914 la Maison des petits – sorte de laboratoire pédagogique grandeur nature – reçoit étudiants et collaborateurs pour des parties de cache-cache dans le jardin. Toujours prêt à «gaminer», il participe à des pièces de théâtre et, pour célébrer la fête de l'Escalade, se grime en gorille. D'origine russe, sa femme ajoute une note orientale à l'ensemble, tandis que Peppio, son chimpanzé, complète le tableau.

Entouré de son petit monde, Claparède aime à partir en excursion, que ce soit au Salève ou dans l'Oberland bernois, sur les rives du lac de Joux ou en rase campagne. De nombreuses photographies conservées dans les archives

de l'Institut Jean-Jacques Rousseau illustrent d'ailleurs ces moments de détente.

A trop vouloir en faire, cependant, Claparède s'épuise. Avec l'âge, son moral commence à décliner. Très marqué par la mort prématurée de son fils, en 1932, il se sent mal compris dans la Genève patricienne à laquelle le ramènent ses origines. L'évolution de la Cité, qui s'urbanise à grande vitesse, l'attriste également. Et, tandis que son «bon Champel» perd de son charme et de sa quiétude, il peste contre les promoteurs.

«*Jusqu'à sa mort, en 1940, Claparède a entretenu une correspondance soutenue avec Hélène Antipoff, explique Martine Ruchat. Ce qui ressort de ces échanges, c'est une forme de tristesse liée à la distance qui les sépare, au fait que le monde change et qu'il se sent vieillir. On sent que cet homme, qui se dit «aboulique» (inapte à décider ou à passer à l'acte), n'a plus la force de faire face à l'ensemble de ses engagements. Antipoff a beau l'exhorter à se lancer dans la rédaction d'une grande œuvre, il n'en a pas le tempérament. Plus créatif qu'autoritaire, Claparède ne possède peut-être pas toutes les qualités qui permettront à Piaget de mettre sur pied un dispositif de recherche si efficace dans les années qui suivent.*» ■

Vincent Monnet

De l'Institut à la Faculté

- 1873** Naissance d'Edouard Claparède.
- 1890** création d'une chaire de pédagogie rattachée à la Faculté des lettres.
- 1891** création d'une chaire de psychologie rattachée à la Faculté des sciences et attribuée à Théodore Flournoy.
- 1892** création du laboratoire de psychologie au sein de la Faculté des sciences.
- 1897** Claparède obtient son doctorat en médecine à l'UNIGE.
- 1901** création des *Archives de psychologie*.
- 1908** Claparède est nommé professeur extraordinaire de psychologie expérimentale.
- 1912** fondation de l'Institut Jean-Jacques Rousseau.
- 1920** directeur de l'Institut Rousseau, Pierre Bovet se voit attribuer la première chaire de science de l'éducation et psychologie expérimentale genevoise.
- 1921** Edouard Claparède propose à Jean Piaget un poste de chef de travaux à l'Institut.
- 1925** création du Bureau international de l'éducation.
- 1929** l'Institut est rattaché à la Faculté des lettres.
- 1931** publication de *L'Éducation fonctionnelle*, ouvrage qui contient le programme pédagogique de Claparède.
- 1940** Edouard Claparède meurt dans sa 67^e année. La même année paraît *Morale et politique ou les vacances de la probité*, son «testament spirituel».
- 1948** l'Institut devient une structure interfacultaire réunissant les lettres, la médecine, les sciences et les sciences économiques et sociales.
- 1970** l'Institut Jean-Jacques Rousseau devient l'École de psychologie et des sciences de l'éducation.
- 1975** Inauguration de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation.

Looking for a Challenge?

Join the fastest growing professional services firm in Switzerland

Deloitte is one of Switzerland's leading professional services firms providing Audit, Tax, Consulting and Corporate Finance services. In 2006 the UK and Swiss Deloitte member firms joined forces to offer our clients a single, integrated firm.

With over 11,000 professionals working across our integrated practice, this development recognises the importance of Switzerland as a key business and financial centre. More than 700 professionals operate across five cities: in Zurich (headquarters), Basel, Geneva, Lausanne and Lugano.

We deliver value to businesses of all industries and sizes, including large multinational companies and public enterprises as well as numerous owner-managed small and medium-sized companies.

On a global level, Deloitte is one of the largest professional organisations with 150,000 employees in over 140 countries.

Send your complete application to:
Deloitte SA, Anna-Katharina Mörke,
Route de Pré-Bois 20, 1215 Geneva,
Tel. +41 (0)22 747 71 08,
ch.graduates@deloitte.ch

www.deloitte.ch

Deloitte.

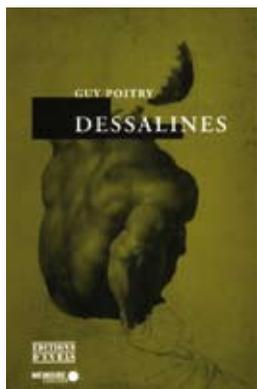
Audit • Tax • Consulting • Corporate Finance •

Deloitte SA, Route de Pré-Bois 20, 1215 Geneva 15,
Tel. +41 (0)22 747 70 00, Fax +41 (0)22 747 70 70,
office.geneva@deloitte.ch

© Deloitte SA 2008. All rights reserved.
Deloitte SA is an equal opportunities employer.



Mon oncle des Antilles



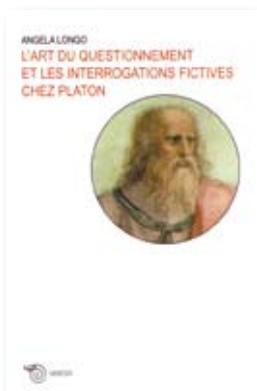
Sur la même île, cohabitent aujourd'hui deux pays distincts: Haïti et la République dominicaine. Au XIX^e siècle, ce territoire, importante colonie espagnole puis française, devient la première république noire indépendante sous la pression de révolutionnaires locaux. Si l'on connaît bien la biographie de l'un d'eux, Toussaint Louverture – mort en captivité au Fort de Joux dans le Jura français –, celle de son bras droit, Jean-Jacques Dessalines, esclave affranchi comme lui, est moins fameuse. C'est précisément son destin qui a inspiré à Guy Poitry, professeur de littérature française, la matière de cet ouvrage. Pour élaborer un roman, plusieurs strates de mystère valent toutefois mieux qu'une. Ainsi, dans ce *Dessalines*, le lecteur fait la connaissance d'un jeune expatrié qui quitte le pied du Jura suisse en 1798 pour la «montagne dans la mer», traduction du nom amérindien «Ayiti». On se familiarise avec ce personnage imaginaire,

un original un peu décalé, au travers des lettres qu'il échange avec sa jeune nièce, restée au pays, et qu'un narrateur relit et commente. Témoin du moment historique que traverse alors l'île, où il vit d'une activité qu'on peut apparenter à celle de bibliothécaire, Alfred, Robinson suisse laconique, ne se livre guère. C'est à peine s'il s'adresse à celle dont il inscrit pourtant 149 fois le nom sur des enveloppes. Cette distance caractérise le climat général d'un roman où la figure de Dessalines devient un mythe littéraire dans la tête d'un Helvète qui en dresse un portrait à mi-chemin entre le rêve et l'admiration.

Sylvie Délèze

«DESSALINES», PAR GUY POITRY, ÉDITIONS D'EN BAS, LAUSANNE, 255 P.

L'invention de la dialectique



Socrate n'a pas écrit. Mais son avatar, créé par Platon, invente l'art du dialogue philosophique, dans un paysage intellectuel de monologues, l'Athènes du V^e siècle av. J.-C. Cette révolution formelle, la dialectique, va influencer la forme écrite de la transmission des idées jusqu'à nos jours. Angela Longo, qui enseigne la philosophie antique, s'est penchée sur les stratégies dont use Socrate pour questionner ses interlocuteurs.

Les écrits platoniciens sont usuellement classés selon trois catégories chronologiques, qui se distinguent selon la posture adoptée par Socrate dans sa recherche assumée de la vérité. Au fil des textes, on peut ainsi repérer un Socrate ignorant l'issue des problématiques qu'il soulève, mais conscient de leurs enjeux. Puis, un Socrate porteur de projets philosophiques susceptibles de venir à bout des contradictions pratiques dans lesquelles s'enferment, par exemple, l'état ou les discours officiels. Enfin, un Socrate meneur,

plus ouvertement sûr de la dynamique dialogique qu'il instaure. Les procédés d'écriture mis en œuvre par Platon suscitent l'introduction d'un sujet à penser, un effet de tension dramatique ou bien encore la relance et le recadrage d'un motif. Parmi eux, on trouve des interrogations, formulées comme telles ou comme des ordres donnés, qu'Angela Longo qualifie de «fictives». Socrate, ou celui qui conduit le dialogue et qui donne voix à la vérité que défend Platon, feint alors l'ignorance ou laisse planer le doute sur son opinion réelle dans un subtil exercice de rhétorique. Une plongée dans les fondements des arts discursifs occidentaux. **SD**

«L'ART DU QUESTIONNEMENT ET LES INTERROGATIONS FICTIVES CHEZ PLATON», PAR ANGELA LONGO. TRADUIT DE L'ITALIEN PAR ALAIN LERNOULD, ÉDITIONS MIMESIS, MILAN, 348 P.

Mots, maux, dits

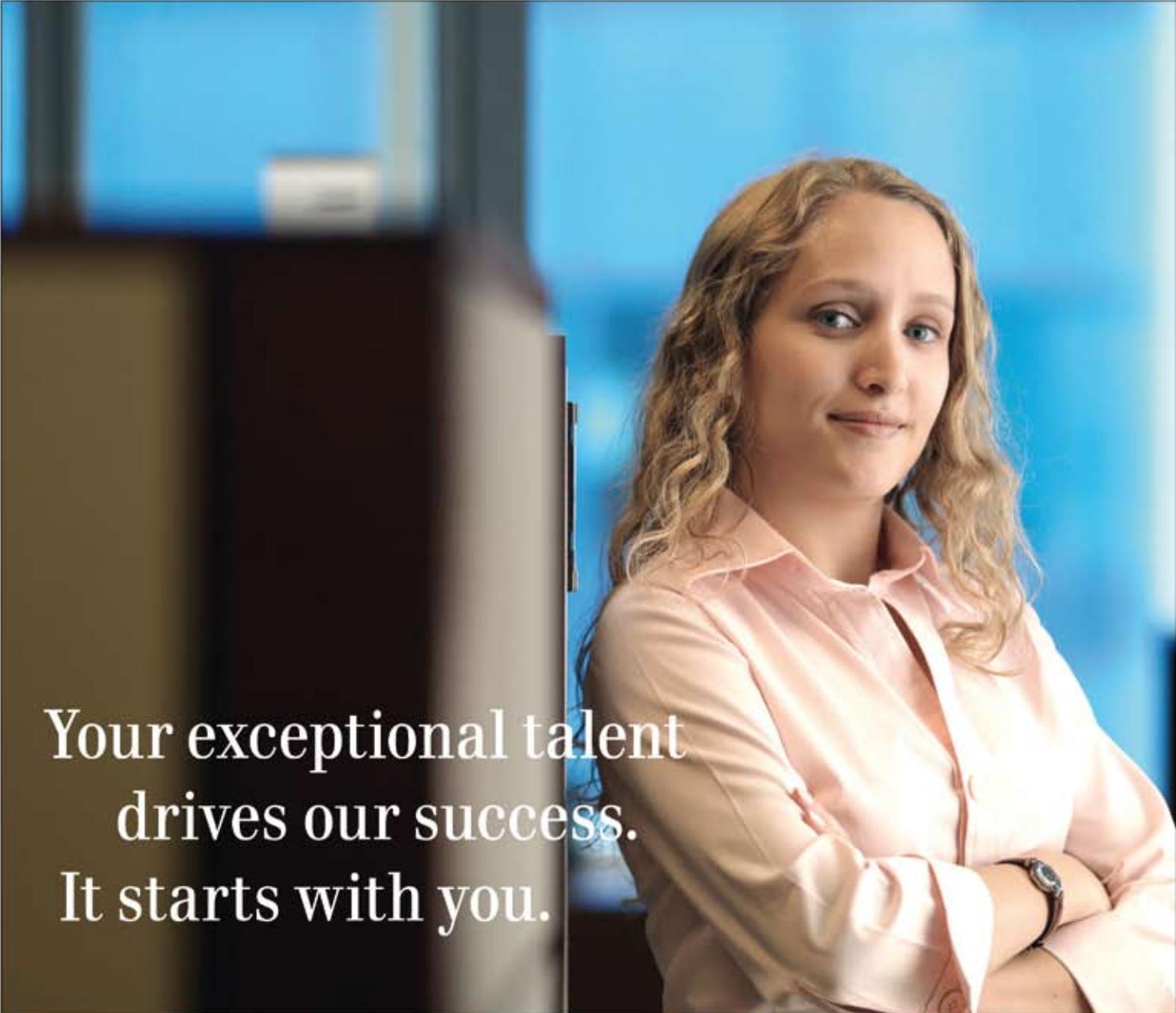
Pour Diderot, le cerveau est un «fromage mou» ou une «araignée dont tous les filets nerveux sont les pattes ou la toile». Loin de constituer le centre de l'organisme,



il s'active comme un interprète et agit en «truchement», écrit l'encyclopédiste. Balzac, lui, use sans ambages du terme «physiologie» comme bon lui semble et l'ap-

plique notamment au lien social qu'il décide de raconter: le mariage. Tandis que des écrivains et des penseurs dérobent à la médecine son lexique ou ses prérogatives de réponses à la question du lieu de l'âme, un savant comme Vésale, qui donna une impulsion nouvelle à l'anatomie, emprunte à Cicéron des éléments prépondérants de sa terminologie. Faut-il toujours séparer ou considérer différemment les traités à portée scientifique des œuvres littéraires? Le divorce est-il consommé depuis l'avènement de la science moderne? Rien n'est moins sûr dans le contexte médical, car le soin passe invariablement par l'exercice du verbe. De là l'intérêt de réunir des recherches portant sur les relations qui lient gens de plume et gens de stéthoscope, influençant les champs sémantiques et théoriques des uns et des autres. **SD**

«LITTÉRATURE ET MÉDECINE. APPROCHES ET PERSPECTIVES (XVI^e – XIX^e SIÈCLES)», ÉTUDES RÉUNIES ET PRÉSENTÉES PAR ANDREA CARLINI ET ALEXANDRE WENGER, ÉD. DROZ, 288 P.



Your exceptional talent
drives our success.
It starts with you.

Your ideas make a difference. At UBS, we believe in creating opportunities for every one of our employees to empower them to excel and realize their potential. We know that the best view could be through your eyes. That is why we value diversity and want to create an environment that encourages different perspectives. As a leading financial firm with offices in over 50 countries, UBS can offer the inspiration you need from all corners of the globe. After all, when you're inspired, we all succeed.

It starts with you: www.ubs.com/graduates

www.ubs.com/graduates

You & Us



BOURSE EUROPÉENNE POUR DEUX CHERCHEURS EN SCIENCES AFFECTIVES

Tania Singer et Gilles Pourtois, deux chercheurs au Pôle national de recherche en sciences affectives, ont chacun décroché une bourse du Conseil européen de la recherche. Ils ont obtenu respectivement 2,4 millions et 1,4 million de francs. Ces sommes permettront aux deux scientifiques de poursuivre leurs travaux pendant cinq ans. Tania Singer développe un projet de recherche sur les mécanismes neuronaux hormonaux et psychologiques qui régissent les comportements sociaux. Gilles Pourtois étudie le rôle de l'anxiété sur l'attention sélective et la prise de décision. Les deux chercheurs ont été sélectionnés parmi 9000 dossiers de candidature toutes sciences confondues. Ces bourses du Conseil européen de la recherche ont été créées en février 2007 pour soutenir les jeunes chercheurs européens.

STAGE D'ÉTÉ POUR JEUNES PHYSIENNES

MaNEP, le pôle de recherche national sur les nouveaux matériaux de l'UNIGE, offre aux étudiantes en physique de 3^e et 4^e année la possibilité d'effectuer un stage d'un mois au sein d'un groupe de recherche du pôle. Les candidatures doivent être soumises avant le 30 juin 2008. Un soutien financier est alloué aux candidates sélectionnées. Les stages ont lieu entre juillet et septembre (www.manep.ch/aow).

CRÉATION D'UNE SOCIÉTÉ SUISSE DE SEXOLOGIE À GENÈVE

Inaugurée en février dernier à Genève, la Société suisse de sexologie vise à promouvoir le développement de la sexologie en Suisse, à clarifier l'offre dans ce domaine et à défendre une approche à la fois scientifique et humaniste répondant à des standards de soins élevés en accord avec le concept de santé sexuelle promulgué par l'OMS. Présidée par le Dr Francesco

Bianchi-Demicheli, *privat docent* au sein de la Faculté de médecine et médecin responsable de la consultation de gynécologie psychosomatique et sexologie (CGPS) aux Hôpitaux universitaires de Genève, elle regroupe des professionnels de la santé issus de différentes spécialisations médicales (psychiatrie, gynécologie, urologie, chirurgie plastique).

PROFESSEURS BOURSIERS: CINQ NOUVEAUX BÉNÉFICIAIRES À GENÈVE

En février 2008, 36 jeunes chercheuses et chercheurs ont été retenus par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS) pour bénéficier d'un subside de professeur boursier. Ces derniers seront actifs dans huit universités cantonales et dans les deux EPF. Cinq d'entre eux sont basés à l'Université de Genève. Il s'agit de Alan Carleton (Faculté de médecine), Markus Müller (Faculté des sciences), Gilles Pourtois (Pôle en sciences affectives), Francesca Prescendi Morresi (Faculté des lettres) et Tatiana Smirnova-Nagnibeda (Faculté des sciences). Un soutien d'un montant moyen de 1,4 million par personne, réparti sur quatre ans, donnera à ces jeunes chercheurs hautement qualifiés la possibilité de constituer une équipe et de lancer leur propre projet. Les bénéficiaires de ces subsides profitent ainsi d'une bonne position de départ pour la suite de leur carrière.

LES ARCHIVES DE L'UNIGE EN LIBRE ACCÈS

En 2006, l'Université a entrepris de sauvegarder un certain nombre de cours enregistrés depuis les années 1970. Accessible depuis le serveur audiovisuel Mediaserver (<http://mediaserver.unige.ch/>), une grande partie de ces archives institutionnelles est disponible en accès libre, sans limitation à la seule communauté universitaire genevoise, depuis janvier 2008. Destiné à faciliter l'accès au savoir pour tous et à valoriser la production universitaire, le dispositif permet de réentendre les voix de quelques grandes figures comme Jean Starobinski ou Michel Butor. Mediaserver propose également divers types de documents audiovisuels produits par l'Université, tels que des cours récents, des conférences ou des documentaires enregistrés sur les différents sites de l'Université.

Impressum

CAMPUS

Université de Genève
Presse Information Publications
Rue Général-Dufour 24 – 1211 Genève 4
campus@presse.unige.ch
www.unige.ch/presse/

SECRETARIAT, ABONNEMENTS

T 022/379 77 17
F 022/379 77 29

RESPONSABLE DE LA PUBLICATION

Didier Raboud

RÉDACTION

Vincent Monnet / Anton Vos /
Guillaume Mandicourt

CORRECTRICE

Samira Payot

DIRECTION ARTISTIQUE ET GRAPHISME

adb Atelier Dominique Broillet
Chatty Ecoffey

IMPRESSION

Atar Roto Presse, Vernier

PUBLICITÉ

Go! Uni-Publicité SA
Rosenheimstrasse 12
CH-9008 St-Gall/Suisse
T 071/244 10 10
F 071/244 14 14
info@go-uni.com

Campus est membre du Swiss Science Pool – www.swiss-science-pool.com

Reprise du contenu des articles autorisée avec mention de la source. Les droits des images sont réservés.

SCIENCES

Borloz, Aline

Detection of active compounds against Alzheimer's disease and phytochemical investigation of «Huperzia selago» (L.) Schrank et Martius (Lycopodiaceae)
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3847
Directeur de thèse: Professeur Kurt Hostettmann

Bossi-Küpfer, Mara

Approches moléculaires à l'étude des relations entre potentiel pathogénique et taxonomie du genre bactérien «Aeromonas»
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3887
Directeur de thèse: Professeur Raffaele Peduzzi, professeur associé

Bugey, Aurélie

Utilisation de phases stationnaires monolithiques pour l'analyse de benzodiazépines dans les matrices biologiques: de la préparation de l'échantillon à l'analyse par LC-MS
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3899
Codirecteurs de thèse: Professeur Jacques Buffle, Docteur Christian Staub, privat-docent

Capelle, Martinus A.H

High throughput formulation of biopharmaceuticals
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3833
Directeur de thèse: Professeur Robert Gurny; codirecteur: Professeur Tudor Arvinte, professeur suppléant

Carcione, Lucia

Sedimentology, biostratigraphy and mineralogy of the Lercara formation (Triassic, Sicily) and its palaeogeographic implications
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3841
Directrice de thèse: Docteur Rossana Martini; codirectrice: Professeure Louissette Zaninetti, professeure honoraire

Cavin, Anne-Laure

Contribution à la connaissance taxonomique et chimique de fruits africains du genre «Detarium» (Fabaceae-Caesalpinioideae): «D. microcarpum» Guill. et Perr. et des formes comestibles et toxiques de «D. senegalense» J.F. Gmel.
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3838
Directeur de thèse: Professeur Kurt Hostettmann
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/CavinA-L/meta.html

Crettol, Séverine

Pharmacogenetic studies on methadone and immunosuppressive drugs
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3854
Codirecteurs de thèse: Professeur Pierre-Alain Carrupt, Docteur Chin B. Eap, privat-docent (Université de Lausanne)

Dudek, Peter

Molecular basis of estrogen receptor α activation by cAMP-dependent protein kinase
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3835
Directeur de thèse: Professeur Didier Picard

Desideri, Jocelyne

L'Europe du 3^e millénaire avant notre ère et la question du Campaniforme: histoire des peuplements par l'étude des traits non métriques dentaires
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3905
Directrice de thèse: Professeure Marie Besse, professeure adjointe; codirecteur: Professeur André Langaney

Falciola, Caroline A.

Copper(I)-catalyzed asymmetric allylic alkylation
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3896
Directeur de thèse: Professeur Alexandre Alexakis

Fiore, Julien

Quaternary subglacial processes in Switzerland: geomorphology of the Plateau and seismic stratigraphy of Western

Lake Geneva

Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3815
Directeur de thèse: Professeur Georges Gorin; codirecteur: Professeur Walter Wildi
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/FioreJ/meta.html

Glauser, Dominique

Patterns d'expression des gènes dans la cellule β du pancréas: rôle des gènes de réponse précoce dans l'intégration temporelle des stimuli métaboliques
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3848
Codirecteurs de thèse: Professeur Jean-Claude Martinou, Professeur Werner Schlegel
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/GlauserD/meta.html

Gorteau, Virginie

Regulated transport with synthetic ion channels and pores: anion selectivity, ligand gating and blockage
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3892
Directeur de thèse: Professeur Stefan Matile
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/GorteauV/meta.html

Gutzwiller, Céline

Droit de la nationalité et fédéralisme en Suisse
Th. Univ. Genève, 2006;
Sc. 3745
Codirecteurs de thèse: Professeur Michel Hottelier, Professeur François Bellanger

Halder, Matthäus Maximilian

Quantum communication with photonic entanglement
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3871
Directeur de thèse: Professeur Nicolas Gisin

Heckmann, Angélique

Characterization of the wasting and kidney diseases developed in the CD₄C/HIV transgenic mouse model
Th. Univ. Genève, 2004;
Sc. 3508
Directeur de thèse: Professeur Denis Duboule; codirecteur: Docteur Yves Sagot

Iaych, Kacem

Statistical tests opposing Poisson distributions and modified Poisson distributions
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3911
Directeur de thèse: Professeur Franz Streit, professeur honoraire

Janvier, Bruno

Toward automatic semantic multimedia structuring and retrieval
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3882
Directeur de thèse: Professeur Thierry Pun; codirecteur: Docteur Stéphane Marchand-Maillet

Laroche, Fabrice

Caractérisation de Tab1, un facteur d'origine nucléaire impliqué dans la traduction de l'ARN de «psaB» du chloroplaste de «Chlamydomonas reinhardtii»
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3675
Directeur de thèse: Professeur Jean David Rochaix

Levy de Castro, Francisco Giorgio

Scanning tunneling spectroscopy on Bi₂Sr₂CaCu₂O₈+delta and Bi₂Sr₂Ca₂Cu₃O₈+delta
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3860
Directeur de thèse: Professeur Øystein Fischer

Lovis, Christophe

Recherche de systèmes planétaires aux limites de la spectroscopie Doppler
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3891
Directeur de thèse: Professeur Michel Mayor

Lucken-Ardjomande, Safa

Roles of lipids in the process of bax activation
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3870
Directeur de thèse: Professeur Jean-Claude Martinou

Marino, Mathieu

Long-term effects of perinatal hypoxia on potassium channels of pulmonary artery smooth muscle cells
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3894
Directeur de thèse: Professeur Jean-Louis Bény; codirecteur: Docteur Jean-François Tolsa (CHUV)

Martins de Souza, Cleiton

Multiple functions of sterols in yeast «S. cerevisiae»
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3889
Directeur de thèse: Professeur Howard Riezman

Masson, Frédéric

Understanding the priming and effector phases of brain tumor immunity: roles of brain antigen-presenting cells and tumors in CD8 T-cell programming
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3884
Directeur de thèse: Docteur Paul R. Walker; codirecteur: Professeur Jean-Claude Martinou

Mattenberger, Yves

Mitochondrial fusion: mechanisms and physiological roles
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3827
Directeur de thèse: Professeur Jean-Claude Martinou

Mercanti, Valentina

Membrane sorting in the endocytic pathway
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3875
Directeur de thèse: Professeur Pierre Cosson; codirecteur: Professeur Jean-Claude Martinou

Métraiier-Ruchonnet, Isabelle

The role of Bcl-2 in hypoxia-induced cell death
Th. Univ. Genève, 2007;
Sc. 3876
Directrice de thèse: Professeure Constance Barazzzone-Argiroffo; codirecteur: Professeur Jean-Claude Martinou

Moretti, Loris

Exploring structure and plasticity of tyrosine kinase domains for drug discovery

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3904

Codirecteurs de thèse: Professeur Leonardo Scappozza, Professeur Stefano Moro (Università degli studi di Padova) www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/MorettiL/meta.html

Mukhopadhyay, Debdyuti

Function and regulation of long chain bases in «Saccharomyces cerevisiae»

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3902

Directeur de thèse: Professeur Howard Riezman

Negrini, Simona

Analysis of the recruitment of telomeric factors to a DNA double strand break in «Saccharomyces cerevisiae»

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3880

Directeur de thèse: Professeur David Shore

Nguyen, Dao Thu-Trang

Analyses rapides et ultra-rapides en chromatographie liquide: application aux composés pharmaceutiques

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3862

Directeur de thèse: Professeur Jean-Luc Veuthey; codirecteur: Docteur Serge Rudaz www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/NguyenDTT/meta.html

Nguyen, Phi Hung

Numerical simulations of the Lattice Boltzmann method for determination of hydrodynamic properties of fractal aggregates

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3877

Directeur de thèse: Professeur Bastien Chopard, professeur adjoint; codirecteur: Docteur Serge Stoll www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/NguyenPH/meta.html

Oukarroum, Abdallah

Vitalité des plantes d'orge («Hordeum vulgare» L.) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3878

Directeur de thèse: Professeur Reto J. Strasser www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/OukarroumA/meta.html

Perréard Lopreno, Geneviève

Adaptation structurelle des os du membre supérieur et de la clavicle à l'activité: analyse de l'asymétrie des propriétés géométriques de sections transverses et des mesures linéaires dans une population identifiée (collection SIMON)

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3845

Directeur de thèse: Professeur Alain Gally, professeur honoraire; codirectrice: Professeure Marie Besse, professeur adjoint

Petitjean, Cyril

Quantum reversibility, decoherence and transport in dynamical systems

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3861

Directeur de thèse: Professeur Markus Büttiker; codirecteur: Professeur Philippe Jacquod www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/PetitjeanC/meta.html

Ruser, Marcus

Dynamical Casimir effect: from photon creation in dynamical cavities to graviton production in braneworlds

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3903

Directrice de thèse: Professeure Ruth Durrer www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/RuserM/meta.html

Schmitz, Patrick

The phylogeny and biogeography of an insular endemic moth radiation: the genus «Galagete» (Lepidoptera: Autostichidae) from the Galapagos Islands

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3855

Codirecteurs de thèse: Professeur Jan Pawlowski, Docteur Bernard Landry www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/SchmitzP/meta.html

Sinniger, Frédéric

Phylogénie et écologie moléculaires de l'ordre Zoantharia (Cnidaria: Hexacorallia)

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3866

Directeurs de thèse: Professeure Louise Zannetti, professeure honoraire, Docteur Jean-Pierre Féral (Université d'Aix-Marseille 2); codirecteurs: Professeur Jan Pawlowski, Docteur Pierre Chevaldonné (Université d'Aix-Marseille 2)

Sonderegger, Bernhard Pascal

The anàtaxis phylogenetic reconstruction algorithm

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3863

Directeur de thèse: Professeur Bastien Chopard, professeur adjoint; codirecteur: Docteur Gabriel Bittar www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/SondereggerBP/meta.html

Surzycki, Raymond Jan

A chloroplast inducible gene expression system based on the Nac2 nucleus-encoded RNA stability factor in the green alga «Chlamydomonas Reinhardtii»

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3868

Directeur de thèse: Professeur Jean-David Rochaix

Torriani, Daniele Simone

Risk analysis of climate change impact on the productivity of selected cereals in Switzerland

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3881

Directeur de thèse: Professeur Martin Beniston; codirecteurs: Professeur Walter Wildi, Professeur Juerg Fuhrer www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/TorrianiDS/meta.html

Ulrich, Serge

Conformations and acid/base properties of an isolated weak polyelectrolyte and in the presence of oppositely charged nanoparticles: Monte Carlo simulations

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3906

Directeur de thèse: Professeur Michal Borkovec; codirecteur: Docteur Serge Stoll www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/UlrichS/meta.html

Vargas Prada, Angélica María

Modulation of photodynamic vascular effects of porphyrin-loaded biodegradable nanoparticles: formulation parameters and administration issues evaluated in the chick embryo chorioallantoic membrane (CAM)

Th. Univ. Genève, 2007;

Sc. 3842

Directeur de thèse: Professeur Robert Gurny; codirectrice: Docteur Florence Delie-Salmon

MEDECINE**Amann, Pauline**

Réduction du stress oxydatif par l'allopurinol chez les patients atteints de cirrhose: une piste à suivre?

Th. Univ. Genève, 2007;

Méd. 10523

Directeur de thèse: Docteur Laurent Spahr, privat docent www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/AmannP/meta.html

Antille, Christophe

Rétinoides et caroténoïdes: métabolisme dans la peau humaine après application topique et rôle dans la photoprotection

Th. Univ. Genève, 2007;

Méd. 10510

Directeur de thèse: Professeur J.-H. Saurat

www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/AntilleC/meta.html

Benbachir Hassani, Nacer

Evaluation colorimétrique in-vitro de l'efficacité de nouveaux produits de blanchiment

Th. méd. dent. Genève, 2007; Méd. dent. 655

Directeur de thèse: Docteur Didier Dietschi, privat-docent

Bischoff, Loraine

Characterization of IL-1 receptor antagonist expression by hepatocytes in vivo [Caractérisation de l'expression de l'antagoniste du récepteur de l'IL-1 dans les hépatocytes in vivo]

Th. Univ. Genève, 2007;

Méd. 10521

Directeur de thèse: Professeur Cem Gabay, professeur adjoint

Bortolotto, Tisiana

Restaurations proximales type «slot» en composite direct et inlays CAO/FAO fabriqués au fauteuil: adaptation marginale

Th. Univ. Genève, 2007;

Méd. dent. 653

Directeur de thèse: Professeur Ivo Krejci

Botteron, Sebastien

La fonction et la morphologie dento-faciale dans la Dystrophie Musculaire de Duchenne

Th. Univ. Genève, 2007;

Méd. dent. 657

Directeur de thèse: Professeur Stavros Kiliaridis www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/BotteronS/meta.html

Coulon, Geraldo de

Arthrodèse de la colonne avec ou sans fixation du bassin oblique chez l'enfant neurologique et révision de la physiopathologie et du traitement de la scoliose neuromusculaire

Th. Univ. Genève, 2007;

Méd. 10500

Directeur de thèse: Professeur André Kaelin www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/deCoulonG/meta.html

Ditisheim, Saskia Isabel

Troubles du sommeil chez les enfants présentant un Trouble Déficit d'Attention avec/sans Hyperactivité: analyse polysomnographique et spectrale
Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10518

Directeurs de thèse: Docteur Charles-Antoine Haenggeli, Docteur Emilia Sforza
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/DitisheimSI/meta.html

Doelker Bugnet, Laurence Muriel

Production et clairance des dimères de pyrimidine après irradiation UV de la peau traitée par inhibiteurs de la calcineurine et corticoïdes topiques chez des sujets atopiques et sains
Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10517

Directeurs de thèse: Docteur Jann Lübbe, Professeur Jean-Hilaire Saurat

Elsherif, Hossam S.

Facteurs pronostics dans le traitement chirurgical de la rhinosinusite chronique
Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10519

Directeur de thèse: Professeur Jean-Silvain Lacroix
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/ElsherifHS/meta.html

Ernandez, Thomas

Facteurs de risque d'échec précoce des fistules artério-veineuses en hémodialyse
Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10520

Directeur de thèse: Professeur Pierre-Yves Martin, professeur adjoint
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/ErnandezT/meta.html

Garavaglia, Guido

Fiabilité des radiographies de stress pour l'évaluation des lésions postérieures de genou = [Accuracy of stress radiography techniques in grading isolated and combined posterior knee injuries]

Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10515

Directeurs de thèse: Professeur Daniel Fritschy, Docteur Jacques Ménétreay, privat-docent

Guanella, Raphaël

Modulation du transport ionique transbronchique par les facteurs de virulence de pseudomonas aeruginosa

Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10516

Directeur de thèse: Professeur Thierry Rochat
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/GuanellaR/meta.html

Jacot-Sadowski, Isabelle

Prévention en médecine de premier recours: établissement d'un protocole de prévention pour le dossier médical

Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10514

Directeur de thèse: Professeur Hans Stalder
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/JacotSadowski/meta.html

Lehmann, Michael

Sauvetage hélicoptère médicalisé en Suisse: une étude épidémiologique rétrospective de 15 ans d'activités de la Garde aérienne suisse REGA [Helicopter Emergency Medical Service in Switzerland: a retrospective epidemiological 15 year analysis of Swiss Air Rescue REGA activities]

Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10522

Directeur de thèse: Professeur Roberto Malacrida
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/LehmannM/meta.html

Schwok-Bionda,**Claire-Lise**

Louis Bréa
Th. Univ. Genève, 1991;
L. 327

Directeur de thèse: Professeur Marcel Röthlisberger

Wormus, Raphaëlle

Influence d'une désinfection à l'ozone sur l'adhérence à l'email et à la dentine de deux systèmes adhésifs

Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. dent. 658

Directeur de thèse: Docteur Serge Bouillauguet, privat-docent, maître d'enseignement et de recherche

Publicité

Thank God it's Monday!

Ready for a career at Dell? Then prepare to bring your biggest ideas to the table. We stay a step ahead of the competition by realizing that inspiration can strike at any time – and by knowing what to do when it does.

Careers at Dell. Consider the Possibilities.
www.dell.ch/careers

Philippe Lapertosa, with Dell since 2004.

DELL™
Consider the Possibilities

CCC

**programme MA de recherche
critical curatorial cybermedia**

candidatures 2008 – 2009

un programme transdisciplinaire qui fonde sa pratique sur la pensée politique, les théories postcoloniales et de genre, l'art des réseaux et la culture Internet. une faculté composée d'artistes et de théoricien-ne-s internationaux. un programme bilingue (anglais/français) qui s'adresse à des artistes, intellectuel-le-s, activistes, et à toute personne ayant une expérience dans les domaines culturel, artistique et politique.
documentation sur demande

**date limite de l'inscription: 2 mai 2008
interview des candidats retenus: 28 mai 2008**

Programme MA de recherche
CCC – critical curatorial cybermedia
Tél. 0041 22 388 58 81/2 – ccc@ccc-programme.org
www.ccc-programme.org – www.cyberaxe.org

Haute école d'art et de design Genève
15, bd James-Fazy – CH-1201 Genève
Tél + 41 (0)22 388 51 00 – Fax + 41 (0)22 388 58 01
info.head@hesge.ch – www.hesge.ch/head/

Zacharia, André

Evaluation précoce de la maturation cérébrale chez des enfants prématurés et des enfants nés à terme à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique
Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. 10509
Directeurs de thèse: Professeure Petra S. Hüppi, Docteur Karl-Olof Löfblad, privat docent
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/ZachariaA/meta.html

Zaher, Charles-Antoine

Intérêt pour la parodontologie et préférences pour le traitement des récessions gingivales localisées: un sondage auprès des dentistes suisses
Th. Univ. Genève, 2007;
Méd. dent. 656
Directeur de thèse: Professeur Andrea Mombelli
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/ZaherC-A/meta.html

LETTRES**Ahrens, Maya**

Le livre des Rois dans les Bibles moralisées et les vitraux de la Sainte-Chapelle
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 626
Directeur de thèse: Professeur Yves Christe

Bellon-Méguelle, Hélène

Du Temple de Mars à la Chambre de Vénus: le beau jeu courtois dans les Voeux du paon de Jacques de Longuyon
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 627
Directeur de thèse: Professeur Charles Méla; codirecteur: Monsieur Olivier Collet, Maître de l'enseignement et de la recherche

Challandes, Laure

«L'âme a-t-elle un sexe?»: formes et paradoxes de la distinction sexuelle dans l'oeuvre de Jean-Jacques Rousseau
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 617
Directeur de thèse: Professeur Alain Grosrichard

Durrleman, Stephanie

The syntax of Jamaican creole: a cartographic perspective
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 621
Directeur de thèse: Professeur Luigi Rizzi

Fakheri Sabounchi, Mahtab

Formas y estructuras de algunos relatos breves religiosos
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 635
Directeur de thèse: Professeur Carlos Alvar

Grenon, Pierre

On relations
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 639
Directeur de thèse: Professeur Kevin Mulligan; codirecteur: Professeur Barry Smith (University of New York, Buffalo)

Junod-Sugnaux, Danielle

La réception des artistes représentant les nouvelles tendances de l'art français aux Etats-Unis après la Seconde Guerre mondiale (1945-1962)
Th. Univ. Genève, 2006;
L. 609
Directeur de thèse: Professeur Michaël Zimmermann (Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt)

Keller, Philipp

[E]: Formal concepts in a material world, truthmaking and exemplification as types of determination
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 636
Directeur de thèse: Professeur Kevin Mulligan

Kristensen, Stefan

Parole et subjectivité: recherches sur la phénoménologie de l'expression
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 632
Codirecteurs de thèse: Professeure Roberta de Monticelli (Université de Genève-Università degli studi di Milano), Professeur Renaud Barras (Université de Paris 1)

Mollard, Nicolas

Construction d'une identité littéraire moderne à travers la relecture d'une esthétique traditionnelle: Fūryū dans les écrits de Kōda Rohan autour de 1890, avec une traduction de 4 nouvelles et un poème: Fūryūbutsu, O-Fumi-sama o tomurau, Dokushushin, Engaien, Fūjibumi
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 634
Directeur de thèse: Professeur Ninomiya Masayuki
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2007/MollardN/meta.html

Méry Wüthrich, Annik

Etude critique des chapitres dits «supplémentaires» du «Livre des morts» 162 à 167
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 638
Directeur de thèse: Professeur Michel Valloggia; codirecteur: Professeur Pascal Vernus (EPHE, Paris)

Schneider, Luc

Kinds of instances: a logical and metaphysical inquiry into the ontological square
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 637
Directeur de thèse: Professeur Kevin Mulligan; codirecteur: Barry Smith (New York University, Buffalo)

Zufferey, Sandrine

Pragmatique lexicale et métareprésentation: étude théorique et empirique de l'utilisation et de l'acquisition des connecteurs pragmatiques
Th. Univ. Genève, 2007;
L. 643
Directeur de thèse: Professeur Jacques Moeschler; codirectrice: Professeure Anne Rebol (ISC, Lyon)

SES**Boutelitan, Salima**

Stratégie d'innovation et gestion des connaissances: le cas d'une multinationale suisse

Th. Univ. Genève, 2007;
SES 632
Directeurs de thèse: Professeur Jean-Emile Denis, professeur honoraire, Professeur Bernard Morard

Brighenti, Olivier

Power maximization, hegemony and the unipolar international structure
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 644
Directeur de thèse: Professeur Philippe Braillard

Cuomo, Andrea

La concurrence fiscale en Suisse: implication pour le débat sur la concurrence fiscale internationale et recherche empirique sur l'applicabilité de la théorie de Laffer
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 637
Codirecteurs de thèse: Professeure Victoria Curzon-Price, Professeur Xavier Oberson

Escofet, Pierre

Des corps juvéniles chargés de théorie: enquête sociologique à propos de la construction historique d'un «espace de corporéité» de la jeunesse et ses implications «logiques» sur le degré «d'autonomie relative» ou «d'entropie» du système d'enseignement genevois
Th. Univ. Genève, 2006;
SES 622
Directeur de thèse: Professeur Franz Schultheis

Ferrata, Claudio

L'eccezione e la quotidianità: la «fabbrica» del paesaggio nella regione dei laghi e nelle montagne ticinesi
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 627

Directeur de thèse: Ruggero Crivelli, maître d'enseignement et de recherche

Filip, Andrei

The impact of IFRS on the value relevance of earnings: evidence from the emerging market of Romania
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 634

Directeur de thèse: Professeur Bernard Raffournier

Franc, Andrea

Wie die Schweiz zur Schokolade kam: der Kaohandel der Basler Handelsgesellschaft mit der Kolonie Goldküste (1893-1960): Imperialismus oder Entwicklungszusammenarbeit?
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 640
Codirecteurs de thèse: Professeur Bouda Etamad, Professeur Patrick Harries (Université de Bâle)

Gonzalez, Cristian

Analyse coût-bénéfice des projets de protection contre les inondations
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 639
Directeur de thèse: Professeur Fabrizio Carlevaro

Hazan, Pierre

Le développement de la lutte contre l'impunité: une analyse des politiques de châtement et de pardon dans l'après-guerre froide
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 635
Directeur de thèse: Professeur Pierre Allan

Huang, Zhijiang

Three essays on asset pricing and risk management
Th. Univ. Genève, 2007;
SES 636
Directeur de thèse: Professeur Olivier Scaillet



● ● ● **Et si vous découvriez
avec nous le monde
des assurances?**

**Votre entrée internationale
dans le monde des finances.**

Vous disposez d'un bon diplôme universitaire dans le domaine des sciences naturelles, en IT, en droit ou en économie. Nous vous proposons des possibilités de carrière intéressantes chez Zurich – par exemple au sein de notre Global Associate Program, doté d'excellentes perspectives de développement en Suisse comme à l'étranger.

Apportez vos facultés individuelles, vos idées et vos expériences et profitez de la solidarité et des multiples possibilités de l'un des premiers assureurs actifs au niveau mondial. Vous êtes prêt(e) à assumer des responsabilités et à relever des défis?

Alors, prenez dès maintenant votre avenir en main et faites carrière avec le **Global Associate Program** de Zurich.

Intéressé(e)? Vous trouverez des informations détaillées sur le site www.zurich.ch/gap



Università
della
Svizzera
italiana

University of Lugano



MASTERS 25 Avril 2008

master info day - master.unisi.ch

Communication

- Media Management
- Technologies for Human Communication*
- Communication for Cultural Heritage*
- Education and Training
- Public Communication

Economics

- Finance*
- Banking and Finance*
- Management*
- Economics and International Policies

Academy of architecture

- Architecture

Communication and Economics

- Marketing*
- Corporate Communication*
- International Tourism*
- Financial Communication*

Informatics

- Software Design*
- Dependable Distributed Systems*
- Embedded Systems Design*
- Intelligent Systems*
- Applied Informatics*

Institute of Italian Studies

- Italian Literature and Civilisation

* in English

swissuniversity.ch

Informations:
University of Lugano
Service d'orientation
Via Buffi 13, CH-6900 Lugano
Tel. +41 (0)58 666 47 95
orientamento@lu.unisi.ch
www.master.unisi.ch



Khadraoui, Abdelaziz

Composants de méthode pour l'ingénierie des systèmes d'information institutionnels

Th. Univ. Genève, 2007; SES 638

Directeur de thèse: Professeur Michel Leonard

Meunier, Muriel

Analyse économique de la production éducationnelle: le cas de la Suisse

Th. Univ. Genève, 2007; SES 645

Directeur de thèse: Professeur Yves Flückiger

Miguet, Florence

Essays on the political economy of migration

Th. Univ. Genève, 2006; SES 618

Codirecteurs de thèse: Professeur Jaime de Melo, Professeur Tobias Müller
www.unige.ch/cyberdocuments/theses2006/MiguetF/meta.html

Tavaglione, Nicolas

Les inquiétudes du juste: enquête sur la justification politique

Th. Univ. Genève, 2007; SES 648

Directeur de thèse: Professeur William Ossirow

Weinberg, Anna

Quantitative analysis of the situation and development of Russian regions during the transition period

Th. Univ. Genève, 2003; SES 549

Directeurs de thèse: Professeure Gabrielle Antille, Professeur Manfred Gilli

Zeller, Caroline

La titrisation des hypothèques en Suisse: enjeux et problèmes d'évaluation

Th. Univ. Genève, 2006; SES 612

Directeur de thèse: Professeur Pierre-André Dumont

DROIT**Jung, Anne**

Jeremy Bentham et les mesures de sûreté en droit actuel: Suisse et Belgique

Th. Univ. Genève, 2007; D. 782

Directeur de thèse: Professeur Robert Roth

Këllezli, Pranvera

Les mesures correctives dans les cas de concentrations d'entreprises et d'abus de position dominante

Th. Univ. Genève, 2007; D. 784

Directeurs de thèse: Professeur Christian Bovet, Professeur Yves Flückiger

Mangilli, Fabien

Le partenariat de l'Union européenne avec les états et groupements régionaux d'Amérique latine

Th. Univ. Genève, 2007; D. 789

Directrice de thèse: Professeure Christine Kaddous

Ordolli, Stiliano

Histoire constitutionnelle de l'Albanie des origines à nos jours

Th. Univ. Genève, 2007; D. 785

Directeurs de thèse: Professeur Giorgio Malinverni, Professeur Victor Monnier

Richa, Alexandre

Pensions de titres (repos) et autres cessions temporaires

Th. Univ. Genève, 2007; D. 786

Directeur de thèse: Professeur Luc Thévenoz

Rohmer, Sandrine

Spécificité des données génétiques et protection de la sphère privée: les exemples des profils d'ADN dans la procédure pénale et du diagnostic génétique

Th. Univ. Genève, 2004; D. 765

Codirecteurs de thèse: Professeure Dominique Manai, Professeur Robert Roth

FPSE**Bulea, Ecaterina**

Le rôle de l'activité langagière dans les démarches d'analyse des pratiques à visée formative

Th. Univ. Genève, 2007; FPE 383

Directeur de thèse: Professeur Jean-Paul Bronckart

Cattet, Jennifer

L'orientation spatiale chez le chien: exploration des stratégies impliquées dans l'élaboration de la carte cognitive

Th. Univ. Genève, 2005; FPE 356

Directrice de thèse: Professeure Ariane Etienne, professeure honoraire

Juillerat, Anne-Claude

Evaluation cognitive des activités de la vie quotidienne dans la démence de type Alzheimer

Th. Univ. Genève, 2007; FPE 378

Codirecteurs de thèse: Professeur Claude-Alain Hauert, Professeur Martial Van der Linden

Reinhard-Charlesworth, Zarina

Learning styles in international higher education: the influence of culture

Th. Univ. Genève, 2007; FPE 386

Directeur de thèse: Professeur Pierre R. Dasen

IUHEI**Asici, Ahmet Atil**

Three essays on exiting from fixed exchange rate regimes

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 744

Directeur de thèse: Professeur Charles Wyplosz

Christman, Walter

Toward a global partnership: security cooperation in the information age

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 749

Directeur de thèse: Professeur Keith Krause

Diallo, Ousmane

Le consentement des parties à l'arbitrage commercial international

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 732

Directeur de thèse: Professeur Jean-Michel Jacquet

Engelen, Hilde Dominique

The building of the Baltic Sea region: identities and implications

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 742

Directeur de thèse: Professeurs Keith Krause

Graff, Corinne A

Words that bind: case studies in the sociology of multilateral institutions

Th. Univ. Genève, 2006; HEI 722

Directeur de thèse: Professeur David Sylvan

Khanna, Gauri

Economic aspects of water use with applications in agriculture and in health

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 748

Directeur de thèse: Professeur John D.-A. Cuddy, professeur associé

Marinov, Rosen

Competitive pressure in integrating Europe

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 746

Directeur de thèse: Professeur Damien Neven

Qafisheh, Mu'taz

The international law foundations of Palestinian nationality: a legal examination of Palestinian nationality under the British rule

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 745

Directrice de thèse: Professeure Vera Gowlland

Valentine, Claudine

Understanding education reform in South Eastern Europe: the inter-relationships between the enhanced Graz process, OSCE/ODIHR activities and the Stability Pact

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 737

Directeurs de thèse: Professeurs Cédric Dupont et Jussi Hanhimaki

Wipfli, Heather Lynn

Diffusion, norms, and governance: the case of tobacco control

Th. Univ. Genève, 2007; HEI 747

Directeur de thèse: Professeur Keith Krause

Quelle entreprise choisir comme tremplin professionnel?*

Manuela Lipp, PricewaterhouseCoopers St-Gall



Avez-vous une idée claire de l'employeur que vous recherchez? Préférez-vous le N°1 au N°2 ou au N°3? Dans ce cas, PricewaterhouseCoopers est le choix qui s'impose. En tant que leader de l'audit, du conseil juridique et fiscal et du conseil économique, nous accompagnons nos clients sur le chemin de la réussite et faisons de même avec nos collaborateurs. Nous accordons autant d'importance à l'engagement et à la motivation qu'à l'esprit d'équipe et à une excellente ambiance de travail. N'hésitez plus et faites-nous parvenir votre candidature: www.pwc.ch/careers

*connectedthinking

PRICEWATERHOUSECOOPERS 