

Diagnostiquer les pathologies articulaires en 3D

Vu de

Laboratoire de réalité virtuelle
Genève, Suisse



Se promener en trois dimensions dans une articulation en mouvement et anticiper, sur écran, l'impact d'une éventuelle opération : tel est le projet auquel travaillent depuis deux ans huit équipes européennes de scientifiques et d'universitaires fédérées autour du laboratoire de réalité virtuelle (MIRAlab) de l'université de Genève.

Son nom : 3D Anatomical Human. « L'objectif est de reconstruire de façon automatique l'anatomie en mouvement de chaque patient, à partir de données en deux dimensions », explique le professeur Nadia Magnenat-Thalmann. L'idée est d'utiliser les images

obtenues en imagerie par résonance magnétique (IRM) pour reconstruire virtuellement l'intérieur du corps. Le tout à l'aide d'algorithmes spéciaux permettant aux ordinateurs de distinguer les différents éléments qui composent les membres (os, ligament, muscle), afin d'obtenir, tel un puzzle en 3D, leur copie exacte.

Soutenu par Bruxelles à hauteur de 5 millions de francs suisses (plus de 3 millions d'euros) sur trois ans, ce programme devrait constituer une belle évolution dans le milieu médical.

« Nous pourrions ainsi faire une chirurgie adaptée à chacun, comme du sur-mesure », remarque Eric



L'ordinateur distingue les différents éléments du membre. DR

Stindel, membre du conseil scientifique du projet et chirurgien orthopédique à Brest. « De plus, ces

outils sont absolument géniaux pour la formation des jeunes étudiants en médecine, à qui ils permettent de visualiser, voire de simuler des interventions chirurgicales. »

Avant d'arriver à une représentation globale du corps, les chercheurs se sont fixés une première étape : la jambe, pour laquelle ils comptent réaliser un puissant logiciel « de segmentation automatique ». Selon le MIRAlab, sa commercialisation est attendue d'ici cinq ans.

Reste l'étape suivante – la modélisation d'un homme en mouvement. Afin de reproduire le fonctionnement des membres, les chercheurs ont commencé leur étude

sur des animaux. Mais pas seulement : au Grand Théâtre de Genève, vingt-cinq danseuses participent à leurs travaux. Très souples, elles offrent la possibilité de scanner des mouvements extrêmes tels que le grand écart. « Les médecins pourront ainsi détecter à l'avance, et donc prévenir les pathologies fonctionnelles que développent à long terme certains patients, les athlètes par exemple », précise M^{me} Magnenat-Thalmann. Il faudra toutefois attendre encore dix ou vingt ans, affirment les scientifiques, avant que notre « double » virtuel en trois dimensions intègre le dossier médical de chacun. ■

GAËLLE LE GARREC

La fin de l'incertitude paternelle

Enquête. Interdit en France, le marché des tests ADN de filiation explose sur Internet. Si cette pratique se banalise, les risques ne seront pas négligeables pour la paix des familles et l'intérêt des enfants



En cas de conflit entre le père biologique et le père social, le droit devra décider qui l'emporte sur l'autre. RICHARD BAKER/CORBIS

Les couples se rendant à la maternité pour que leur bébé soit mis au monde devront-ils un jour y présenter non pas leurs pièces d'identité mais une goutte de sang ? L'amenagement Mariani de la loi sur l'immigration, qui suggère pour les candidats le recours aux tests ADN au titre du regroupement familial, et qui suscite à raison la polémique, ne représente que la partie émergée, parce que politique, de l'iceberg. Tapez « tests de paternité » sur Internet, via Google, et vous obtiendrez... 2 200 000 entrées ! Un nombre non négligeable d'entre elles vous conduiront sur le site d'un laboratoire étranger, qui vous vantera la qualité de ses analyses. Un marché en pleine expansion dans la sphère privée, dont tout indique qu'il sera, demain, plus florissant encore. Plus libre, peut-être moins cher. Et donc plus employé par tous ceux qui, pour une raison ou une autre, voudront connaître avec certitude leurs liens de filiation biologique.

Le coût actuel d'un test : entre 150 et 400 euros. Fiabilité annoncée : 99,99 %... Ce qui, si le travail est bien fait, est à peu près exact : les empreintes génétiques sont si discriminantes que la paternité, si le père présumé est le père biologique, sera supérieure à 99,95 %, alors qu'elle sera de 0 % s'il ne l'est pas.

Aux Etats-Unis, plus de 250 000 tests de paternité sont ainsi effectués chaque année. En France, où la réglementation reste très contraignante, cette pratique est interdite en dehors des procédures judiciaires. Mais la loi ne peut rien contre les dizaines de laboratoires suisses, anglais, allemands ou néerlandais qui, via Internet, proposent leurs services. Et ce sont désormais des milliers d'hommes qui, cha-

que année, leur envoient discrètement, depuis la France, un Coton-Tige ou un buvard imprégné de salive, accompagné d'un ongle ou d'un cheveu de leur enfant, afin de vérifier s'ils en sont bien le père biologique (*Le Monde* du 9 novembre 2006).

Leur motivation ? Selon les rares et contradictoires études menées dans ce domaine, les « fausses paternités » constitueraient entre 0,8 % et... 30 % des déclarations de naissance. Des chiffres à prendre avec une extrême prudence, mais propices à justifier les soupçons d'infidélité, à aviver les querelles autour des pensions alimentaires ou des héritages... et à chercher la réponse à ses doutes dans l'ADN. Mais que faire ensuite de cette connaissance ? Quelles retombées aura-t-elle pour les enfants, pour leurs familles ? Pour Jean-Jacques Cassiman, directeur du Centre de génétique humaine de l'université de Louvain (Belgique), les conséquences de cet accès croissant à la vérité biologique risquent bien d'être au diapason de « la paix de l'esprit » et de « la fin des troubles émotionnels » promis par certaines entreprises commerciales.

« Si problème il y a, le recours aux tests ADN ne fera que le déplacer, voire l'amplifier », affirme ce chercheur de réputation internationale, qui se dit « résolument contre » la banalisation sans contrôle de cette pratique. Il ne croit pas cependant que ces tests vont connaître un succès croissant, si ce n'est dans les pays où la réglementation en interdit l'usage. « Dans notre centre, les demandes ont été en augmentation pendant des années, mais elles atteignent maintenant une sorte de saturation », affirme-t-il. Un optimisme que ne partage pas Sophie Marinopoulos, psychologue et psychanalyste à la maternité du CHU de Nantes, qui craint que le lien biologique,

dans le futur, soit au contraire de plus en plus valorisé. « Dans une société anxieuse comme la nôtre, qui ne sait plus très bien définir ce qu'est la famille, il peut être tentant de chercher son identité à travers son ADN, remarque-t-elle. Le problème, c'est que ce n'est pas l'appartenance biologique qui fait la filiation... » Aujourd'hui moins encore qu'hier, et demain sans doute moins encore qu'aujourd'hui.

Comment, en effet, concilier cette soif de transparence biologique et les évolutions que vont continuer de connaître les structures familiales ? Alors que coexistent familles recomposées et homoparentales, mais aussi adoptions et technologies de la procréation assistée (don de sperme, transfert d'embryon, mères porteuses), quel poids symbolique et juridique auront ces tests génétiques ? Président du Comité consultatif national d'éthique, le docteur

EMPREINTES GÉNÉTIQUES

Mise au point par le Britannique Alec Jeffreys dans les années 1980, la technique des « empreintes génétiques », ou test ADN, repose sur deux constats. Le premier : la séquence globale du support de l'hérédité est unique à chaque individu, exception faite des vrais jumeaux. Le second : les séquences seront d'autant plus proches entre deux personnes que celles-ci sont étroitement apparentées.

Les informations que livrent les tests ADN, à partir d'un cheveu, d'une goutte de salive ou de sang, sont d'autant plus précises que ceux-ci sont menés sur des fragments de génome bien particuliers : les fameuses « empreintes », connues pour être hypervariables d'un individu à l'autre.

Didier Sicard redoute lui aussi que l'accès libre à ces tests ne survalorise la paternité biologique. « La paternité sociale a pour avantage d'être complexe, ouverte, multiple, de permettre à la société de faire "comme si", et de contourner la réalité humaine dans ce qu'elle a de plus trivial », estime-t-il. « Si le recours à ces tests se banalise, la filiation biologique risque de prendre une importance démesurée. Alors qu'elle est parfois tellement pauvre, dans les faits, par rapport à la filiation sociale... »

En cas de conflit entre plusieurs « pères », lequel alors l'emportera sur l'autre ? Celui qui a conçu l'enfant ? Ou celui qui a créé des liens sociaux avec lui et participé à son éducation ? Et quels garde-fous imaginer, pour éviter de livrer cette question au seul marché Internet ? Dans ce domaine, le droit aura sans aucun doute un rôle majeur à jouer. Saura-t-il, à l'échelle nationale ou internationale, renforcer la filiation sociale, afin de protéger les intérêts de l'enfant ? L'accès libre aux tests de paternité pourrait alors ne pas avoir que des retombées négatives.

« En cas de séparation et de garde de l'enfant, le recours possible aux tests de paternité, par son existence même, pourrait légitimer les pères dans leurs sentiments et dans leurs droits. Le test de paternité, c'est comme un accès direct à l'enfant, qui ne passerait plus par le regard de la mère », résume Eric Verdier, psychologue à la Ligue française pour la santé mentale. A cela près que ce test, demain, pourra également se faire in utero. Grâce à la présence des cellules fœtales circulant dans le sang maternel, on pourra bientôt l'effectuer avant le troisième mois de gestation. Verrons-nous alors des mères choisir de garder ou non leur bébé selon le père que désignera le test ? ■

CATHERINE VINCENT

Prototype

Quand les robots se « reproduiront » à l'infini

A BORD du vaisseau spatial *Neptune 11* en route pour Mars, l'équipage observe avec anxiété, sur écran, la réplique des microrobots dont dépend sa mission. Pour réparer la panne qui perturbe le circuit de recyclage de l'air, la fabrication sur place d'ouvriers spécialisés est indispensable. L'ordinateur de bord s'est chargé de leur conception. Sous les yeux des astronautes, les robots s'autofabriquent avant de se démultiplier... Une perspective que les « molécubes » de Victor Zykov, chercheur d'origine russe travaillant au laboratoire de synthèse informatique de l'université Cornell (Etats-Unis), préfigurent déjà.

Vitax pour les longues missions spatiales, ces robots du futur pourraient trouver des applications dans la vie courante. Ces lointains héritiers des Lego permettraient de dédoubler ou d'autoréparer automatiquement toutes sortes d'objets usuels à partir de composants élémentaires. Victor Zykov estime toutefois qu'il faudra patienter au moins quelques dizaines d'années avant que de telles créations se répandent dans notre quotidien.

Pour l'instant, ses prototypes se caractérisent par leur extrême simplicité. Du moins en apparence. En fait, ces empilements de 4 cubes font preuve d'une remarquable agilité. Grâce à leurs articulations motorisées, ils se tordent, se courbent, se vrillent, s'allongent sur le sol. Avec un seul but : atteindre des cubes isolés placés à proximité. Ces derniers s'intègrent à la structure, les 4 composants de départ deviennent 5, 6, 7 puis 8... Et le robot se scinde en deux parties de 4 cubes, formant ainsi deux clones. Et ainsi de suite... Jusqu'à l'infini ? « Seulement s'ils disposent d'une source d'énergie et de nouveaux cubes à leur portée », précise le chercheur, répondant ainsi aux craintes qu'engendre la perspective de machines se répliquant jusqu'à échapper à tout contrôle : le sujet du roman *La*



Les « molécubes », très agiles, sont composés de 4 cubes articulés. DR

Proie, de Michael Crichton (Robert Laffont, 2003), dans lequel une gelée grise de nanorobots se répand sur Terre.

Le prochain objectif de Victor Zykov, en marge de la création d'une communauté de passionnés des molécubes (www.molecubes.org), est de faire passer ses robots de l'échelle du centimètre à celle du millimètre, voire du nanomètre. « Cela impose de modifier complètement les méthodes mécaniques et magnétiques que nous utilisons », note-t-il, en ajoutant que plus la taille diminue, plus l'introduction des probabilités dans les programmes de réplique devient complexe. Mais le chercheur l'assure, « ce n'est pas insurmontable ». ■

MICHEL ALBERGANTI