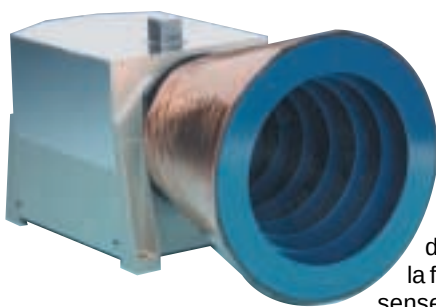




Dès 1975, le Laboratoire pour la propulsion spatiale américain à Pasadena envisage la fabrication des senseurs stellaires à base de matrices CCD. Le premier de ces senseurs vole sur la Navette spatiale dès 1985 et la précision est meilleure que dix secondes d'angle. Toutefois, ces lourds appareils sont incapables d'identifier eux-mêmes les étoiles, d'où la nécessité d'une intervention d'opérateurs au sol ou l'utilisation d'autres instruments de bord.

Rapidement, grâce aux progrès des ordinateurs, on envisage une nouvelle génération de senseurs stellaires, nés du couplage d'un CCD avec un calculateur muni d'une carte du ciel. On agrandit le champ d'observation du senseur afin qu'il observe simultanément plusieurs étoiles, au minimum trois. Le calculateur compare alors les distances entre les étoiles observées à celles qui sont obtenues à l'aide du catalogue embarqué, ce qui permet leur identification et, par suite, le calcul de l'attitude.

Le premier senseur de ce type est mis au point par le laboratoire américain Lawrence Livermore et vole avec succès en 1994 sur la mission expérimentale *Clementine*, validant ainsi le concept. Muni de la fonction *lost in space* («perdu dans l'espace»), ce senseur s'oriente de manière autonome quel que soit l'endroit où il se trouve.

Dès lors, de nombreuses sociétés, notamment européennes, se lancent dans la mise au point de ce type de senseurs. La plupart des produits fabriqués pèsent moins de quatre kilogrammes et consomment moins de 15 watts. La Société française *SODERN* fabrique un senseur *SED16*, qui volera en 2002 à bord du satellite *SPOT 5*. Ses mesures stellaires, combinées avec des mesures gyroscopiques, permettront de localiser les images du sol avec une précision meilleure que 50 mètres.

L'étape suivante ? Des senseurs à base de nouveaux capteurs (*APS*) dont chaque pixel dispose d'une interface de conversion charge/courant. Ainsi, plus besoin de transfert de charge comme c'est le cas avec les CCD, ce qui simplifie beaucoup l'électronique, d'où une réduction de l'énergie consommée et de la taille. La masse d'un senseur stellaire chutera alors à quelques centaines de grammes.

Thomas SCHIRMANN,
Société Astrium, Toulouse

Capilliculture raisonnée

Des chimistes reproduisent la croissance d'une chevelure.

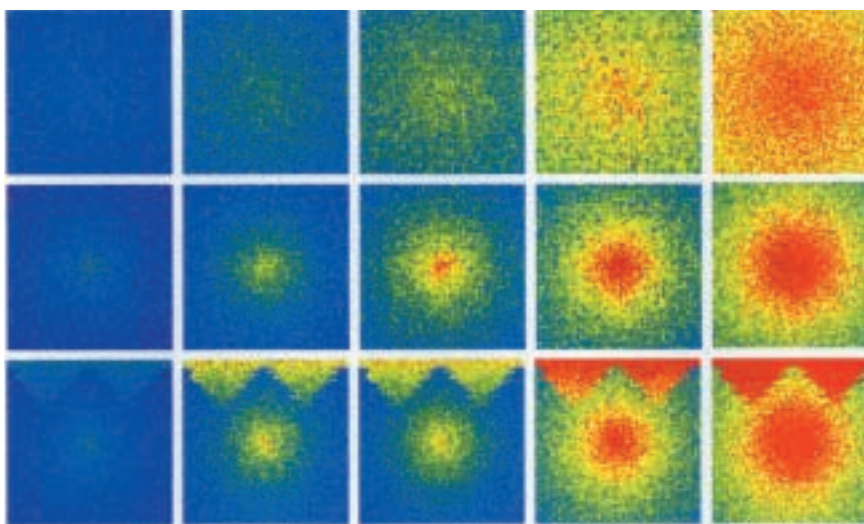
Au cours de notre vie, nos cheveux chutent et repoussent environ 25 fois. La dynamique de ces cycles pileux est imposée par le fonctionnement des follicules. De petits sacs tubulaires, enfouis sous le derme, qui contiennent la base et la racine du cheveu. José Halloy et Albert Goldbeter, deux chimistes et biomathématiciens de l'Université Libre de Bruxelles, et Bruno Bernard et Geneviève Loussouarn de la Société *L'Oréal*, viennent de publier le premier modèle prédictif de la croissance de la chevelure. Ce dernier est fondé sur les données recueillies par des chercheurs de la société pendant dix ans. Régulièrement, on surveillait les follicules de un centimètre carré du crâne de dix volontaires. Il servira à l'étude des effets probables de l'application de molécules préventives de la chute.

Le modèle utilise des automates cellulaires, dont un modèle célèbre est le jeu de la vie : on considère un quadrillage sur lequel sont posés des jetons. La configuration évolue par «génération» successives selon des règles telles que : un jeton naît sur une case quand cette dernière est entourée de trois jetons, à la génération précédente ; ou encore, un jeton meurt quand il est entouré de quatre autres jetons. Le formalisme des automates cellulaires est similaire : un

ensemble d'individus interconnectés évolue d'étape en étape. Lorsque le système passe d'une étape à la suivante, le nouvel état de chaque individu est déterminé par l'application d'une règle de transition.

Dans le cas du réseau folliculaire, les chercheurs ont supposé que chaque «individu» (chaque follicule) est indépendant. Dès lors, la règle de transition qui gouverne l'évolution de chaque automate folliculaire était particulièrement simple : elle découle seulement de la structure du cycle folliculaire, que l'on décompose en trois étapes principales. La première est la phase anagène, une phase de croissance, d'une durée moyenne comprise entre quelques mois et quelques années. La seconde, la phase télogène, est un repos d'une durée moyenne de trois mois. Elle se termine par la chute du cheveu. Puis s'enchaîne une phase de latence de quelques mois. Ces phases sont suivies par la reprise d'un nouveau cycle. La règle de transition stipule seulement qu'un follicule modélisé passe à la phase suivante de son cycle lorsque la phase dans laquelle on se trouve s'est terminée. Or, les observations de 10 000 cycles accomplis par 930 follicules montrent que les durées des trois phases sont très variables. Pour tenir compte de cette variabilité, il fallait introduire une forme de hasard dans le modèle.

Les biomathématiciens font fonctionner leurs automates sur ordinateur. Ils partent d'une population initiale, la font évoluer de mois en mois. Pour cela, ils utilisent un générateur de nombres aléatoires qui modélise la distribution dans la chevelure des durées des trois phases observées par l'entreprise de cosmétique. Le meilleur



Divers motifs d'évolution de la calvitie prédits par le modèle d'automate folliculaire. Fondé sur les données recueillies sur quelque 10 000 cycles folliculaires humains, les simulations que livre ce modèle illustrent comment la calvitie se propage sur 30 ans (en rouge). En haut, le cas de la femme, chez qui la calvitie est toujours diffuse. La deuxième rangée montre le cas d'une perte de cheveux au sommet du crâne. On reconnaît dans la troisième rangée un autre motif de calvitie typiquement masculine.

choix les a conduits à imposer que ce générateur de nombres aléatoires respecte la loi log-normale. Cette cousine de la loi normale inventée par Gauss possède un pic tassé vers 0. Elle ne dépend, elle aussi, que d'une valeur moyenne (durée moyenne de la phase) et d'une variance. Les chercheurs ont obtenu les valeurs de ces deux paramètres à partir des données recueillies par *L'Oréal*.

À chaque itération, les automates folliculaires qui sont parvenus à la fin d'une phase basculent dans la suivante. Le générateur de nombres aléatoires leur affecte alors une nouvelle durée dans leur nouvelle phase. De cette façon, l'ensemble des durées des follicules dans une phase donnée respecte la distribu-

tion log-normale. L'emploi d'un ordinateur permet ainsi de calculer l'évolution d'une chevelure sur plusieurs années... en quelques secondes.

La comparaison des simulations avec le comportement des chevelures réelles confirme que les follicules sont indépendants et asynchrones. Cette caractéristique est l'apanage de notre espèce. Ainsi, le pelage de certains animaux, les chiens, les chevaux, diffère en été et en hiver, ce qui implique que leurs follicules travaillent de concert. La reproduction du phénomène de mue s'obtient en synchronisant les follicules. Dans le cas humain, c'est au contraire la non-synchronisation des follicules qui garantit la présence continue de cheveux.

Toutefois, l'utilité principale de ce modèle est de simuler l'évolution d'un scalp à partir d'un état initial. Une chevelure en bonne santé comporte 70 pour cent de cheveux en croissance et 30 pour cent en train de tomber. Des proportions inverses signifient que la calvitie se propage. Le programme montre en accéléré comment et à quelle rapidité différents types de calvitie s'installent. Ce programme servira aussi à rechercher de nouvelles molécules actives sur la chevelure et à simuler leurs effets. On mesurera d'abord l'effet sur les follicules, d'une application prolongée, et l'on communiquera les mesures au programme afin d'observer comment la chevelure continue à se développer.

Origines et causes des homicides

Le taux de vols par habitant aux États-Unis est égal à celui de la plupart des pays industrialisés. En revanche, la proportion d'homicides y est quatre fois plus élevée qu'en Europe de l'Ouest, sept fois plus grande qu'au Japon. Les origines historiques de tels écarts ne résultent pas d'habitudes prises lors de la conquête de l'Ouest, mais de l'esclavagisme et de la disponibilité des armes de poing. Dans le Sud des États-Unis, pendant la guerre de Sécession, les Blancs maltraièrent les Noirs pour leur imposer le respect. Selon l'historien Roger Lane, le respect demandé aux esclaves a entretenu un «culte de l'honneur» chez les Blancs. Une faute vénielle était brutalement punie. Ces comportements sudistes se transmièrent aux villes du Nord et perdurèrent. Parallèlement, les émigrants originaires de Grande-Bretagne inculquèrent des habitudes néfastes : tout homme libre devait porter une arme pour se protéger des Indiens, des «maudits Français» et des étrangers. En 1840, l'apparition des revolvers *Colt*, plus efficaces, moins chers et facilement dissimulables facilitent les meurtres. Aujourd'hui, plus de 80 pour cent des meurtres résultent de l'usage d'armes de poing. La proportion d'homicides dans les différents pays industrialisés occidentaux est corrélée à la possession d'armes à feu : en Angleterre et en Écosse, où quasiment personne ne

possède une arme, la proportion d'homicides en 1997 n'est que de 1,3 pour 100 000 habitants, alors qu'en Finlande, où le nombre d'armes à feu par habitant est le plus élevé, la proportions d'homicides est de 2,7. La combinaison entre l'acquisition facile des armes et la coutume de les utiliser explique la forte proportion d'homicides aux États-Unis.

Les États-Unis ont connu plusieurs périodes de forte croissance d'homicides : une avant la guerre civile, une deuxième qui culmina en 1920 et la période actuelle où le maximum est atteint en 1980. L'augmentation des homicides pendant la période qui débute en 1960 est corrélée à divers facteurs : augmentation du chômage ; éclatement des familles avec l'augmentation des divorces ; augmentation des naissances hors mariage et consommation accrue de drogues. La diminution des homicides depuis 1991 coïncide avec la diminution de l'usage de cocaïne. D'autres facteurs, dont l'effort de la police pour restreindre le port d'armes et la croissance économique créatrice d'emplois ont joué également un rôle. L'espoir renaît : les Portoricains et les jeunes Noirs consomment moins de drogues et vivent de façon plus classique dans des familles et des communautés unies. Hélas personne ne peut prévoir les effets de l'apparition d'une nouvelle drogue ou d'une dégradation de l'économie.

