

Un nouvel anticoagulant

L'héparine est le plus utilisé des anticoagulants. Après chaque opération chirurgicale, elle est injectée au patient pour diminuer le risque de thrombose. Cette molécule, composée d'une trentaine de sucres, a toutefois des effets secondaires : elle provoque des hémorragies ou la formation de caillots dans les vaisseaux. Maurice Petitou et Jean-Marc Herbert ont mis au point une molécule analogue à l'héparine, mais composée de seulement 17 molécules de sucres. Apparemment dénuée d'effets secondaires, son activité antithrombotique est dix fois supérieure. Les premiers essais cliniques sont prévus en l'an 2000.

Extinction des feux!

Les enfants de moins de deux ans dont la chambre est éclairée pendant la nuit risqueraient plus que les autres de devenir myopes. C'est ce qu'établit une enquête menée auprès des parents de 479 enfants par des ophtalmologues de Philadelphie. Le risque semble d'autant plus grand que la lumière est plus intense : parmi les enfants étudiés, 48 pour cent de ceux qui avaient dormi avec une lumière artificielle étaient devenus myopes, contre seulement 31 pour cent de ceux qui n'avaient subi que la lumière d'une veilleuse, et 9 pour cent de ceux qui avaient dormi dans l'obscurité complète.

Faire la grosse voix

Pourquoi de nombreux oiseaux ont-ils une trachée si longue qu'elle se replie dans l'animal, entre la gorge et le poumon? Quel avantage procure-t-elle? L'ornithologue W. T. Fitch affirme que la trachée joue le rôle de caisse de résonance et que plus elle est longue, plus le son est grave. Un son caverneux est associé à un individu de grande taille : il effraye les prédateurs et aguche les futurs conjoints.



Libertins

Les archéologues, qui restaurent actuellement une fresque mythologique décorant le mur d'une chambre souterraine de la Maison dorée, somptueux palais construit par Néron à Rome, lui ont découvert un caractère libertin : les signatures de Sade et de Casanova. Sade, qui séjourna à Rome en 1772 se serait arrêté au même endroit que Casanova, qui y était, lui, en 1770. Attirés ou inspirés?

sont d'aussi bons chasseurs que leur congénères «intacts». Nous avons équipé d'émetteurs deux mâles aveugles : tous les deux ont réussi à trouver une femelle et à s'accoupler. La perte de la vue n'a pas eu de conséquence détectable sur ces prédateurs.

Dans leur milieu d'origine (le continent), les serpents tigres chassent à vue des amphibiens qui constituent l'essentiel de leur régime alimentaire. Sur Carnac, tout est différent : il n'y a pas le moindre point d'eau, et les amphibiens y sont totalement absents. Les serpents tigres ont su s'adapter à leur nouvel environnement et y survivent malgré la perte soudaine de vision.

Cette performance est liée à la combinaison d'un ensemble de facteurs. Les serpents sont des animaux très plastiques : ils sont capables de tolérer des perturbations physiologiques importantes (par exemple, des jeûnes très longs, plus d'un an parfois) et d'adopter des tailles ou des vitesses de croissance très variables, ce qui leur permet de s'adapter à leur environnement (par exemple, pour s'«ajuster» aux proies disponibles).

Sur Carnac, les proies – des milliers de poussins nichant au sol – sont faciles à capturer. De plus, la densité de serpents facilite les rencontres entre les sexes. Enfin, il n'y a pas de prédateurs, au moins pour les adultes. Dans ces conditions écologiques exceptionnelles, la vue est superflue : les serpents sont de fins limiers, qui utilisent à la fois leur odorat (narines, épithélium olfactif, bulbe olfactif), ainsi que leur système vomeronasal (langue, organe de Jacobson situé dans le palais, bulbe olfactif accessoire).

Ce second système sensoriel (absent chez les oiseaux et chez les mammifères) est extrêmement performant : le serpent compare simultanément les informations chimiques collectées par chaque brin de sa langue bifide, et il s'oriente ainsi avec précision. Les serpents tigres aveugles trouvent facilement leurs proies et leurs partenaires sexuels en suivant des pistes olfactives. Ils étaient bien suréquipés pour les nouvelles conditions de vie.

Curieusement, le nom du serpent tigre, *scutarius*, fait référence à une écaille en forme d'écusson qui est située sur le crâne. C'est la cible principale des becs des mouettes, et l'évolution produira peut-être des serpents munis d'un bouclier faisant office de casque.

Xavier BONNET, Conseil général des Deux-Sèvres, Don BRADSHAW, Université d'Australie occidentale, Richard SHINE, Université de Sydney.

Un très vieil atelier

Il y a 2,3 millions d'années, la taille de la pierre était déjà perfectionnée.

Contrairement au vieil adage selon lequel «l'outil fait l'homme», ce dernier n'en a peut-être pas été le premier fabricant : les archéologues ont mis au jour, depuis une vingtaine d'années, des outils taillés il y a 2,6 millions d'années, avant l'apparition probable de la première espèce du genre *Homo*. La découverte récente d'un «atelier de taille» de 2,34 millions d'années bouleverse notre perception de ces premiers tailleurs de pierre, qui ont fait preuve d'un étonnant savoir-faire.

La taille des roches par des groupes d'hominidés, dès la fin de l'ère tertiaire, semble cantonnée à la moitié Nord du Rift Est-africain. Une douzaine de sites y ont été découverts et fouillés. La formation de Hadar, dans le Nord de l'Éthiopie, a livré les plus anciens, datés de 2,6 à 2,5 millions d'années. Dans le bassin du Turkana, les sites de l'Omo, au Sud de l'Éthiopie, et ceux de la formation de Nachukui, au Kenya, sont un peu plus récents : 2,4 à 2,3 millions d'années.

C'est dans la formation de Nachukui que nous avons fouillé, avec nos collègues du Projet archéologique de l'Ouest Turkana, le site de Lokalele 2C, un «atelier de taille» d'environ 20 mètres carrés. L'échelle chronologique régionale, établie à partir de l'empilement des couches de sédiments lacustres et fluviaux et de cendres volcaniques, a permis de dater ce site de 2,34 millions d'années. À cette époque, le bassin du Turkana était traversé par un fleuve où se jetaient des rivières temporaires, issues d'un massif montagneux bordant le bassin, à l'Ouest. C'est dans une ancienne plaine d'inondation, à la confluence d'une de ces rivières et du fleuve, qu'un groupe d'hominidés s'est installé et a taillé la pierre pour en tirer des éclats coupants.

Tous les vestiges de cette activité ont été abandonnés sur place : des nucléus (blocs de matière première dont on tire des éclats), des éclats, des galets et de petits blocs bruts en attente d'être taillés, ainsi que des percuteurs. Environ 60 blocs de roches volcaniques diverses, probablement charriés par les cours d'eau voisins, ont été débités. Les blocs provenant de roches au grain le plus fin ont fourni de longues séries d'éclats (plus d'une trentaine dans certains cas), tandis que les blocs de moins bonne

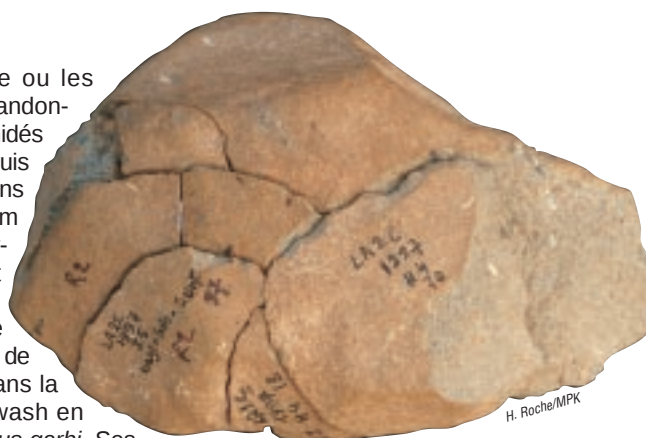
qualité n'ont servi qu'à la production de quelques éclats. Les tailleurs de pierre ont donc exploité de préférence les roches les plus «taillables» et fournissant les éclats aux tranchants les plus acérés.

Grâce à l'exceptionnelle conservation de cet ensemble, nous avons reconstitué la plupart des blocs taillés, dont certains totalement, en recollant les éléments qui en avaient été détachés. Ces remontages offrent la possibilité, unique pour un site aussi ancien, de retracer tout le processus qui va du bloc brut au nucléus abandonné. Le débitage a presque toujours été réalisé selon le même schéma opératoire : tous les éclats sont enlevés de la même face du nucléus, par percussion sur un replat naturel ou préparé. Cette technique exploite judicieusement la forme naturelle des blocs. Tout au long du débitage, des angles de frappe adéquats pour détacher des éclats sont conservés. Ce type de débitage, qui requiert une bonne précision motrice, indique une élaboration technique supérieure à celle que l'on connaissait dans les sites du même âge.

Qui a taillé si astucieusement ces outils ? Plusieurs espèces d'hominidés sont

candidates. Lorsque le ou les tailleurs de Lokalalei abandonnent leur outils, des hominidés taillent déjà la pierre depuis au moins 200 000 ans dans la savane Est-africaine. Tim White, de l'Université Harvard, et ses collègues ont récemment annoncé la découverte d'une nouvelle espèce d'australopithèque de 2,5 millions d'années dans la moyenne vallée de l'Awash en Éthiopie : *Australopithecus garhi*. Ses restes étaient accompagnés d'os de mammifères portant des traces de découpe, et d'autres os longs écrasés par percussion, peut-être pour en extraire la moelle. Bien qu'on n'ait pas retrouvé d'outils associés à cette espèce, *Australopithecus garhi* en a peut-être utilisés, voire fabriqués.

Par ailleurs, le plus ancien fossile connu d'un ancêtre direct de l'homme, *Homo habilis*, découvert aussi dans la vallée de l'Awash, daterait de 2,33 millions d'années. *Homo habilis* semble toutefois arriver plus tard dans le bassin du Turkana, tandis qu'une forme robuste d'australopithèque



Plusieurs éclats ont été détachés, il y a 2,3 millions d'années, de ce bloc de roche volcanique d'une dizaine de centimètres de long. La méthode de taille est étonnamment perfectionnée pour cette époque ancienne.

est présente dès 2,3 millions d'années. Pendant la longue période qui précède l'invention du biface acheuléen, il y a 1,6 millions d'années, on observe une diversité des compétences techniques. Plusieurs espèces ont-elles taillé la pierre ?

H. ROCHE et A. DELAGNES, CNRS, Préhistoire et technologie, Nanterre

Turbulence et transition de phase

La transition vers la turbulence ressemble parfois à la transition de phase du type liquide-gaz.

Les mouvements de fluide, que ce soit les écoulements de l'air dans l'atmosphère, autour du fuselage d'un avion, ou les écoulements des liquides dans les circuits de refroidissement, sont tantôt laminaires (calmes et réguliers), tantôt turbulents (désordonnés et aléatoires). Comment s'effectue le passage d'un régime à l'autre ? Dans un écoulement de cisaillement, nous avons mis en évidence la coexistence et l'intermittence entre un régime laminaire et un régime turbulent.

Les écoulements de fluide sont caractérisés par un nombre sans dimension, le nombre de Reynolds. Ce nombre est égal à la vitesse du fluide multipliée par la taille caractéristique de l'écoulement et divisée par la viscosité du fluide en mouvement. Dans un petit tube, où la vitesse d'un fluide très visqueux est faible, le nombre de Reynolds est petit, et l'écoulement est laminaire. Les deux autres paramètres étant constants, l'écoulement devient turbulent quand on augmente

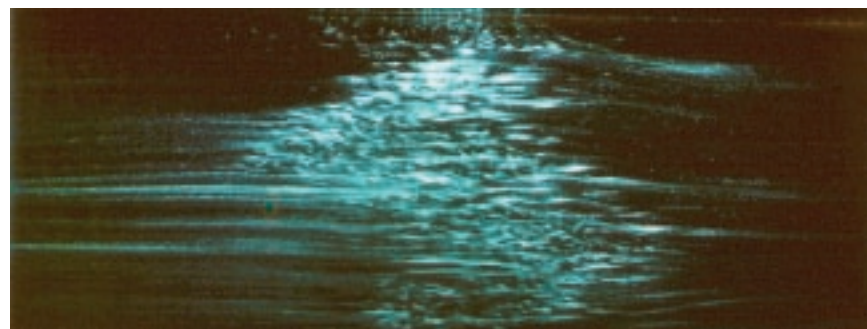
la vitesse du fluide. C'est la transition vers la turbulence.

Les transitions vers la turbulence sont de deux types : progressives ou brusques. Dans les transitions progressives, telles celles des jets ou des sillages, la turbulence apparaît dans tout l'écoulement, souvent sous la forme de tourbillons. À mesure que le nombre de Reynolds augmente, le nombre de tourbillons augmente et leur taille diminue : l'écoulement devient de plus en plus turbulent. L'analyse de ce type de transition, même si elle est délicate, reste possible.

En revanche, lorsque la transition est brusque, telle celle que l'on observe dans

les écoulements des canalisations, aucune analyse n'était jusqu'à présent possible. Dans un écoulement régulier, apparaissent soudainement de petites régions turbulentes, ou «spots», entourées d'un écoulement laminaire. Pour étudier cette transition, nous avons examiné un écoulement de cisaillement : dans une cuve remplie d'eau, une courroie en rotation entraîne l'eau dans deux sens opposés.

L'écoulement initial est laminaire. On le perturbe en injectant de l'eau de manière quasi instantanée par un petit trou. Selon le nombre de Reynolds et l'amplitude de la perturbation, trois cas



À l'aide d'un laser vert, on éclaire des paillettes argentées, mélangées à un liquide placé dans un écoulement de cisaillement. Dans ce type d'écoulement, la transition entre un état laminaire (régulier) et un état turbulent (désordonné) est caractérisée par l'apparition soudaine d'une région turbulente, entourée par des régions laminaires. Dans le spot turbulent de quelques centimètres visible sur cette photographie, l'orientation des paillettes fluctue et celles-ci renvoient la lumière dans la direction d'observation, alors que dans les régions laminaires, les paillettes restent dans le sens du courant et elles ne sont pas visibles.

Olivier Dauchot et Françoise Davaud

Marburg au Congo

Une épidémie de fièvre hémorragique mortelle frappe le Congo depuis mars. Le filovirus incriminé serait le virus de Marburg, cousin du virus Ebola. La plupart des victimes de la nouvelle épidémie travaillaient dans des mines désaffectées et insalubres où les rats pullulent (or les excréments de rongeurs sont un réservoir de filovirus). L'étude de ces mines permettra de comprendre quels sont les réservoirs, les vecteurs et les voies de contamination empruntés par ces virus redoutables.

Symbiose à trois

Les fourmis champignonnières *Attini* d'Amérique du Sud cultivent, sur des végétaux mastiqués, des champignons dans les sous-sols de leur colonies. Ce champignon symbiotique qui fournit l'unique nourriture des fourmis, est souvent la cible d'un parasite (*Escovopsis*) ; or les cultures des fourmis sont épargnées. Comment ? Des biologistes

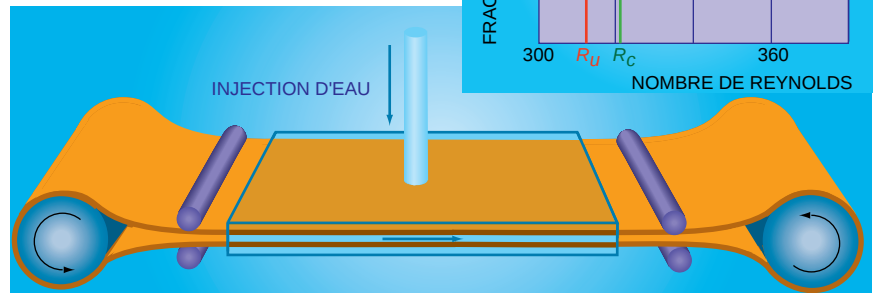


de l'Université de Toronto ont montré que les fourmis hébergeaient un second hôte, des bactéries filamenteuses du genre *Streptomyces*. Présentes sur la carapace des fourmis, ces bactéries sécrètent un antibiotique fatal à *Escovopsis*. La lutte contre ces fourmis, fléau des cultures Sud-américaines, passera peut-être par l'élimination de leurs bactéries salvatrices.

Dyslexie et cervelet

La dyslexie, qui toucherait près de 20 pour cent de la population, est un trouble de l'acquisition de la lecture et de l'orthographe. Or les dyslexiques ont non seulement des difficultés à la lecture, mais aussi des difficultés de coordination et d'élocution. La dyslexie résulterait d'une anomalie de fonctionnement du cervelet, qui sert à l'acquisition des tâches automatiques. Une équipe anglaise a comparé l'activité de cette zone cérébrale chez six personnes dyslexiques et six personnes non dyslexiques qui devaient répéter une séquence de mouvements des doigts : chez les premières, l'activité du cervelet n'a pas dépassé dix pour cent de l'activité du cervelet des personnes qui n'ont pas de difficultés de lecture.

Pour obtenir un écoulement de cisaillement, on entraîne de l'eau entre l'entrefer d'une courroie en rotation. L'écoulement laminaire est perturbé par l'injection d'un jet d'eau. Des îlots de turbulence apparaissent dans l'écoulement laminaire, et la fraction turbulente augmente avec la vitesse de la courroie (déterminant le nombre de Reynolds).



apparaissent : soit la perturbation se résorbe et l'écoulement redevient laminaire, soit une région turbulente durable se forme, soit il apparaît une région turbulente qui dure assez longtemps avant de disparaître. Cette évolution du fluide est très sensible aux conditions de perturbation, et le comportement n'est pas déterministe : on ne connaît que la probabilité d'obtenir telle ou telle évolution en fonction de l'amplitude de la perturbation.

Pour des raisons pratiques, la transition inverse, de la turbulence au régime laminaire, est plus facile à observer. Partant d'un régime complètement turbulent, nous diminuons brusquement le nombre de Reynolds en réduisant la vitesse de la courroie. En étudiant l'évolution du système, on note une apparition et une disparition des régions turbulentes et des régions laminaires, selon des règles strictes. Les domaines laminaires ne redeviennent turbulents qu'au contact d'un domaine turbulent : la turbulence se propage un peu

comme un feu de forêt. À l'inverse, au sein des domaines turbulents peuvent apparaître spontanément de nouveaux domaines laminaires. Pour caractériser cette coexistence, nous mesurons la fraction turbulente de l'écoulement, c'est-à-dire le volume occupé par la turbulence dans l'écoulement. Cette grandeur change brusquement de valeur à la transition. L'«intermittence spatio-temporelle» se maintient au-dessus d'un nombre de Reynolds critique R_C ; au-dessous du nombre de Reynolds R_U , le régime devient totalement laminaire.

Le caractère discontinu de la transition s'interprète bien dans le cadre de la théorie des transitions de phase du type liquide-gaz. Nous espérons que cette analogie permettra de mieux comprendre la transition brusque vers la turbulence à l'aide de la théorie des transitions de phase.

Olivier DAUCHOT et François DAVIAUD, SPEC, CEA, Saclay

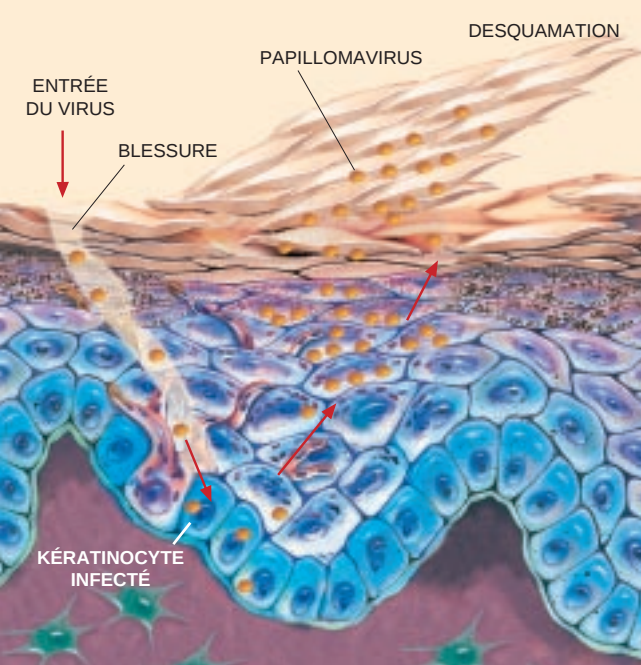
Les papillomavirus

Ces virus omniprésents se terrent dans certaines lésions cutanées.

Le premier membre de la famille des papillomavirus, responsable de verrues, a été découvert au début du xx^e siècle ; on a longtemps cru qu'il en était le seul représentant. Pourtant depuis quelques années, la famille s'est agrandie ; elle compte aujourd'hui plus de 100 membres. Pourquoi, chez certaines personnes, les lésions de la peau et des muqueuses que déclenchent divers types de papillomavirus disparaissent-elles rapidement ? Pourquoi perdurent-elles

chez d'autres ? Pourquoi, enfin, dégénèrent-elles en cancer chez quelques unes ? Les virologues sont face à des micro-organismes plutôt étranges, et voilà que la découverte de la localisation d'un gène de prédisposition aux papillomavirus et celle d'une de leurs «cachettes» ne font qu'ajouter au mystère. À moins que les pièces du puzzle ne commencent au contraire à s'assembler.

Des études épidémiologiques avaient montré que la sensibilité aux papillomavirus et les risques d'évolution des infections vers un cancer semblent dépendre du type de virus, de l'efficacité du système immunitaire et de facteurs génétiques de prédisposition. Gérard Orth, Michel Favre et Nicolas Ramoz, de l'Unité mixte des papillomavirus (Institut Pasteur-INSERM U190),



Les papillomavirus pénètrent dans l'épiderme par une petite lésion de la peau ou des muqueuses. Ils infectent les kératinocytes ; après s'être multipliés sous l'influence des virus, les kératinocytes migrent vers la surface, et les virus utilisent la machinerie cellulaire pour se multiplier. Les couches superficielles de l'épiderme ou des muqueuses qui desquament sont riches en papillomavirus.

ont trouvé que les familles atteintes d'une maladie très rare, l'épidermodysplasie verruciforme, due à un groupe de papillomavirus, dont le PVH5, ont effectivement un gène de prédisposition à la maladie localisé sur le chromosome 17. L'épidermodysplasie verruciforme se manifeste dès l'enfance par des taches pigmentées et par des verrues cutanées, dont certaines dégénèrent en cancer, à l'âge adulte, quand elles sont associées au PVH5.

En collaboration avec l'équipe de Stefania Jablonska, à Varsovie, les virologues de l'Institut Pasteur ont également montré que la peau des personnes atteintes de psoriasis contient le papillomavirus PVH5! Cette affection dermatologique se manifeste par des plaques qui sont le siège d'une hyperprolifération de l'épiderme, de phénomènes inflammatoires et d'une desquamation intense. Les plaques blanches de kératinocytes (les principales cellules de l'épiderme) en cours de desquamation peuvent être localisées, par exemple sur les coudes, ou disséminées sur tout le corps.

G. Orth et ses collègues ont détecté des anticorps anti-PVH5 dans le sang de un à cinq pour cent de la population générale, mais chez 25 pour cent des personnes ayant un psoriasis. En utilisant des méthodes d'amplification des gènes extrêmement sensibles, ils ont découvert de l'ADN de PVH5 dans 90 pour cent des lésions cutanées de personnes atteintes de psoriasis.

Pourquoi le virus est-il détecté si fréquemment dans les lésions de psoriasis? On l'ignore encore. Chez les malades atteints d'épidermodysplasie verruciforme,

some 17, dans une région contenant un gène de prédisposition au psoriasis. Imaginons que ce soit le même gène et qu'il code une protéine de régulation qui, en se fixant sur l'ADN du virus, l'inactive. Chez les personnes où les papillomavirus de l'épidermodysplasie verruciforme sont inoffensifs, la protéine inhibitrice normale empêcherait ces virus d'infecter les cellules de l'épiderme. Au contraire, quand le gène de prédisposition produit une protéine anormale, le virus ne serait pas inactivé et les cellules cibles de la peau seraient infectées.

Selon l'hypothèse qui va être testée, le gène de prédisposition à l'épidermodysplasie verruciforme et le gène de prédisposition au psoriasis seraient un seul et même gène. Certaines mutations de ce gène favoriseraient la première maladie, dans laquelle le papillomavirus PVH5 est produit en grande quantité, d'autres la seconde, où la production virale est faible. Dans le cas de l'épidermodysplasie verruciforme, les cellules infectées produisent deux protéines virales redoutables, car elles inhibent des protéines de l'hôte qui contrôlent la division cellulaire et luttent contre les mécanismes de cancérogenèse. Quand ces protéines de protection sont inhibées, des remparts contre les mécanismes tumoraux s'effondrent.

Un fait semble désormais établi : le papillomavirus PVH5 se terre dans les couches profondes de l'épiderme des personnes atteintes de psoriasis, formant une sorte de «réservoir» du virus. Trouvera-t-on d'autres réservoirs aussi surprenants pour les autres papillomavirus?

le virus infecte les couches profondes de l'épiderme après avoir pénétré dans la peau par une petite lésion. Dans ces couches profondes, les cellules basales (des kératinocytes) se multiplient rapidement sous l'influence du virus, mais ce dernier ne se réplique pas pendant cette période. Quand elles ont fini de se diviser, les cellules basales se différencient et migrent vers la surface. C'est à ce moment que le virus détourne la machinerie cellulaire à son profit pour se répliquer en grande quantité. Chaque cellule migrant vers la surface y libère de nombreuses particules virales.

Avec les dermatologues Luis-Alfredo Rueda (Colombie) et Bakar Bouadjar (Algérie), les Pastoriens ont montré que le gène de prédisposition à l'épidermodysplasie verruciforme est localisé sur le chromo-

**Un recrutement
sélectif,
une réelle formation
par la recherche,
conduisant,
en trois ans d'études au :**

MAGISTÈRE DE PHYSIQUE

Ce diplôme universitaire de haut niveau (Bac+5), alliant une solide formation fondamentale et de nombreux stages de recherches, prépare aussi bien à un travail doctoral qu'à des emplois en milieu industriel.

**Pour tous renseignements,
s'adresser directement
à l'un des 7 magistères accrédités :**

MAGISTÈRE DE PHYSIQUE DE GRENOBLE

«Ph. recherche» et «Ph. applications»
Université Joseph Fourier
BP 53 - 38041 GRENOBLE cedex 9
Tél. 04 76 88 78 32/47 10 - Fax 04 76 88 50 60
lpuech@labs.polycnrs-gre.fr
<http://www.ujf-grenoble.fr>

MAGISTÈRE DES SCIENCES

DE LA MATIÈRE

Université Claude Bernard
et École Normale Supérieure de Lyon
Bât. 205 - 43, bd du 11 novembre 1918
69622 VILLEURBANNE cedex
Tél. 04 72 43 10 84 - Fax 04 72 43 15 07
vialle@hplasm2.univ-lyon1.fr

MAGISTÈRE INTERUNIVERSITAIRE

DE PHYSIQUE

Universités Paris 6, 7, 11, 13
et École Normale Supérieure
24, rue Lhomond - 75231 PARIS cedex 05
Tél. 01 44 32 35 61 - Fax 01 44 32 25 06
<http://www.phys.ens.fr/enseign/mip>

MAGISTÈRE DE PHYSIQUE D'ORSAY

Université Paris Sud
Bât 470 - 91405 ORSAY
Tél. 01 69 15 74 55 - Fax 01 69 15 64 59
<http://www.magistere.u-psud.fr/phys>

MAGISTÈRE DE PHYSIQUE DE PARIS 7

Université Denis Diderot
Tour 33-34 - 4^e étage
2, pl. Jussieu - 75251 PARIS cedex 05
Tél. 01 44 27 41 12 - Fax 01 44 27 52 94
dherzog@ccr.jussieu.fr
<http://www.sigu7.jussieu.fr/UFRPHYSIQUE.htm>

MAGISTÈRE MATÉRIAUX

Université de Rennes 1
Campus de Beaulieu - 35042 RENNES
cedex
Tél. 02 99 28 62 66/16 05 - Fax 02 99 38 34 87
Jean.Guyader@univ-rennes1.fr

MAGISTÈRE MULTIMATÉRIAUX DE STRUCTURE

Université de Haute-Alsace
Faculté des Sciences et Techniques (FST)
4, rue des Frères Lumière
68093 MULHOUSE cedex
Tél. 03 89 33 63 44/57 - Fax 03 89 33 60 83
direction.lpse@univ-mulhouse.fr