

## Changement de régime

*L'Etna évolue lentement d'un volcanisme où le magma remonte des profondeurs de la Terre à un autre type de volcanisme où le magma affleure en raison de mouvements des plaques tectoniques.*

Une éruption importante de l'Etna vient de s'achever. Le plus grand volcan actif d'Europe dresse ses 3 323 mètres en Sicile orientale, près de l'endroit où le plancher de la mer Ionienne, qui fait partie de la plaque africaine, s'enfonce sous la plaque européenne. Ce phénomène de subduction explique l'émergence, au Nord de la Sicile, d'un arc d'îles volcaniques : l'arc éolien. Ainsi, l'île Stromboli ou encore l'île Vulcano se formèrent parce que la subduction produit du magma. À ce volcanisme de subduction s'oppose le volcanisme de point chaud attribué à la remontée localisée de matières des profondeurs de la Terre. Les géologues considéreraient jusqu'à présent que l'Etna était un volcan de point chaud. Cependant, nous avons étudié les reliquats du magma d'origine dans les laves du volcan et nous avons montré qu'au cours de 100 000 dernières années, l'Etna a progressivement évolué vers un volcan de subduction.

Les laves se forment à partir de roches fondues profondes et chaudes. Matières composites, elles comportent, outre les roches fondues, des gaz et des minéraux. Les géologues nomment «magma primaire» la toute première fraction de roches fondues, celle qui apparaît lors de la formation des laves. La formation du magma primaire diffère suivant le type de volcanisme. Sous un volcan de point chaud, elle résulte de la fusion de roches d'origine très profonde : parce que leur densité est inférieure à la densité moyenne du manteau, des poches de roches chaudes remontent jusque sous le volcan, où la baisse de pression les liquéfie. En revanche, sous un volcan de subduction, la formation du magma primaire résulte de la fusion des roches du manteau, provoquée par l'arrivée d'eau, de soufre et d'autres éléments volatils libérés par une plaque qui plonge dans le manteau supérieur. Ces éléments s'échappent à mesure que la température de la plaque augmente avec la profondeur.

Quel que soit le type de volcanisme, quand le magma primaire se forme, il subit une cristallisation partielle lorsque sa température diminue. L'olivine, un silicate de fer et de magnésium, est le premier minéral à cristalliser. Ensuite, des remontées, des cristallisations d'autres minéraux et, parfois, des mélanges avec de nouveaux magmas se succèdent. Il en résulte la formation des laves. Toutefois, quelle que soit la complexité de cette «maturation magmatique», de petites gouttelettes de magma primaire restent piégées dans les lacunes des cristaux d'olivine lors de la première cristallisation et y subsistent jusqu'à l'éruption. Elles représentent des signatures du mécanisme de production du magma primaire d'un volcan.

Nous avons étudié des inclusions magmatiques dans des cristaux d'olivine en provenance de diverses laves de l'Etna, de l'île Vulcano, ainsi que des monts ibléens. Situés au Sud-Est de la Sicile, les monts ibléens sont les restes d'un volcan de point chaud. Pour sélectionner les inclusions magmatiques (qui mesurent quelque 200 micromètres), nous avons employé un microscope optique. Puis, nous avons déterminé les compositions des «éléments en traces incompatibles» à l'aide de microsondes électronique et ionique.

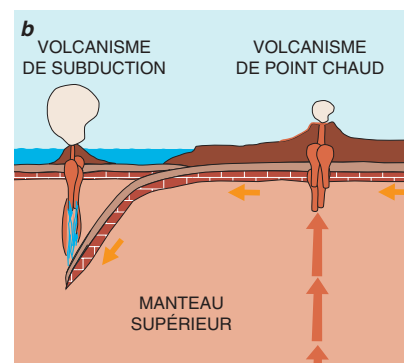
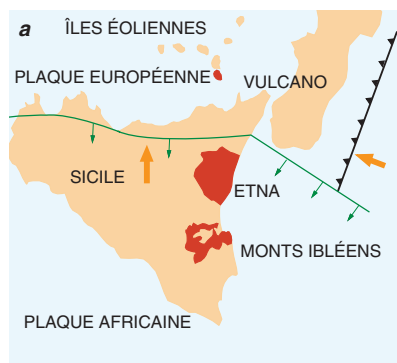
De quels éléments s'agit-il ? Les roches du manteau contiennent de nombreux éléments à l'état de traces. Parmi ceux-ci,

certains sont trop gros pour se loger dans la structure dense des minéraux, raison pour laquelle les géologues les nomment éléments incompatibles. Aussi, quand une roche du manteau fond, ils s'accumulent dans le magma primaire, puis dans la lave. Les valeurs des concentrations en éléments incompatibles d'un magma primaire dépendent des valeurs initiales de la roche qui fond ; les couches profondes du manteau sont plus riches en éléments incompatibles que le manteau supérieur. Les laves de point chaud, formées de roches provenant du manteau profond, sont donc beaucoup plus riches en éléments incompatibles que les laves formées à partir des roches du manteau supérieur. Toutefois, les laves d'un volcan de subduction contiennent aussi certains éléments incompatibles : ceux qui sont solubles dans les fluides libérés par la plaque qui plonge sous le volcan. Dès lors, comment distinguer des laves de subduction et celles de point chaud ? On sélectionne les éléments incompatibles qui sont insolubles dans les fluides de subduction : le titane, le niobium et le zirconium, toujours rares dans les laves de subduction.

Nous avons constaté que les laves anciennes de l'Etna, vieilles de 500 000 à 100 000 ans, contiennent de fortes concentrations de tous les éléments incompatibles. Ceci atteste d'un volcanisme de point chaud alimenté par la remontée de roches profondes. En revanche, les laves de moins de 100 000 ans contiennent des concentrations de plus en plus faibles en titane, en niobium et en zirconium. Elles témoignent de la présence de plus en plus marquée, à la verticale du volcan, d'une fusion localisée du manteau supérieur.

Selon nous, l'évolution des laves de l'Etna s'explique par la coexistence de deux volcanismes. On assisterait, sous la Sicile, à une lente superposition de la zone de subduction avec le point chaud qui alimente l'Etna. Ainsi des magmas de subduction se forment sous l'Etna : ils interagissent avec les magmas de point chaud, et engendrent les laves étnéennes mixtes observées aujourd'hui. Cette transition de l'Etna d'un volcanisme de point chaud vers un volcanisme de subduction explique aussi pourquoi les laves de l'Etna sont si riches en soufre et en eau, deux composants volatils caractéristiques des magmas de subduction. Tandis que le volcanisme de point chaud se manifeste par des effusions calmes de magma fluide, le volcanisme de subduction provoque des explosions de magma visqueux accompagnées de projections de blocs et de cendres. L'Etna, qui ne fut jamais très dangereux pour les populations massées autour de lui, le deviendra-t-il d'ici quelques... dizaines de milliers d'années ?

Pierre SCHIANO, Université Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand  
Robert CLOCCHIATTI, CEN-Saclay, Gif-sur-Yvette



L'Etna est, à l'origine, un volcan de point chaud, dont le magma est issu des couches profondes du manteau terrestre (b, à droite). Toutefois, il évolue progressivement vers un volcan de subduction (b, à gauche), car il est situé aux confins de la plaque africaine, qui remonte vers le Nord et s'enfonce sous la plaque européenne. La ligne verte, sur l'illustration de gauche (a) sépare (grossièrement) les volcans de type subduction (au Nord de la ligne) et les volcans de type point chaud (au Sud de la ligne) dans cette région : cette frontière se rapprocherait de l'Etna.

## Vol Story

Pour étudier les effets des vols spatiaux de longue durée sur l'organisme humain – notamment la perte de masse musculaire, la décalcification et l'altération des mécanismes cardio-vasculaires – les agences spatiales européenne et japonaise ainsi que le Centre national d'études spatiales, ont lancé une campagne au cours de laquelle 14 volontaires devront garder le lit pendant 90 jours. Il semble qu'une inclinaison de six degrés, la tête vers le bas, simule bien la condition d'impesanteur. Pendant leurs loisirs, les sujets pourront lire, regarder la télévision, jouer ou utiliser un ordinateur. Il leur sera interdit de s'asseoir. On peut suivre la vie quotidienne de ces cosmonautes à terre... sur l'Internet.

## Des cochons propres

Les matières fécales des cochons polluent, notamment par les phosphates qu'elles contiennent. John Phillips et Cecil Forsberg, de l'Université de Guelph, au Canada, ont introduit dans le génome de cochons un gène pour que ces animaux absorbent



Fotogram - Dante Burn-Forti

une forme de phosphore qui, normalement, n'est pas métabolisée. Ce gène code une enzyme, la phytase, qui est sécrétée par les glandes salivaires et qui rend les phosphates assimilables. La quantité de phosphate rejeté dans les matières fécales de

ces porcs est jusqu'à quatre fois inférieure à la moyenne. Reste à savoir si ces cochons sont propres... à la consommation.

## Ondes et corpuscules

Si besoin était, une nouvelle preuve de la double nature corpusculaire et ondulatoire des particules élémentaires vient d'être apportée par Daniel Freimund, Kayvan Aflatooni et Herman Batelaan, de l'Université de Lincoln. Leur expérience s'apparente à celle de la diffraction de la lumière : lorsqu'une onde lumineuse arrive sur un réseau matériel de lignes alternativement sombres et brillantes, elle est dispersée selon des directions précises qui dépendent de la longueur d'onde. Les physiciens ont exploité la dualité onde-corpuscule pour inverser totalement les rôles de la lumière et de la matière. Le «réseau» responsable de la diffraction n'est plus matériel, mais est une onde laser stationnaire très intense et constituée de franges alternativement vides et denses en photons ; l'«onde» dispersée est un flux d'électrons. On obtient bien une figure de diffraction, en parfait accord avec la théorie.

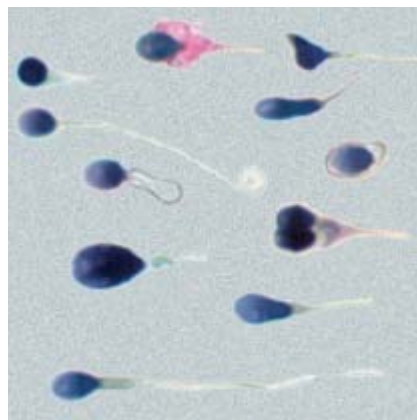
## Infertilité masculine

*Les hommes exposés, par leur métier, aux pesticides et aux solvants risquent d'avoir des spermatozoïdes anormaux, moins nombreux que la moyenne et de mobilité réduite.*

L'infertilité concerne 15 pour cent des couples dans les pays occidentaux. Définie comme l'incapacité de concevoir après une année de tentatives sans contraception, elle n'est pas pour autant synonyme d'infertilité définitive ou de stérilité. Son origine provient autant des hommes que des femmes. De nombreuses causes, surtout infectieuses et génétiques, ont été identifiées. Cependant, des incertitudes subsistent sur les raisons de l'infertilité masculine. Selon certaines études, le nombre de spermatozoïdes produits par l'homme aurait diminué au cours des 50 dernières années, alors que l'incidence des anomalies de l'appareil génital masculin (cancer du testicule, testicules non descendus à la naissance ou malformations de l'urètre) augmenterait. Les raisons de cette dégradation sont inconnues, mais des facteurs environnementaux engendrés par l'activité humaine et industrielle (la dioxine et les pesticides, par exemple) ou liés aux modes de vie moderne (le stress, le tabac, etc.) en seraient à l'origine.

Avec Alfred Spira, de l'unité INSERM U292, au Centre hospitalo-universitaire du Kremlin-Bicêtre et en collaboration avec Alejandro Oliva, de l'Hôpital Garibaldi, à Rosario, en Argentine, nous avons mené une étude sur l'influence des pesticides et des solvants sur la qualité du sperme chez des Argentins vivant dans une région, entre Santa Fe et Entre Rios, où l'on pratique l'une des agricultures la plus intensive du monde. Nous avons étudié des hommes qui avaient consulté pour infertilité entre 1995 et 1998. Nous les avons questionnés sur leur histoire médicale (infections génitales, allergies...), familiale et sexuelle, ainsi que sur leur métier, leur consommation d'alcool et de tabac.

Nous avons recherché d'éventuels contacts avec des composants chimiques, notamment dans leur travail. Les sujets ont été divisés en cinq groupes : les hommes non exposés ; ceux qui ont été exposés à des pesticides ; à des solvants ; à la chaleur ; et, enfin, à plusieurs de ces facteurs à la fois ou à d'autres, tels les métaux lourds. Puis, nous leur avons



**Ces différents types de spermatozoïdes anormaux sont plus fréquents que la moyenne chez les hommes exposés à des pesticides ou à des solvants.**

fait passer plusieurs examens médicaux, dont une analyse de sperme, et une mesure des concentrations sanguines en hormones de la reproduction.

Nous avons montré que les hommes qui ont manipulé des pesticides ou des solvants dans leur travail ont un nombre de spermatozoïdes inférieur à celui des hommes n'ayant pas été exposés à ces produits ; la mobilité des spermatozoïdes est réduite et la proportion des anormaux est supérieure.

Nous avons aussi montré et ce, pour la première fois, que les concentrations en estradiol (l'une des hormones féminines produites par l'homme) sont plus élevées chez les hommes exposés aux pesticides que chez les hommes non exposés. Par ailleurs, nos résultats ont montré qu'il existe une grande susceptibilité génétique ou constitutionnelle à l'action délétère des substances chimiques incriminées.

Le testicule est l'un des organes les plus sensibles aux agressions de nature physique ou chimique. À partir des années 1970, le dibromochloropropane, un insecticide employé dans de nombreux pays tropicaux, a été à l'origine de milliers de cas d'infertilité masculine. De même, aujourd'hui, certains solvants (tel l'éther méthylique de l'éthylène glycol) sont suspectés d'entraîner, par leur toxicité testiculaire, une infertilité.

Toutefois, les pesticides ou les solvants sont si nombreux que nous n'avons pu isoler une molécule particulièrement nocive. D'après ces résultats, il apparaît nécessaire non seulement d'encourager l'évaluation de la toxicité de ces substances sur les capacités de reproduction, mais aussi de se protéger lorsqu'on travaille en contact avec des substances chimiques potentiellement dangereuses.

Luc MULTIGNER, Groupe d'étude de la reproduction chez le mâle, INSERM U 435

## La Conjecture de Catalan

*Les mathématiciens n'ont jamais été aussi près de la démonstration de cette conjecture.*

**E**n 1843, le mathématicien français Eugène Catalan (1814–1894) écrit à l'éditeur d'un journal de référence : «*Je vous prie, Monsieur, de vouloir bien énoncer dans votre recueil, le théorème suivant, que je crois vrai, bien que je n'aie pas encore réussi à le démontrer complètement ; d'autres seront peut-être plus heureux. Deux nombres entiers consécutifs, autres que 8 et 9, ne peuvent pas être des puissances exactes ; autrement dit : l'équation  $x^m - y^n = 1$ , dans laquelle les inconnues sont entières et positives, n'admet qu'une seule solution.*»

Cette équation, dite diophantienne, car les inconnues sont des nombres entiers positifs, est la *Conjecture de Catalan*. Depuis 150 ans, elle résiste aux assauts des mathématiciens, mais à chaque nouveau résultat l'espace des solutions, s'il en existe d'autres, se réduit. Le dernier résultat est celui du mathématicien américain Jon Grantham et de Maurice Mignotte, de l'Université de Strasbourg, qui ont montré que les exposants  $m$  et  $n$  ne peuvent être que des nombres premiers. Retraçons les étapes par lesquelles l'étau s'est resserré autour de la conjecture.

En 1850, V. Lebesgue a prouvé que l'équation n'a pas de solution quand, selon l'énoncé de Catalan,  $n$  est pair. Ce n'est qu'en 1964 que le mathématicien chinois Kochao a montré que c'est aussi le cas pour  $m$  pair (à l'exception de  $m=2$  et  $n=3$ , car  $x=3$  et  $y=2$  donne la solution de Catalan). Ont ensuite été publiés deux théorèmes

qui ont servi de base aux travaux ultérieurs. En 1961, John Cassels, de l'Université de Cambridge, a prouvé que s'il existe des solutions à cette équation et que les exposants  $m$  et  $n$  sont premiers (par convention, les nombres premiers sont désignés par les lettres  $p$  et  $q$ , l'équation se réécrit alors  $x^p - y^q = 1$ ),  $p$  divise  $y$  et  $q$  divise  $x$ . Puis, en 1976, Robert Tijdemann, de l'Université de Leyde, aux Pays-Bas a montré que l'équation  $x^m - y^n = 1$  a un nombre fini de solutions. Ce dernier résultat découle des travaux d'Alan Baker, qui s'est attaché à borner les solutions de certaines classes d'équations diophantiennes. L'étape suivante est due à Preda Mihailescu, de l'Institut polytechnique de Zurich, qui a montré que si l'équation  $x^p - y^q = 1$  ( $p$  et  $q$  sont des nombres premiers) admet une solution,  $p$  et  $q$  constituent une paire de Weiferich, c'est-à-dire que les divisions de  $p^{(q-1)}$  par  $q^2$  et de  $q^{(p-1)}$  par  $p^2$  ont toutes deux pour reste 1. Seuls six exemples de paires de Weiferich sont connus : 2 et 1 093 ; 3 et 1 006 003 ; 5 et 1 645 333 507 ; 83 et 4 871 ; 911 et 318 917 et enfin, 2 903 et 18 787. Toutefois, ces paires ne sont pas des solutions de l'équation de Catalan.

Aujourd'hui, les ordinateurs réduisent encore l'espace des solutions possibles de l'équation. Récemment, J. Grantham a démontré que  $p$  et  $q$  sont tous deux supérieurs à  $3 \times 10^8$  (ce résultat explique que les paires de Weiferich ne sont pas des solutions), tandis que M. Mignotte a prouvé que  $m$  et  $n$  sont tous deux inférieurs à  $8 \times 10^{16}$ . À partir de ces résultats, associés à ceux de A. Baker, les mathématiciens ont montré que  $m$  et  $n$  sont des nombres premiers ; reste à découvrir les paires de Weiferich comprises entre ces bornes. Les coups de boutoir des mathématiciens font que la conjecture de Catalan se rapproche du statut de théorème.

## Espèces d'éléphants !

*Longtemps considérés comme une seule espèce, les éléphants d'Afrique en font deux.*

**C'**est un lieu commun : il y a les éléphants d'Afrique (*Loxodonta*), grands, pourvus de grandes défenses, et les éléphants d'Asie (*Elephas*), plus petits, aux oreilles réduites et aux défenses plus courtes. Pourtant, à parcourir l'Afrique, les éléphants rencontrés semblent de deux types : ceux des savanes et ceux des forêts. Y aurait-il deux espèces ? L'équipe de Nicholas Georgiadis, du Centre de recherche Mpala, au Kenya, et de Alfred Roca, de l'Institut national contre le cancer, à Frederick, aux États-Unis, a montré que la génétique conforte cette hypothèse.

Les éléphants des savanes sont les plus grands mammifères terrestres. Ils mesurent jusqu'à quatre mètres au garrot, ont de grandes oreilles dont le lobe est pointu et des défenses volumineuses. Les éléphants des forêts sont des créatures timides qui ne quittent guère leur habitat. Ils atteignent seulement 2,4 mètres au garrot, sont plus légers, ont des défenses plus droites et plus fines, des lobes d'oreilles arrondis et un crâne différent. Un seul d'entre eux vit en captivité, au parc zoologique de Vincennes.

Toutefois, malgré ces différences morphologiques, la plupart des zoologues n'ont vu en ces éléphants qu'une seule espèce : *Loxodonta africana*. Parfois, ils étaient répartis en deux sous-espèces : *Loxodonta africana africana*, l'éléphant des savanes, et *Loxodonta africana cyclotis*, l'éléphant des forêts. Les deux populations sont interfécondes, ainsi que leurs descendants. La définition du concept d'espèce est fondée sur ce critère et les biologistes pensaient que des croisements entre ces deux populations avaient lieu aux frontières de leurs habitats respectifs.

Les analyses de N. Georgiadis infirment cette hypothèse. Il a prélevé des échantillons de peau d'environ 200 éléphants, dans 21 populations réparties sur l'ensemble du continent. L'objectif premier de ces prélèvements était la constitution d'un fichier de signatures génétiques pour suivre l'ivoire sur les marchés mondiaux. Toutefois, à partir de ces échantillons, les biologistes ont séquencé, pour chaque animal, quatre gènes, soit 1 732 bases. Les résultats ont révélé que l'ensemble des éléphants se répartit en deux types : 17 populations sont composées d'éléphants des savanes, trois d'éléphants des forêts. Une seule population témoignait d'une mixité entre les deux types. Toutefois, selon les biologistes, ce croisement exceptionnel s'est déroulé il y a plusieurs générations.

Les analyses génétiques montrent que les différences entre les éléphants des savanes et ceux des forêts correspondent à 58 pour cent de celles qui existent entre un éléphant d'Afrique et un éléphant d'Asie. Cette différence équivaut à celle qui distingue les lions des tigres, et l'on peut en déduire qu'il y a bien deux espèces : *Loxodonta africana* et *Loxodonta cyclotis*. Ces résultats jettent un éclairage nouveau sur la protection des éléphants. En effet, seule une espèce (*Loxodonta africana*) est inscrite sur la liste des espèces menacées, et il est urgent d'y inscrire les éléphants des forêts dont la population est encore plus restreinte que celle des éléphants des savanes. Les éléphants sont plus en danger qu'on ne le pensait.



*Loxodonta africana africana* ou *Loxodonta africana cyclotis* ?

## Nouvel observatoire gamma

*Un nouvel observatoire installé en Inde permet aux astronomes d'observer le rayonnement gamma du ciel à partir du sol.*

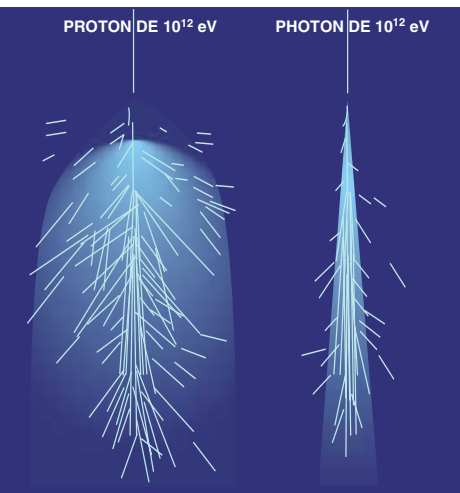
**L**es phénomènes les plus violents de l'Univers, notamment les supernovae, libèrent des rayons gamma. Comme ce type de rayonnement est absorbé par l'atmosphère terrestre, les astronomes les observent habituellement à l'aide de détecteurs embarqués à bord de satellites. Toutefois, l'impact d'un photon gamma sur les atomes de l'air produit une gerbe lumineuse qu'il est possible d'observer du sol, et Narayana Bhat et ses collègues de l'Institut de recherche fondamentale de Mumbai, en Inde, ont construit un observatoire terrestre des sources gamma.

Des particules de haute énergie engendrent dans l'atmosphère une lumière, bleue et ultraviolette, nommée lumière Cerenkov. Les atomes de l'air percutés par de telles particules, sont excités et émettent une lumière caractéristique tant par sa longueur d'onde que par sa répartition spatiale conique. Malheureusement, les photons gamma ne sont pas les seules particules énergétiques entrant dans l'atmosphère. De grandes quantités de protons – les rayons cosmiques – provenant de toutes les directions du ciel produisent en permanence des éclairs similaires. Pour détecter et localiser les sources astrophysiques de rayons gamma du sol, il importe de distinguer l'impact d'un proton et celui d'un photon.

En entrant dans l'atmosphère, un photon gamma est diffusé par les atomes de l'air au cours d'une série de chocs où naissent des paires d'électrons et d'antiélectrons très rapides. Ces particules émettent à leur tour de la lumière Cerenkov. Ainsi, l'arrivée d'un photon gamma est accompagnée d'une cascade approximativement conique de traînées lumineuses, que les astronomes nomment une gerbe. Les protons entrant dans l'atmosphère créent aussi une gerbe ; toutefois son aspect est différent, car les protons ne sont pas diffusés par les atomes eux-mêmes, mais par leur noyau, environ 100 000 fois plus petits que les atomes. Les gerbes protoniques sont plus pénétrantes que les gerbes photoniques. Enfin, les interactions entre protons et noyaux produisent des particules massives (comme des mésons, 300 fois plus lourds que les électrons), qui forment des gerbes plus étalées.

N. Bhat et ses collègues ont installé un réseau de 25 télescopes, dont la surface collectrice représente 133 mètres carrés répartis sur une zone de 80 mètres sur 100. Un système électronique distingue les gerbes photoniques et des gerbes protoniques. Le dispositif, PACT, vient d'être testé sur la nébuleuse du Crabe, une source de rayons gamma, qu'il a suivie à trois minutes d'angle près. L'éclat estimé correspond aux mesures effectuées lors de précédentes expériences menées aux États-Unis et en France. Ainsi, l'astronomie gamma de précision au sol s'est enrichie d'un nouvel observatoire.

Patrick BURY



Gerbe produite dans l'atmosphère par un proton (à gauche) et par un photon (à droite).

## La vision des couleurs chez les primates

*La faculté de distinguer le vert du rouge, absente chez les daltoniens, serait née chez les singes de la nécessité de choisir les feuilles les plus comestibles.*

**D**ans la forêt de Kibale, en Ouganda, un chimpanzé choisit les feuilles d'arbres qui lui fourniront les éléments nutritifs utiles en cette saison, où les fruits sont rares. Il distingue avec précision les feuilles rouges, les plus jeunes. Il les repère grâce à trois pigments sensibles à des longueurs d'onde situées dans le vert, le bleu et le rouge. Nathaniel Dominy et Peter Lucas, de l'Université de Hong Kong, ont mis en évidence un lien entre le mode d'alimentation de ces singes et leur vision des couleurs.

La capacité à distinguer le vert du rouge caractérise quelques espèces de primates, dont l'homme, le chimpanzé, le colobe rouge et le colobe noir et blanc, le cercopithèque à queue rouge d'Afrique, et l'alouate d'Amérique. Cette capacité résulte de la vision de trois couleurs, qui repose sur trois types de cellules de la rétine, les unes sensibles au rouge, les autres au vert et les dernières au bleu. Cette sensibilité à différentes longueurs d'onde est assurée par des pigments. Beaucoup de singes n'en ont que deux (le bleu et le vert). Quel avantage procure un pigment rouge supplémentaire ? Cet avantage semble être d'origine alimentaire : le pigment rouge assure la vision des feuillages rouges.

Les forêts tropicales d'Afrique comptent jusqu'à 60 pour cent de feuillage de couleur rouge. Ces feuilles sont souvent de jeunes pousses riches en protéines, encore tendres, par conséquent plus faciles à digérer. Or, les singes voyant en deux couleurs (vert et bleu), ne distinguent pas les feuilles rouges des feuilles vertes. Seuls les chimpanzés, les colobes noirs et blancs, les colobes rouges et les cercopithèques à queue rouge, ont cette faculté. Lorsque les fruits sont rares, ils se nourrissent essentiellement de feuilles, et les rouges sont plus nourrissantes : les singes dotés de cette faculté ont sans doute acquis un avantage évolutif.

En Amérique, l'unique primate qui voit en trois couleurs, le singe hurleur, mange aussi des feuilles. Il utilise cette faculté pour dénicher les feuilles rouges plus rares qu'en Afrique. Cet atout lui confère un avantage notable, car il est beaucoup plus paresseux que les autres singes de son biotope. Les singes-araignées, qui mangent les mêmes fruits, le précèdent souvent sur les lieux de récolte, aussi doit-il se rabattre sur les feuilles. Ainsi, la vision trichromatique avantagerait tant les singes d'Afrique que celui d'Amérique, mangeurs de feuilles. Aurions-nous acquis notre vision des couleurs parce qu'un de nos lointains ancêtres amateur de feuilles rouges y a trouvé un avantage évolutif ?

Sébastien BOHLER



Wisconsin Regional Primate Research Center

## Persistence corticale

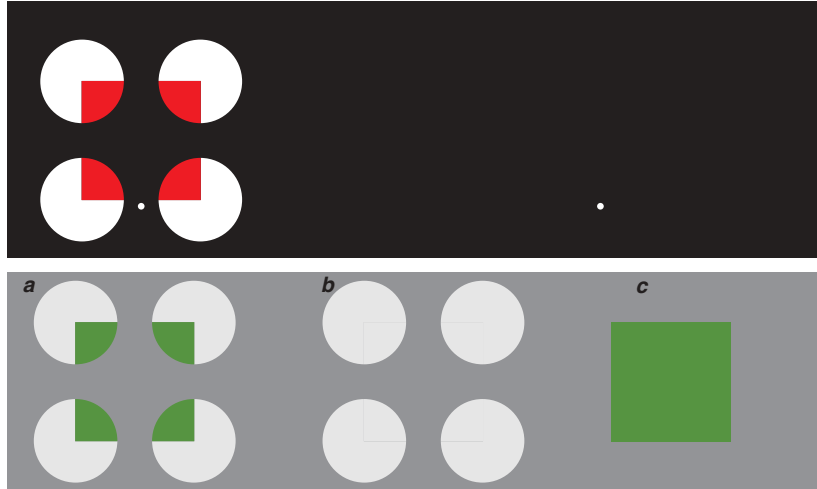
*La rétine n'est pas la seule à participer à la formation des images persistantes.*

L'observation soutenue d'une image est parfois suivie d'une persistance de la perception. C'est le phénomène de persistance des images rétinienne qui a longtemps été imputé aux pigments des cellules photosensibles de la rétine ou aux neurones de cette même rétine. Cependant, l'équipe de Shinsuke Shimojo, de l'Institut de technologie de Californie, a montré que le cortex cérébral est responsable de certaines images persistantes.

Un motif de Varin est constitué de quatre disques dont un quart de la surface est colorée. Ces parties colorées semblent être les quatre coins d'un carré dissimulé. Les images persistantes après une longue observation de ce motif sont multiples : il s'agit soit du motif entier dont les couleurs sont les complémentaires de celles du motif initial (par exemple, aux zones rouges correspondrait des zones vertes), soit des quatre disques uniformément colorés, soit d'un carré vert entier, qui n'existe pas dans l'image initiale. Selon les neurobiologistes, si les propriétés de la rétine expliquent les deux premières images persistantes, dites locales, elles sont insuffisantes pour la troisième image, dite globale.

Deux hypothèses s'affrontaient quant à l'origine des images persistantes globales. Selon la première, ces images naissent directement des images persistantes locales : les images rétinienne sont alors suffisantes, et le cortex n'intervient pas. D'après la seconde hypothèse, les images persistantes globales nécessitent la participation de circuits neuronaux du cortex qui traitent l'image «virtuelle», ici le carré entier.

Dans une première expérience, des volontaires ont observé le motif de Varin entier pendant 20 secondes, puis ont fixé un écran vide. Les différents types d'images persistantes apparaissaient puis disparaissaient alternativement. Selon la durée de perception de chaque type d'images persistantes, les neurobiologistes ont montré que la probabilité de percevoir une image globale sans voir d'images locales est supérieure à celle de discerner une image persistante globale après avoir distingué les images locales. En d'autres termes,



Le motif de Varin est constitué de quatre cercles blancs qui ont chacun un quart de leur surface coloré en rouge. Fixez le point blanc, dans le motif de Varin (*en haut, à gauche*), pendant 20 secondes, puis regardez le point blanc isolé (*en haut, à droite*). Vous percevrez plusieurs images persistantes (*en bas*) dont les couleurs sont complémentaires de celles du motif initial. Les images persistantes locales (*en bas, a et b*) sont dues aux propriétés de la rétine, tandis que les images persistantes globales (*en bas, c*) requièrent la participation de neurones du cortex.

l'existence d'images persistantes locales n'est ni nécessaire, ni même favorable à la perception d'images globales. Ce résultat contredit la première hypothèse.

Dans une seconde expérience, l'image initiale est découpée en morceaux, de quatre façons différentes, mais telles que la superposition des différentes composantes redonne l'image initiale. Par exemple, d'une part, les quatre quarts de cercle rouges, d'autre part, les quatre portions blanches de cercles. Pour chacun des découpages, on présente les deux parties alternativement, mais pendant des durées égales. Ainsi, dans tous les cas, la rétine reçoit la même quantité globale d'informations, de sorte que l'intensité des images est la même dans toutes les configurations choisies. La première hypothèse stipule que l'intensité des images persistantes locales et globales doit être la même dans tous les cas. Or, si c'est bien le cas pour les images persistantes locales (*a et b*), la durée de perception et l'intensité des images persistantes globales (*c*) varient notablement selon les découpages proposés. Puisque, dans chaque cas, la rétine est excitée de la même façon, les différences naissent à un niveau supérieur dans le traitement des images : les neurones du cortex visuel y participent. Ces résultats confirment que les images persistantes globales ne sont pas dues aux pigments ni aux neurones de la rétine, mais plutôt à des neurones corticaux.

Tous les livres professionnels du monde entier !

[www.Lavoisier.fr](http://www.Lavoisier.fr)

- Plus de 700 000 ouvrages référencés dans tous les domaines
- Expédition en 24 h de 25 000 titres en stock
- L'e-Doc : service personnalisé et gratuit



*www.Lavoisier.fr, la librairie professionnelle de référence.*