

L'origine de la cocaïne

Afin de lutter contre le trafic de la cocaïne, une équipe de l'Université de l'Utah et du département américain de la justice a mis au point une méthode pour retrouver le pays où a été cultivée la drogue ; il leur suffit de quelques grammes. Pour ce faire, ils ont analysé les isotopes du carbone et de l'azote dans des feuilles de coca provenant de cinq régions productrices d'Amérique du Sud. Les quantités de carbone 13 et d'azote 15 diffèrent selon les régions. Pour l'azote, les rapports isotopiques varient en fonction de la constitution du sol, pour le carbone en fonction de l'humidité et de la longueur de la saison des pluies. Les traces d'alcaloïdes renseignent aussi sur l'origine des feuilles. On peut ainsi décrire les «cartes d'identité» des feuilles provenant des principaux sites de culture. De cette façon, les chercheurs ont retrouvé les régions d'origine de 192 des 200 échantillons analysés.

L'orbite de Néandertal

L'individu dont un fragment de crâne a été retrouvé en 1856 à Néandertal, près de Dusseldorf, a donné son nom à toute une espèce d'hominidés : les Néandertaliens. Le lieu de la découverte n'avait jamais été fouillé de façon systématique, jusqu'à ce que deux archéologues des Monuments historiques allemands reprennent les fouilles. Sensation ! Un morceau de l'orbite de l'individu de 1856 se trouvait parmi les nombreux restes rassemblés. Le visage du premier Néandertalien va enfin être reconstitué.



J. Thissen et R. Smitz

Le dîner du dinosaure

Les dinosaures herbivores, notamment les diplodocus, ne dévoraient pas la cime des arbres. L'australien Roger Seymour a montré que ces grands mangeurs de feuilles ne pouvaient pas dresser leur cou pour atteindre les plus hautes branches : leur cœur ne le leur permettait pas ; il était trop petit pour pomper le sang jusqu'à la tête, si les animaux avaient redressé leur cou. En comparant la taille du cœur de différentes espèces en fonction de la longueur du cou, il en a déduit que, pour relever la tête, il aurait fallu que le ventricule droit de leur cœur pèse... deux tonnes. Ils devaient se contenter des feuilles à la hauteur de leur tête, quand leur cou était à l'horizontale.

Culte vaudou à Mayence

Des fouilles de sauvetage ont révélé des pratiques magiques dans un lieu de culte domestique romain.

Au II^e siècle, une femme trompée par son mari se rend au lieu de culte domestique de Mogontiacum, une ville rhénane de la frontière Nord de l'empire romain, devenue Mayence aujourd'hui. Après s'être procuré une statuette chez un marchand, elle s'enferme dans l'une des maisonnettes de prière, allume des lampes à huile, brûle de l'encens sur l'autel en terre, puis y dispose des nourritures précieuses : figues et dattes séchées, pignons... Psalmodiant le nom d'une divinité celte, elle brise la statuette par le milieu, puis place la partie inférieure dans un trou, phallus vers le haut pour bien montrer aux dieux sur quoi s'abat sa vengeance. Pour renforcer encore sa malédiction, elle couche ensuite la partie supérieure de la statuette le nez dans la boue, comme on enterrait alors les criminels condamnés.

Les archéologues ignorent qui fut ainsi maudit, mais ils ont retrouvé chacun des éléments de cette scène. Au printemps 2000, une fouille de sauvetage a été menée dans le vieux Mayence. La mise au jour d'un lieu de culte domestique a révélé comment priait le peuple de cette ville de garnison romaine. L'endroit se trouve non loin de l'ancienne rue qui reliait l'un des camps militaires au pont sur le Rhin. Pour accéder aux vestiges romains, les archéologues ont évacué six mètres de remblais situés sous les restes d'un monastère moyenâgeux.

Mayence est l'une de ces cités, où l'on ne peut faire un trou sans découvrir des vestiges. La ville a été fondée sous l'empereur Auguste au cours de l'invasion romaine (-27 à 14). Afin de se garder des attaques sporadiques des germains qui vivaient au Nord du fleuve, les Romains y érigèrent progressivement un mur fortifié de 550 kilomètres de long : le *limes*. Il fallait des troupes pour le garder et des bases arrière. En deçà du fleuve, le site de Mayence était stratégique, puisque placé face au confluent du Main et du Rhin. Jusqu'à 20 000 combattants, c'est-à-dire quatre légions y furent cantonnées. Comme le nouveau camp accueillait presque autant de troupes de soutien, il concentrait un énorme pouvoir d'achat, qui bientôt attira, marchands, artisans, tenanciers d'au-

berges, prostituées... Mayence était née. La ville eut bientôt son théâtre, son aqueduc, son lieu de culte...

Lieu grouillant de vie, ce dernier se composait d'une série de fosses maçonnées, où les adorateurs célébraient leurs dieux. Des restes de pieux en bois attestent que ces fosses étaient probablement recouvertes d'une maisonnette à colombage. Une guilde de petits marchands s'y était fixée, qui servait les citoyens venus prier, leur vendait des ustensiles de culte, les approvisionnait... Aucune trace de temple n'a été retrouvée à proximité du lieu de culte domestique.

Nul ne sait quels dieux y étaient honorés. Trouaille exceptionnelle, une statuette masculine (*ci-dessous*) a été découverte, laquelle porte des traces manifestes de torture. Elle indique que les habitants pratiquaient des malédictions. S'agit-il là d'un reste de magie celte ? Nul ne le sait. Les archéologues ont aussi dégagé une dizaine de tablettes de plomb. Les adorateurs romains y inscrivaient leur suppliques avant de les rouler et de les cacher dans un lieu sacré. En voie de restauration, elles n'ont pas encore été déroulées.

Une chose intriguait les Mayençais : pourquoi les anciens habitants de Mayence ont-ils consacré à leurs rites un endroit aussi central de la ville ? Un mystère que les fouilles ont éclairci en révélant la présence sur le lieu de culte de deux tumulus (tombes celtes). Une sensation, car personne n'avait encore la preuve que les Celtes occupaient le site avant les Romains. L'hypothèse semblait pourtant bonne puisque le nom Mogontiacum dérive de celui du dieu celte de la lumière : Magon. La majorité des habitants de la ville était probablement des celtes romanisés, qui respectaient les cimetières de leurs ancêtres.

Andrew COLE et Rainer FAHR



Lors des fouilles récentes d'un lieu de culte de la ville romaine de Mogontiacum (Mayence), la trouvaille la plus intéressante fut cette statuette ; cette dernière avait été brisée indiquant peut-être la pratique d'une sorte de malédiction, de magie celte.

Le chant d'amour des drosophiles

Pour séduire leur partenaire, les drosophiles mâles chantent avec leurs ailes.

Les drosophiles mâles séduisent les femelles... en chantant. Le chant de cour, grésillement ténu inaudible pour l'oreille humaine, ne résulte pas d'une improvisation romantique mais suit, au contraire, un rythme précis et propre à chaque espèce. Depuis les années 1960, de nombreuses équipes, notamment celle de H. Bennet-Clark, en Angleterre, s'intéressent à la communication acoustique chez ces mouches. Pour «chuchoter des mots doux», le mâle déploie une aile – parfois les deux – et la fait vibrer. La femelle «écoute» par l'intermédiaire d'un segment d'antenne sensible aux variations de pression de l'air. Quel est le rôle du signal acoustique dans la parade nuptiale ? Fanny Rybak, Bruno Moulin et Thierry Aubin, du laboratoire de neurobiologie de l'apprentissage et de la mémoire du CNRS, à la Faculté des sciences d'Orsay, ont mis au point une technique d'enregistrement du chant de cour, et montré que la communication acoustique joue un rôle essentiel dans la reconnaissance des partenaires.

Le rituel de la parade nuptiale de la drosophile, qui dure de une à dix minutes, est très précis et comporte divers signaux, visuels, tactiles, chimiques et acoustiques. Le mâle commence par s'orienter vers la femelle, puis, avec une patte antérieure pourvue de récepteurs gustatifs, se renseigne sur son identité, en touchant l'abdomen qui porte des substances chimiques, les phéromones. Il écarte alors une aile et la fait vibrer. Après quelques refus, la femelle finit par écarter ses plaques génitales et accepter l'accouplement.

Le chant de cour du mâle est constitué de deux types de signaux distincts, le chant pulsé et le chant sinusoïdal. Le chant pulsé est une succession d'unités sonores simples émises en rafales. C'est toujours la même unité qui est répétée, une douzaine de fois au plus. L'intervalle qui sépare deux unités est caractéristique de l'espèce : il est égal à



35 millisecondes chez *Drosophila melanogaster*, et à 56 millisecondes chez *Drosophila simulans*, par exemple. Le chant sinusoïdal est une onde sinusoïdale régulière, une sorte de bourdonnement. Les deux signaux peuvent être émis isolément, successivement ou, parfois même, simultanément.

Le chant de cour ne porte qu'à très courte distance, tout juste à quelques millimètres. Au laboratoire, les deux partenaires sont placés dans une petite chambre acoustique bien isolée : l'équipe d'Orsay enregistre, d'une part, les bruits émis par le couple de drosophiles et le bruit de fond, et, d'autre part, uniquement ce bruit de fond. La soustraction des signaux des deux enregistrements simultanés permet à F. Rybak et à T. Aubin d'isoler les signaux spécifiquement émis par le couple. Ils ont ainsi confirmé que les femelles sont presque insensibles aux variations de fréquences des deux types de chants, mais qu'elles sont très sensibles à l'intervalle de temps qui sépare les unités sonores à l'intérieur d'une même rafale du chant pulsé et à la durée de chaque rafale, c'est-à-dire au nombre d'unités sonores par rafale.

Toutefois, une question restait ouverte : lors de la parade nuptiale, l'attitude des femelles est-elle dictée plutôt par les signaux acoustiques (le chant) ou par les signaux chimiques (les phéromones) ? Pour dissocier odeurs et chant, l'équipe d'Orsay a réussi à obtenir des mâles muets et des mâles sans odeurs. S'il est aisé d'obtenir des mâles muets – il suffit de leur couper les ailes –, l'élimination des substances responsables des odeurs était plus difficile.

On a montré que le gène «transformeur», participe à la différenciation sexuelle et à la production des phéromones. Son expression peut être inhibée à volonté lorsqu'il est associé à un gène codant une protéine de choc thermique. Ce dernier n'existe pas naturellement dans le génome des drosophiles. F. Rybak, Gilles Sureau et T. Aubin l'ont inséré dans le génome des parents des mâles utilisés pour l'expérience : en faisant subir aux drosophiles un choc thermique à 37 °C, on déclenche l'expression de la protéine de choc thermique, laquelle inhibe la synthèse des phéromones : ils ont ainsi obtenu des mâles sans odeurs, mais qui ont une parade normale, chantent et s'accouplent.

Les expériences ont révélé que les femelles sont plus sensibles aux signaux acoustiques qu'aux signaux chimiques. La communication acoustique semble être un mécanisme clé de reconnaissance de l'espèce, qui évite les accouplements entre espèces différentes.

Marie-Thérèse LANDOUSY

Éclaircies sur Titan

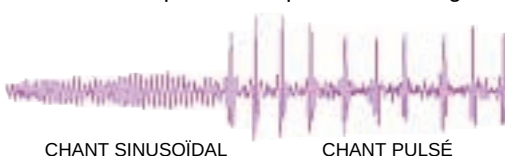
Bulletin météo sur Titan : importants passages de nuages de méthane.

Une partie du voile vient de se lever sur Titan, la plus grosse des 22 lunes de Saturne, jusqu'à présent masquée par d'épaisses brumes orange, opaques en lumière visible. Caitlin Griffith, de l'Université d'Arizona, a observé son atmosphère grâce au télescope infrarouge Keck, à Hawaii : des gros nuages s'y forment, y circulent, et se dissipent en quelques heures. Il pleut sur Titan, mais les pluies qui s'y abattent sont des pluies de méthane !

L'atmosphère de Titan se compose d'azote (95 pour cent), d'argon, d'hydrogène et d'hydrocarbures, ce qui la rend similaire à l'atmosphère de la Terre primitive. Elle contient en outre deux à quatre pour cent de méthane, ce qui intriguait les astronomes. En effet, Titan est bombardée de photons, dont la densité est cent fois inférieure à celle qui atteint la Terre. Ils sont toutefois assez nombreux pour décomposer le méthane en molécules organiques, des aérosols qui retombent sur Titan. Le méthane aurait dû disparaître peu à peu de l'atmosphère, et les réserves devraient être épuisées depuis 4,5 milliards d'années d'après les estimations des astronomes ! Or ce n'est pas le cas.

La partie basse de l'atmosphère (la troposphère) contient dix pour cent de méthane et les couches supérieures environ deux pour cent. Par conséquent, les réserves de méthane atmosphérique se renouvellent. Comment ? La découverte de nuages montrerait l'existence d'un cycle du méthane, similaire au cycle de l'eau sur Terre. Le méthane s'évaporerait du sol, peut-être de lacs ou de réserves dans un sol poreux. Il se condenserait dans la troposphère et formerait des nuages à une altitude de 15 kilomètres. Puis, il pleuvrait.

Toutefois, les nuages se condensent sur la Terre grâce à des germes (pollens, sels...) bien sûr inexistantes sur Titan. Les astronomes expliquent alors le cycle du méthane grâce à une autre hypothèse, proposée par Régis Courtin, à l'Observatoire de Meudon. Selon lui, les couches basses de l'atmosphère seraient saturées en méthane, et lorsque la tension de vapeur saturante serait atteinte, le méthane passerait de l'état gazeux à l'état liquide et de grosses gouttes retomberaient sur le sol. Enfin, selon d'autres astronomes, l'atmosphère de Titan serait tellement instable



La structure du chant est un signe de reconnaissance chez les drosophiles.

Adam et Ève ne se sont pas croisés

Notre «père» ancestral aurait 80 000 ans de moins que notre «mère», d'après une étude génétique de l'équipe de Peter Oefner, de l'Université Stanford. L'ADN contenu dans de petits organites cellulaires nommés mitochondries est uniquement transmis par la mère, tandis que le chromosome sexuel Y est transmis de père en fils. En analysant ces deux marqueurs, les généticiens ont retracé notre arbre généalogique. Aujourd'hui, tous les êtres humains ont un ADN mitochondrial issu de l'Ève mitochondriale, qui vivait il y a 140 000 ans. En revanche, l'Adam porteur du premier chromosome Y, dont est issu le chromosome sexuel de l'homme moderne, a vécu bien plus tard, il y a 50 000 à 70 000 ans.

La température de la couronne

Les astronomes savaient que l'atmosphère externe du Soleil, la couronne, est des centaines de fois plus chaude que la surface solaire, mais s'interrogeaient sur le mécanisme de chauffage. Des images



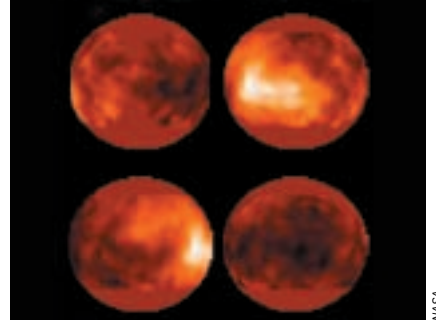
de cette couronne enregistrées par la sonde TRACE ont apporté des indices. Elles révèlent que chaque boucle (des «geysers» de gaz d'atomes de fer ionisés qui jaillissent et s'élèvent à des centaines de milliers de kilomètres) est constituée de nombreuses boucles fines. Contrairement à ce que l'on pensait, ces boucles seraient chauffées par leur base, près de la surface solaire, passant de 5 800 °C à plusieurs millions de degrés.

Synthèse vocale et accents

Un ordinateur saura-t-il prononcer *Debreuil* quand il lira *De Broglie*? La synthèse vocale est mise en défaut aussitôt qu'elle traite des noms propres, par exemple des noms de rues lors de la navigation assistée en voiture. Afin de tenir compte des particularités de prononciation, une Société belge la *Phonetic Topographics* a introduit une étape supplémentaire dans le procédé de synthèse vocale. Au lieu de transcrire directement les noms propres écrits en codes lus, puis énoncés par l'ordinateur, chacun des noms est transcrit en phonétique par des linguistes. On a demandé à des personnes de reconnaître des noms propres énoncés par l'ordinateur : avec le nouveau traitement, la reconnaissance des noms propres est notablement améliorée.

qu'elle s'effondrerait périodiquement avant de se recréer.

Le vaisseau *Cassini* devrait apporter des informations sur ce phénomène. Il a quitté la Terre le 15 octobre 1997 en direction de Saturne et transporte le module *Huygens* destiné à être parachuté à la surface de Titan en 2004. Outre la question de la présence de méthane dans l'atmosphère de Titan, c'est aussi celle de l'origine de la vie qui est en suspens. Même si les basses températures et l'absence d'eau liquide sur Titan ne semblent pas permettre l'apparition de la vie telle que nous la connaissons, Titan constitue néanmoins un



Vues de la surface de Titan photographié en infrarouge par Hubble. Les zones les plus brillantes, seraient des régions de relief élevé.

laboratoire naturel où s'élaborent et évoluent des molécules organiques complexes, qui, sur la Terre ont été le préambule à l'apparition de la vie.

Virus canin, tueur de phoques

Un virus canin a été responsable de la mort de 20 000 phoques, l'été dernier.

Un virus canin, responsable de la maladie du jeune chien, la maladie de Carré, a causé la mort de 20 000 phoques de la mer Caspienne, l'été dernier. Comment ce virus s'est-il transmis ? Comment a-t-il franchi la barrière qui sépare des espèces si éloignées ? Est-il le seul facteur de l'épidémie ? Autant de questions qui agitent la communauté des biologistes.

Les phoques de la mer Caspienne, *Phoca caspica*, étaient environ un million, au début du XX^e siècle ; ils ne seraient plus aujourd'hui que 400 000. Répertoriés par l'organisation mondiale de la protection de la vie sauvage comme une espèce menacée, les phoques ont commencé à mourir par centaines dès le mois d'avril,



après leur hivernage au Nord de la mer Caspienne. Cette mer, la plus grande mer intérieure du monde, est aussi l'une des plus polluées : de fortes concentrations de substances toxiques telles que des métaux lourds, des pesticides (DDT, PCB) et des dioxines issues de diverses activités industrielles et agricoles, y ont été enregistrées. À tel point que les biologistes ont d'abord accusé les usines qui bordent les côtes de la mer Caspienne. Cependant, les experts sont formels : la pollution ne peut être tenue pour seule responsable de la mortalité observée.

Une équipe conduite par le biologiste irlandais, Seamus Kennedy a étudié des échantillons de tissus prélevés sur 16 phoques morts : les examens ont révélé la présence d'un morbillivirus, dont le représentant le plus connu est celui de la rougeole. Une étude approfondie a révélé que le génome du virus ravageur est identique à celui du virus de la maladie de Carré, appartenant au genre morbillivirus. Les morbillivirus connus infectent les cellules épithéliales, les cellules nerveuses et les cellules du système immunitaire des animaux.

De précédentes contaminations de phoques par des morbillivirus provenant du chien domestique ont déjà été observées. Ces précédents, d'une moins grande ampleur, semblent indiquer la présence du virus à l'état latent dans la population des phoques de la mer Caspienne, ou des transmissions répétées à partir d'un «réservoir».

La sensibilité des phoques à ce virus a sans doute été favorisée par la pollution qui règne dans les eaux de la mer Caspienne et qui entraîne une baisse des défenses immunitaires augmentant leur vulnérabilité. Cette infection est un nouvel exemple non pas de l'émergence de nouvelles maladies, mais de la transmission d'anciennes maladies à de nouvelles espèces, qui ne sont pas préparées pour combattre ces micro-organismes.