

Sardines et anchois

Pour se protéger des prédateurs, certains poissons se dissimulent dans des bancs d'autres espèces, mais ils ne résistent pas aux nouvelles conditions de vie.

Les différentes espèces de poissons de pleine mer (sardines, anchois, maquereaux...) ne coexistent jamais en grand nombre dans une même région océanique. On constate que, lorsque la biomasse des anchois augmente, celle des sardines diminue, parfois pendant plusieurs décennies. Ainsi, le long des côtes californiennes, la population de sardines a diminué, à partir des années 1940 : à la fin des années 1960, on n'en trouvait plus que quelques-unes, dans des bancs de maquereaux. Le phénomène inverse existe aussi, les sardines se multipliant au détriment des anchois. Depuis longtemps, les océanographes s'interrogent sur l'origine de telles variations de population. Ces poissons ne sont pas en concurrence pour la nourriture, car ils n'ont pas le même régime alimentaire. D'autre part, ils mangent aussi bien leurs propres œufs que ceux des autres espèces : il n'y a pas de prédation préférentielle de l'une des espèces par l'autre. Philippe Cury et ses collègues de l'Institut de recherche pour le développement (IRD) ont découvert que les contraintes de la vie en banc sont responsables des variations de population.



Les bancs de poissons de pleine mer contiennent parfois plusieurs espèces. L'espèce minoritaire pâtit alors du mode de vie imposé par l'espèce majoritaire, de sorte que son nombre d'individus décroît.

En analysant les prises au filet au large du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique du Sud, et les données acoustiques des campagnes de détection par sonar, ils ont montré que plus les membres d'une espèce sont rares, plus ils s'agrègent aux bancs d'une autre espèce : la proportion de l'espèce minoritaire est un indicateur de son abondance dans une région océanique donnée. Par exemple, en Afrique du Sud, lors de la pénurie de sardines, à la fin des années 1980, ces poissons représentaient dix pour cent de la biomasse des bancs où ils étaient pêchés.

N'étant pas assez nombreux pour former des bancs contenant leur seule espèce, ils rejoignent des bancs d'une autre espèce, de taille et de forme voisines. Les prédateurs ne les distinguent pas les uns des autres. En se camouflant dans un banc de poissons de même apparence, ils assurent leur survie. Toutefois, le mode de vie des sardines et celui des anchois diffèrent. Par exemple, les sardines migrent pour se reproduire. Les anchois qui les accompagnent, plus sédentaires, ne nagent pas aussi vite et peinent à les suivre. Les sardines filtrent l'eau pour se nourrir de particules en suspension. Les anchois aussi, mais ils ne récupèrent pas des particules aussi petites, si bien qu'ils ont des difficultés à survivre dans certains endroits où se rendent les sardines.

Similairement, les sardines subsistent mal dans des bancs de maquereaux. Ceux-ci sont des prédateurs : ils chassent des poissons plus petits, dans des zones où il n'y a pas toujours de nourriture en suspension pour les sardines. Enfin, pendant la période de reproduction, les anchois et les sardines mangent eux-mêmes une partie de leurs œufs : quand ils sont minoritaires dans un banc, presque tous leurs œufs sont mangés par l'espèce majoritaire (les périodes de ponte des deux espèces sont décalées). Ainsi, les poissons de l'espèce minoritaire se raréfient, car ils supportent mal les conditions de vie imposées par l'espèce majoritaire ; de plus, ils ne se reproduisent quasiment plus. On constate que les anchois prolifèrent au détriment des sardines, ou les sardines au détriment des anchois. La vie en banc, qui a un impact négatif sur l'espèce minoritaire, amplifie la perturbation initiale, due soit à un changement de l'environnement, soit à une pêche trop intensive.

BRÈVES

Caviar grand cru

Homogénéité, couleur de bronze, présence de taches blanches, grains collants, odeur d'anchois, de vinaigre, de bière... ces critères disparates ont été récemment définis par des biologistes de l'IFREMER pour caractériser le caviar. Grâce à cette «carte d'identité», les œufs d'esturgeons, qu'ils soient sauvages, élevés en bassin artificiel, en France, ou en étang, dans les pays d'Europe de l'Est, sont appréciés objectivement. Les premières comparaisons montrent que les propriétés organoleptiques du caviar dépendent principalement de l'alimentation de l'esturgeon, tandis que les conditions d'élevage n'ont guère d'influence. On évalue aujourd'hui le caviar comme un grand vin.



Observation directe

C'est l'arlésienne des chasseurs de planètes. Régulièrement, des astronomes annoncent avoir observé une planète hors du Système solaire. La dernière en date provient d'un groupe britannique qui prétend avoir observé directement la lumière réfléchie par une planète dans le spectre de l'étoile autour de laquelle elle orbite. L'effet statistique est marginal : il a fallu analyser près de 400 spectres de l'étoile Tau de la constellation du Bouvier pour déceler un léger effet. Ainsi la méthode est lourde à mettre en œuvre, mais elle donne des informations nouvelles, notamment l'albédo de la planète, c'est-à-dire la quantité de lumière qu'elle réfléchit.

Fille ou garçon ?

Quel sera le sexe de l'enfant à paraître ? Avant l'échographie qui permet de «voir» l'enfant dans le ventre de sa mère, diverses méthodes empiriques étaient utilisées pour cette prévision. Une équipe suédoise a étudié les femmes qui avaient été hospitalisées en raison de la gravité de leurs nausées et vomissements au début de leur grossesse. Plus ces désagréments sont marqués, plus l'enfant a de chances d'être une fille. Ces désagréments résulteraient d'une augmentation de la concentration en hormone HCG. Or, les concentrations maternelles en HCG sont supérieures, à la naissance, lorsqu'il s'agit d'une fille.

Martini glacé

Un secret d'agent secret a été dévoilé : les *Martinis* qui sont vigoureusement agités, mais non remués, comme les préfère James Bond (*shaken, not stirred*) ont des vertus qui expliquent sans doute l'excellente santé de l'espion de Sa

Gracieuse Majesté. Une équipe américaine a étudié les propriétés antioxydantes de la boisson préparée selon l'une ou l'autre façon. Agité, le *Martini* inactive plus efficacement le peroxyde d'oxygène, dont on connaît les propriétés délétères sur

les membranes cellulaires. L'équipe a également montré que, parmi les deux constituants de l'apéritif, le gin et le vermouth, le second a les propriétés antioxydantes les plus marquées. Toutefois James pourrait encore améliorer sa forme en buvant du whisky dont les propriétés anti-oxydantes sont supérieures.

Du bar au loup

Chez le poissonnier, que vous demandiez un loup ou un bar, vous pensez parler du même poisson que seule la provenance distingue : le loup est méditerranéen, tandis que le bar fréquente l'océan Atlantique. Pourtant, des études génétiques effectuées au laboratoire Génome, populations et interactions, de l'Université de Montpellier, montrent que le génome des deux populations diffère. La mer d'Alboran, située entre Almería en Espagne et Oran, au Maroc, constitue une frontière naturelle qui sépare les deux populations : le poisson pêché à Casablanca est plus proche d'un bar danois que d'un loup marseillais!

Nouvelles espèces en bouche

On connaissait plus de 500 types de bactéries – presque autant que dans la forêt tropicale – colonisant la bouche. La plupart assurent sécurité et confort ; seules quelques-unes abîment les dents ou donnent mauvaise haleine. David Relman et ses collègues de l'Université Stanford, qui s'intéressent aux bactéries de la plaque dentaire, ont été surpris d'y retrouver, à côté des espèces connues, des ADN inédits : 37 nouvelles espèces ont été identifiées. L'une d'elles est apparentée à des micro-organismes qui oxydent les métaux et que l'on trouve dans les sédiments lacustres. Que fait-elle dans la bouche ? Y séjourne-t-elle ou avait elle été apportée par l'eau de boisson ? La question reste ouverte.

Autocontrôle dans le ciel

Un système embarqué permettra aux avions de se croiser sans risque dans le ciel.

Cela n'aurait pas dû arriver. L'été dernier au-dessus de la Chine, deux *Boeing 747* volaient l'un vers l'autre dans le même couloir aérien séparés verticalement d'environ 700 mètres. Alors que les avions s'approchaient, le système anticollision de l'appareil le plus bas émit un message d'alerte sonore : «Grimpez, grimpez». Le pilote obtempéra et son avion se retrouva à quelques dizaines de mètres seulement sous le ventre de l'autre appareil. Les 422 passagers et membres d'équipage échappèrent de justesse à ce qui aurait été la pire des collisions de l'histoire de l'aviation.

Dans le monde, près de 10 000 systèmes anticollisions sont placés sur les avions de passagers et de fret. Mis au point dans les années 1980, après de nombreuses collisions en vol, ces instruments interrogent le radar d'altitude des avions voisins, puis affichent l'altitude du trafic jusqu'à 25 kilomètres alentour et, le cas échéant, émettent un message d'alerte audio. L'efficacité du système est avérée : après son adoption, le nombre de collisions évitées de justesse est passé de 20 à 4 par an, aux États-Unis. Son déploiement n'est pas terminé. Obligatoires pour les avions de passagers aux États-Unis depuis 1993, les instruments anticollisions le seront en Europe l'an prochain et dans le monde entier, en 2003 (pour les avions de plus de 15 tonnes ou qui transportent plus de 30 passagers).

Hormis cet incident en Chine, le système reste très sûr. Cependant, les ingénieurs réfléchissent à un nouvel instrument dont le rôle ne serait pas l'évitement des collisions. Aujourd'hui, les contrôleurs aériens sont chargés de maintenir l'écart entre deux avions. Ne pourrait-on imaginer transférer une partie de cette responsabilité aux pilotes eux mêmes ?

Un nouvel instrument, l'ADB-S, cofinancé par l'Association des compagnies aériennes de fret et par la Direction de l'aviation américaine, pourrait faire ce travail. Couplé à un récepteur GPS, il identifie et affiche en temps réel le trafic aérien à des centaines de kilomètres à la ronde. Non seulement il donne la position du trafic par rapport à l'avion hôte, mais il indique



également la vitesse du trafic et extrapole la position future des avions. Contrairement à la surveillance radar classique à bord des appareils de lignes, il n'a pas besoin d'interroger les appareils voisins pour avoir une réponse.

En juillet 1999, un test en vraie grandeur a réuni 24 appareils équipés de l'ADB-S. Les pilotes trouvèrent que l'affichage indiquait précisément l'accélération ou le ralentissement de l'avion qui les précédait, ce qui leur permettait d'ajuster facilement leur propre vitesse. Le plus souvent, par souci de sécurité, les pilotes restent plus éloignés des avions voisins que la distance minimale réglementaire, qui est égale à cinq kilomètres et demi lors des manœuvres d'atterrissage. Grâce à ce nouvel équipement, les avions pourront être séparés de cette distance, ce qui améliorera la cadence des atterrissages en toute sécurité. De surcroît, à l'inverse de l'ancien système et des radars embarqués classiques, le nouveau système fonctionne même au sol, ce qui réduira le risque d'accidents sur les pistes et dans les manœuvres d'approche.

Malgré le succès des essais, ces instruments restent très critiqués. Le déploiement des instruments anticollisions n'est pas terminé et chaque appareil coûte près d'un million de francs. Investir dans un nouvel appareillage serait onéreux. Toutefois, le système ADB-S pourrait avoir son utilité, notamment pour les vols océaniques où le positionnement des avions se fait encore par radio HF. L'ADB-S sera-t-il la pierre angulaire du contrôle aérien du futur ?



Les attentes sur les pistes d'aéroports seront réduites grâce au système ADB-S, qui affiche la position et la direction du trafic alentour sur un écran du poste de pilotage. Le triangle blanc est l'appareil-hôte, les autres avions sont en bleu et en jaune.

L'eau potable des singes

Les chimpanzés et les babouins creusent des trous près des flaques d'eau croupie pour y boire de l'eau filtrée.

Au Sénégal, les grands animaux sont encore relativement abondants. À la saison des pluies, ils se dispersent, car l'eau ne manque pas. À la saison sèche (de novembre à mai), ils se concentrent autour des points d'eau.

Toutefois, ces dernières années, il a plu moins que d'habitude. Les modifications de l'environnement, qu'elles aient des causes naturelles (sécheresse, désertification...) ou anthropiques (exploitation des ressources naturelles, extension des cultures...), se répercutent sur le comportement de la faune, notamment des grands singes. L'éthologiste (spécialiste des comportements animaux dans leur milieu naturel) Anh Galat-Luong et l'écologue Gérard Galat, de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), ont suivi des populations de primates, depuis 1996, et ont découvert deux nouveaux aspects de leur comportement.

Premièrement, ils ont observé qu'en saison sèche, certains chimpanzés et babouins délaissent les flaques d'eau croupie au fond des rivières asséchées. Pour boire, ils creusent des trous à la main (les chimpanzés parfois à l'aide d'un bâton de bois) à proximité des flaques, dans du sable fin. L'eau emplit le trou après avoir été filtrée par le sable : elle est limpide. Les analyses bactériologiques montrent qu'elle est dépourvue des germes pathogènes présents dans les flaques d'eau voisines. Les empreintes des chimpanzés et des babouins (identifiables par leurs formes, leurs dimensions, leurs proportions, la répartition des pressions...) sont localisées autour des trous, tandis qu'on ne



Ce trou (au centre) a été creusé par un chimpanzé à proximité d'une flaque d'eau croupie (en haut à gauche). L'eau s'infiltre et emplit le trou. Le singe améliore ainsi la qualité de l'eau qu'il boit.

distingue aucune trace autour des flaques d'eau croupie. De nombreux mammifères creusent le fond des rivières complètement asséchées, mais les chimpanzés sont les seuls à creuser quand l'eau est encore disponible dans des flaques résiduelles : ils améliorent ainsi la qualité de l'eau qu'ils boivent.

Deuxièmement, A. Galat-Luong et G. Galat ont aussi observé une évolution du comportement du Colobe bai, une espèce de primate qui, il y a 20 ans, était uniquement arboricole et se nourrissait de feuilles. Aujourd'hui, elle se déplace sur le sol de la savane, s'éloigne des rubans de forêts qui longent les rivières et mange des fruits. La déforestation est la principale cause de cette évolution : certaines forêts de l'Ouest du Sénégal sont quatre fois moins denses qu'il y a 20 ans.

Ces travaux montrent les capacités d'adaptation des primates aux changements de l'environnement en Afrique de l'Ouest. Les populations concernées sont de plus en plus divisées en sous-populations isolées les unes des autres ; les groupes les plus petits sont menacés d'extinction. Ces recherches serviront à leur protection, car elles fournissent les fondements scientifiques nécessaires aux personnes en charge de la gestion de la faune du Sénégal.

Transit de planètes

Première observation du transit d'une planète extrasolaire.

En 1743 et en 1764, Guillaume le Gentil de la Galaisière et d'autres astronomes observent le passage de Vénus devant le Soleil. Grâce à cette observation, les astronomes mesurent avec précision le diamètre de Vénus. En 1999, deux équipes internationales ont refait le même type d'observations que leurs illustres prédécesseurs, mais hors du Système solaire ; ils ont observé, de manière indépendante, le transit d'une planète extrasolaire devant HD 209458, une étoile analogue au Soleil.

Depuis cinq ans, les astronomes ont découvert une trentaine de planètes extrasolaires. Jusqu'à aujourd'hui, les seules informations sur ces objets résultaient de la mesure des vitesses radiales de leur étoile hôte : la présence d'une planète autour d'une étoile modifie l'orbite de cette dernière, qui semble osciller dans le ciel. En analysant les raies du spectre lumineux émis par une étoile, on détecte des oscillations, d'où l'on déduit leur orbite et les caractéristiques d'une éventuelle planète, telles sa masse et sa distance de l'étoile.

Les planètes extrasolaires découvertes jusqu'à présent ont des masses voisines de celle de Jupiter, de sorte que l'on imagine que ce sont des géantes gazeuses, mais aucune indication sur la taille de ces objets ne pouvait être déduite. Les astronomes ont imaginé qu'en observant le transit d'une planète devant une étoile, la luminosité de l'étoile serait réduite.

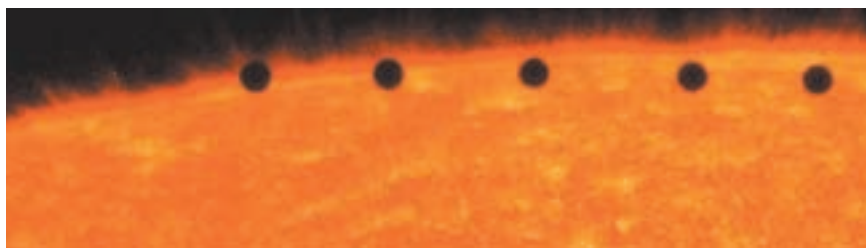
Verrait-on des transits pour toutes les planètes extrasolaires ? En supposant que les plans des orbites sont inclinés aléatoirement par rapport à la ligne de visée et en considérant des planètes de la taille de Jupiter, en orbite à 7,5 millions de kilomètres de leur étoile, on estime les chances d'observer un transit à une sur dix.

Les efforts se sont concentrés sur HD 209458, dont on avait découvert les modifications périodiques de l'orbite en juin 1999. En août et en septembre 1999, une équipe composée d'astronomes suisses et américains, dirigée par David Charbonneau, du Centre d'astrophysique de Harvard, a observé cette étoile pendant une durée cumulée de dix nuits. Durant plusieurs nuits, l'observation ne révéla pas de variation de luminosité, mais, le 9 et le 16 septembre, l'éclat de l'étoile diminua de près de deux pour cent plusieurs heures durant (voir la figure). Cette baisse de luminosité était due au passage de la planète devant l'étoile ; le rapport de luminosité est

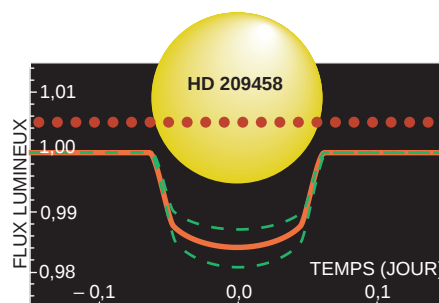


À la saison sèche, les bandes de singes se rassemblent autour des points d'eau. Ces babouins traversent une mare asséchée.

TRACE



À gauche, on observe le transit de Mercure qui est passé devant le Soleil en novembre 1999. À droite, la variation de la luminosité en fonction du temps, indique que, de la même façon, une planète (les ronds rouges) est passée devant l'étoile HD 209458 (en jaune). La courbe qui s'ajuste le mieux aux données (en rouge) indique le rapport entre la



surface du disque de la planète et celle de l'étoile. Connaissant la taille de l'étoile, les astronomes en déduisent la taille de la planète. Les courbes en pointillés verts indiquent la luminosité que l'on aurait mesurée si le diamètre de la planète avait été supérieur (courbe du haut) ou inférieur (courbe du bas) de dix pour cent à la taille calculée.

simplement le rapport entre la surface du disque de la planète et celle de l'étoile.

Pour connaître, la surface du disque de la planète, il faut donc connaître la surface du disque stellaire. À l'aide d'observations spectroscopiques et de différents modèles, les astronomes calculèrent que HD 209458 a une masse égale à 1,1 masse solaire et un rayon de 1,3 rayon solaire. Munis de ces éléments et de l'observation du transit, les astronomes estiment que la planète décelée a un rayon de 1,5 fois le rayon de Jupiter et une masse de 0,7 fois la masse de Jupiter. C'est la première planète extrasolaire dont on connaît la masse et le rayon, de sorte que de nombreuses informations nouvelles

peuvent être déduites. Sa densité moyenne est de 0,23 gramme par centimètre cube, sensiblement inférieure à la densité moyenne de Saturne, la moins dense des planètes du Système solaire. Les astronomes ont aussi estimé le flux d'énergie reçu par cette planète de la part de son étoile : la planète devrait encore avoir la plus grande partie de son atmosphère.

Cette découverte est une étape majeure dans l'étude des planètes extrasolaires : elle confirme que les variations de vitesses radiales d'étoiles résultent de la présence d'une planète en orbite, notamment pour les orbites de courte période où un doute subsistait. De surcroît, grâce à une bonne estimation du rayon de la pla-

nète et de sa masse, on peut affirmer qu'il s'agit d'une planète analogue aux planètes gazeuses du Système solaire.

La combinaison de la spectrométrie, des mesures de vitesses radiales et des mesures de transit, est un outil particulièrement puissant pour calculer les paramètres orbitaux des planètes extrasolaires et certains paramètres, tel le rayon, lequel est déterminé par la masse de la planète, son âge, son insolation et sa composition. Les données de cette planète sont conformes aux modèles de planète mis au point par Tristan Guillot, de l'Observatoire de Nice. De l'ère de la détection des planètes extrasolaires, nous entrons de plein pied dans l'ère de leur physique.

L'électricité de la peau de chat

L'électricité statique explorée à l'échelle atomique.

« Quand un morceau de verre et un morceau de résine sont frottés l'un contre l'autre, tant que leurs surfaces frottées sont laissées en contact, aucune propriété électrique ne se manifeste ; mais dès qu'on les sépare, ils s'attirent. » Par ces lignes, James Clerk Maxwell commence en 1891 son *Traité de l'électricité et du magnétisme* ; il y décrit les phénomènes triboélectriques, c'est-à-dire d'électrisation par frottements, que nous avons réexplorés à l'échelle submicroscopique, à l'aide des techniques de microscopie à force atomique.

Les Grecs, déjà, avaient constaté que les corps légers sont attirés par des bâtons d'ambre préalablement frottés avec des tissus, mais c'est seulement à partir du XVIII^e siècle que les « philosophes naturels » étudièrent systématiquement ces phénomènes et fondèrent alors une nouvelle discipline : l'électricité (en grec, « ambre » se dit « électron »).

La triboélectricité est alors au cœur de toutes les expériences d'électricité, mais au XIX^e siècle, l'invention de la pile par le chimiste italien Alessandro Volta bouleverse la discipline. Le phénomène triboélectrique devient alors une curiosité, et il faut attendre la mise au point des fibres textiles synthétiques, dans les années 1950, pour qu'il renaisse, les industriels souhaitant éviter les ruptures de chaînes dues aux étincelles électriques, lors du tirage des fils.

La physique moderne décrit alors la triboélectricité par un transfert d'électrons entre des surfaces en contact. Ce transfert est caractérisé par trois paramètres : la charge échangée, l'aire de la surface d'échange, et la différence d'énergie « naturelle » des électrons dans les deux matériaux avant leur mise en contact. Lorsque le contact est établi, les électrons « coulent », comme un « fluide électrique », d'un milieu à un autre, de sorte que tous les électrons aient finalement la même énergie.

En revanche, l'interprétation détaillée du phénomène reste controversée. Plusieurs descriptions théoriques concurrentes proposent des relations différentes entre la densité de charges transférées et la différence d'énergie électronique des deux surfaces. Malheureusement aucune

des expériences ne permettait de tester correctement ces descriptions. Plusieurs questions demeuraient ainsi ouvertes : les électrons transférés proviennent-ils de la surface ou du volume des matériaux ? Les charges transférées sont-elles stables ? Comment évoluent-elles dans le temps ? Comment le frottement détermine-t-il l'échange d'électrons ?

Nous avons analysé la triboélectricité à l'aide d'un microscope à force atomique. Cet instrument, que nous avons adapté au dépôt de charges électriques, permet des échanges sur des surfaces d'aire bien définie, et il mesure également la quantité de charges déposées et la différence d'énergie électronique entre les matériaux qui participent aux échanges d'électrons.

Le cœur de l'appareil est une pointe fine, métallisée (le sommet s'apparente à une demi-sphère de quelques millièmes de micromètre de diamètre), fixée à l'extrémité d'un levier. Le dépôt de charges s'effectue en deux temps : on pose préalablement la pointe sur la surface d'un isolant, puis on transfère des électrons de la pointe à la surface, soit en frottant la pointe sur la surface, comme on le faisait avec une peau de chat, soit en appliquant une tension électrique entre la surface (une couche d'oxyde isolant que l'on a fait croître sur une feuille métallique) et la pointe. Ce