

Parasites et environnement

Certains parasites modifient le comportement des mollusques qu'ils colonisent, mais aussi celui d'autres organismes marins.

Les grandes bandes sablonneuses du littoral de Nouvelle-Zélande abritent une variété de coques quelquefois parasitées par un ver, le trématode *Curtuteria australis*. En l'absence de rochers, les coquilles de coques constituent l'unique substrat solide sur lequel s'ancrent deux espèces d'invertébrés : les anémones de mer et les patelles (mollusques à coquille conique) qui se disputent ce support vivant.

François Renaud et son équipe du Laboratoire de parasitologie comparée, à Montpellier, ont étudié l'influence de ce parasite sur les coques et ses conséquences sur l'écologie des anémones et des patelles associées. Sur des parcelles du littoral, ils ont observé des populations de coques retenues par des fils à des petits piquets plantés dans le sol. À marée basse, les coques s'enfoncent de quelques millimètres sous le sable.

Les larves du ver ressemblent à de petits têtards microscopiques : ce sont des «cercaires», qui se multiplient dans un escargot marin avant d'être aspirées par les siphons inhalants des coques où elles perdent leurs flagelles et se métamorphosent. Sous une autre forme larvaire, la métacercare, elles se regroupent en petits kystes et entravent le fonctionnement du muscle du pied de la coque. Elles empêchent les coques de s'enfouir, et les courants les entraînent à la surface. À marée basse, lorsque la mer se retire, les mollusques infectés restent à la surface où le prédateur des coques, l'hôte final du parasite, un huître-pie, les consomme sans difficulté. Ces oiseaux sont friands de coquillages, qu'ils cassent de leur bec. Le parasite se reproduit à l'état adulte dans le tube digestif de l'oiseau qui rejette les œufs dans la mer par ses déjections ; un nouveau cycle recommence.

Un parasite que l'on trouve en Camargue suit un cycle similaire. *Meio-gymnophallus fossarum* infecte et perturbe le comportement des palourdes. Par un mécanisme encore inconnu, le coquillage colonisé tourne de 90 degrés, de sorte que son pied n'est plus en contact avec le sédiment. Le mollusque ne s'enfouit presque plus et reste béant, vulnérable à l'huître-pie local. La convergence évolutive entre le trématode néo-zélandais et son homologue camarguais est remarquable ; par des moyens différents, les deux parasites

obtiennent le même résultat. Ces parasites ne sont pas pathogènes pour l'hôte final, ils n'occasionnent aucune gêne chez l'huître-pie pour qui le bénéfice alimentaire est supérieur au coût de l'infection.

Curtuteria australis agit directement sur la population de coques néo-zélandaises, mais influe-t-il sur les populations d'anémones et de patelles ? En l'absence du parasite, l'anémone est avantagée car, carnivore, elle se nourrit des patelles ancrées sur la même coque. En présence du parasite, il existe en revanche deux catégories de coques. Les chercheurs ont déterminé si les coques parasitées à la surface étaient utilisées de la même manière par les deux types d'invertébrés associés.

Les patelles, dépourvues d'organes fouisseurs, ont plus de chance de rencontrer une coque infectée qu'une coque saine régulièrement enfouie : les patelles sont plus nombreuses sur les coques parasitées, que les anémones soient présentes ou non.

Au contraire, les anémones sont beaucoup plus sensibles à la déshydratation que les patelles lors de la marée basse. Selon un test effectué par l'équipe de Montpellier, après une exposition d'une heure au soleil, 50 pour cent des anémones meurent contre 10 pour cent seulement des patelles. Ces dernières plaquent hermétiquement leurs coquilles contre le substrat, résistant à la dessiccation grâce à l'eau emprisonnée. Ainsi, une majorité d'anémones survit sur les coques non infectées, celles qui s'enfouissent à chaque marée basse et restent en milieu humide.

La modification du comportement d'une partie des coques par la présence de *Curtuteria australis* bouleverse les populations des deux invertébrés. La compétition pour les coquilles substrats est supprimée : selon qu'elles sont infectées ou non, les coques favoriseront la fixation des patelles ou des anémones.

Les travaux de l'équipe de Montpellier indiquent pour la première fois que la relation parasite-hôte n'est plus séparable de son environnement naturel, et que l'influence d'un parasite dépasse dans certains cas le cadre restreint de son hôte.

Le qualificatif d'ingénieur de l'écosystème était jusqu'à présent réservé à des espèces animales macroscopiques comme les termites ou les castors, dont l'action sur l'environnement est patente. Elle concerne désormais les organismes microscopiques qui par leur seule présence, longtemps négligée par les écologistes, modifient les caractéristiques d'un environnement.



En l'absence de rochers, les anémones de mer *Anthopleura aureoradiata* (à gauche) et les patelles *Notoacmea helmsi* (à droite) se partagent les coquilles de coques.

Frédéric Renaud

Dracula, un enragé?

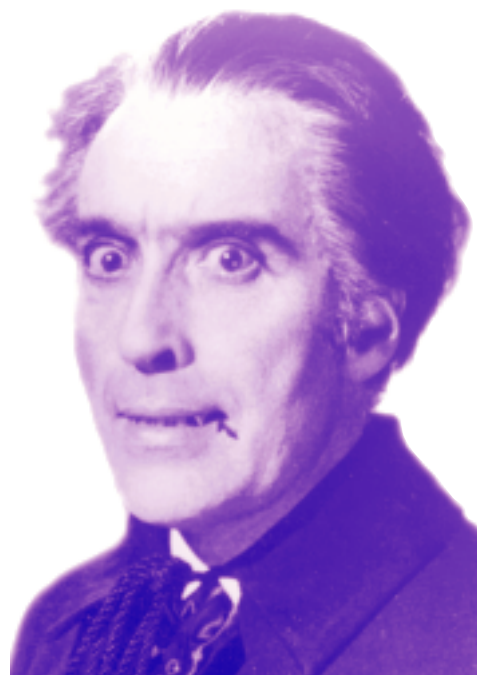
Les vampires seraient nés de l'observation de personnes infectées par le virus de la rage.

Selon Voltaire, les vampires étaient le seul sujet de conversation entre 1730 et 1735. En 1693, une gazette révèle l'existence de cadavres étranges dont le sang restait fluide. En peu de temps, la croyance selon laquelle ces cadavres étranges quittent leur tombe se propage dans les Balkans. Au cours de l'hiver 1731-1732, dans le village serbe de Medvedja, on rapporte que des paysans ont été tués par des vampires, et que plusieurs cadavres présentent les signes du vampirisme. Après plusieurs profanations de tombes, les autorités autrichiennes doivent intervenir, et l'événement fit grand bruit dans toute l'Europe.

Les vampires se nourrissent du sang des hommes, sont noctambules et grands séducteurs, ont une aversion pour l'ail, et les miroirs ne renvoient pas leur image ; ils sont souvent associés aux chauves-souris et aux loups. Le vampirisme se transmet par morsures. Or, d'après ces caractéristiques, le neurologue espagnol Juan Gomez-Alonso de l'Hôpital Xeral, à Vigo, a émis l'hypothèse, publiée dans la revue *Neurology*, que vampires et personnes atteintes de la rage ont de nombreux points communs. Les vampires ne seraient-ils que des enragés?

La rage est une infection virale qui attaque le système nerveux central et peut entraîner la mort. Elle se transmet par la salive, lors d'une morsure par un animal infecté (la transmission d'homme à homme reste contestée). Le traitement doit commencer dès la morsure, avant l'apparition des premiers symptômes qui surviennent d'autant plus vite que la morsure a été proche du cerveau (au cou par exemple). Le virus de la rage s'attaque surtout au système limbique, qui contrôle les émotions et le comportement.

J. Gomez-Alonso a recensé les nombreuses similarités entre les caractéristiques des vampires et les symptômes des personnes enragées. Ainsi, les personnes enragées ont souvent des insomnies, pendant lesquelles elles errent. Les hommes enragés (car ils sont plus fréquemment atteints que les femmes) sont agités et excessivement sensibles, à l'eau, à la lumière et aux odeurs, peut-être celle de l'ail. Certains ont des spasmes, des contractions de la face, du larynx et du pharynx, qui provoquent l'émission de sons rauques, voire l'apparition d'une écume sanguinolente à la commissure des lèvres, car la salive ne peut plus être avalée. Les spasmes sont déclenchés par l'eau, la lumière ou les miroirs (une personne n'était pas considérée comme enragée si elle pouvait se regarder dans un miroir). Au cours de crises, les enragés ont un comportement agressif et tentent de mordre leurs proches. Leurs appétits sexuels sont parfois décuplés. Enfin, les personnes mortes de la rage ont parfois du sang qui s'échappe de leur bouche.



Christopher Lee, dans le rôle du comte Dracula.

Outre ces indices physiologiques, d'autres coïncidences étayent l'hypothèse du médecin espagnol. Ainsi, la chauve-souris et le loup, associés aux vampires, sont deux animaux qui transmettent la rage. Les légendes sur les vampires semblent être nées lors d'une épidémie particulièrement meurtrière de rage qui toucha surtout les chiens et les loups, en Hongrie, entre 1721 et 1728. L'observation du comportement étrange et violent des victimes de la rage a peut-être conduit quelque conteur à l'imagination fertile à inventer les vampires.

Accélération anormale

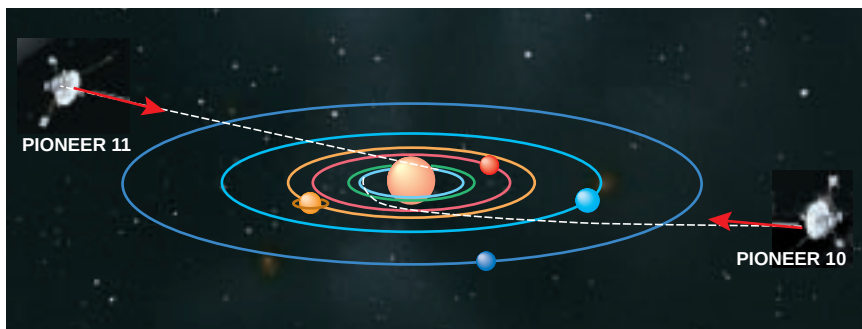
L'émission en provenance de sondes spatiales révèle une accélération inexpliquée.

Connaissant les forces qui s'exercent sur un objet, tout lycéen apprend à en déduire son accélération et sa vitesse. Inversement, en suivant la position d'un objet au cours du temps, on en déduit sa vitesse et son accélération. C'est en faisant ce travail qu'une équipe d'astronomes californiens a découvert une accélération des sondes *Pioneer 10*, *Pioneer 11* et *Ulysses*, dont l'origine demeure mystérieuse. Nouvelle force ou artefact?

En 1972, la sonde *Pioneer 10* est lancée, suivie l'année suivante par *Pioneer 11*. Leur but : explorer les planètes géantes, aux confins du Système solaire.

Ces sondes sont aussi d'excellents instruments pour l'étude de la mécanique céleste. Depuis une quinzaine d'années, les astronomes mesurent en permanence la vitesse de ces sondes à l'aide de l'effet Doppler : ils émettent des

signaux radio vers la sonde qui les renvoie vers la Terre. La fréquence reçue est d'autant plus décalée vers les grandes longueurs d'onde que la sonde s'éloigne vite. Ils en déduisent l'accélération des sondes.



En 1972 et en 1973, les sondes *Pioneer 10* et *Pioneer 11* quittent la Terre et, depuis, elles explorent les planètes. Les mesures des signaux provenant de ces sondes ont révélé une accélération dont la cause échappe à l'interprétation (flèches rouges). Cette accélération pourrait être due à l'effet gravitationnel de la matière noire ou à des effets physiques inconnus.

Les astronomes ont aussi modélisé l'accélération en prenant en compte la gravitation des planètes, la pression de radiation solaire, le frottement dû au gaz milieu interstellaire et la relativité générale. La comparaison des accélérations mesurées et modélisées donna un résultat inattendu : les sondes sont soumises à une accélération résiduelle, dirigée vers le Soleil, d'une intensité voisine de 10^{-9} mètre par seconde au carré (dix milliards de fois inférieure à l'accélération de la pesanteur terrestre).

Le coupable de cette perturbation a d'abord été recherché dans des effets qui n'avaient pas été pris en compte, telles la gravitation des objets de la ceinture de Kuiper (des petits objets situés au-delà de l'orbite de Pluton), la gravitation de la Galaxie, des erreurs dans les éphémérides des planètes, des fuites de gaz sur les sondes. Tous ces effets étaient trois ordres de grandeur trop faibles. Ensuite, les effets «non gravitationnels» ont été examinés, comme des incertitudes sur la pression de radiation ou l'émission anisotrope de radiation thermique en provenance du générateur nucléaire, présent à bord des sondes. Comme le plutonium 238 qui se trouve à bord est radioactif, il émet un rayonnement dans l'espace. Cependant, si ce rayonnement avait une influence sur la vitesse de la sonde, on observerait une diminution de l'accélération résiduelle au cours du temps, à mesure que le plutonium se désintègre. Or, depuis 1980, aucune diminution de l'accélération résiduelle n'a été observée.

Restent deux explications plus «exotiques» : d'une part, l'influence gravitationnelle de la matière noire (de la matière «invisible» dont la présence est attestée par ses effets gravitationnels), et, d'autre part, une modification des lois physiques. Malheureusement, ces deux explications sont difficiles à concilier avec les autres observations. Les astronomes supposent que la matière noire est répartie de manière sphérique autour du Soleil et que sa densité décroît proportionnellement à la distance au Soleil. Il est alors difficile de comprendre comment cette matière peut produire une accélération constante dirigée vers le centre du Système solaire.

Si la gravité était modifiée, cette accélération résiduelle affecterait les planètes. Or, les mouvements de la Terre et de Mars ne montrent d'accélération résiduelle d'aucune sorte. Ainsi, si l'origine de cette accélération résiduelle est gravitationnelle, elle n'est pas universelle.

Quinze années de moissons de données ont convaincu les astronomes que l'effet observé est réel. Il constitue un défi : toute la physique est fondée sur le postulat que les forces observables sur Terre s'appliquent dans tout l'Univers.