

Capture en plein vol

Les grandes noctules, des chauves-souris vivant en Europe, volant jusqu'à 500 mètres d'altitude, se nourrissent exclusivement d'insectes. Du moins le croyait-on. Une équipe espagnole a montré qu'elles apprécieraient aussi les petits oiseaux migrateurs nocturnes. L'analyse de leurs excréments a révélé de nombreux restes d'oiseaux passériformes, immense groupe de petits oiseaux auxquels appartiennent, notamment les moineaux, et qui survolent par millions l'Espagne durant leur migration. Les noctules ont une envergure qui peut atteindre 60 centimètres, elles ne pèsent pas plus de 50 grammes : ces conditions semblent leur permettre de capturer en vol les oiseaux dont elles se nourrissent. On croyait la capture des proies en vol l'apanage de certains rapaces, mais les noctules semblent l'utiliser.

Un anticorps contre le VIH

Un anticorps humain, nommé b₁₂, inhiberait l'activité du virus responsable du SIDA. Cet anticorps a été découvert dans la moelle osseuse d'un homme de 31 ans, séropositif, mais qui ne manifeste aucun symptôme de la maladie depuis six ans. Cet anticorps se lierait à un récepteur de surface du virus et l'empêcherait d'interagir avec ses cellules cibles.

Échec et maths

Apprendre en jouant n'est pas l'apanage des jeunes enfants. Dès la prochaine rentrée, les étudiants de l'Université d'Aberdeen, en Grande-Bretagne, vont pouvoir suivre des cours de doctorat en science des échecs. Pendant leur thèse, les étudiants, tous joueurs d'échecs, vont tenter de créer de nouveaux logiciels de jeu d'échecs, et de transposer les modes de raisonnement des joueurs à des programmes d'intelligence artificielle.

Trio en symbiose

Drôle de cohabitation dans les eaux bleues autour de l'île d'Elbe ! Les biologistes de l'Institut Max Planck, à Brême, en Allemagne, ont découvert des organismes qui vivent en symbiose, non pas à deux, mais à trois : un ver et deux bactéries. Le ver abrite les deux bactéries, qui, en échange, nourrissent leur

hôte dépourvu de tube digestif. La première transforme les sulfates de l'eau de mer en sulfures, que la seconde oxyde. Une première !

Les visions de la Pythie

On aurait découvert l'origine des gaz qu'inhalait la Pythie pour rendre les oracles.

En 480 avant notre ère, les Athéniens, en guerre contre les Perses, s'enquerraient auprès de l'oracle de Delphes de la conduite à adopter devant l'offensive ennemie, mais ne reçoivent en réponse que des promesses de malheur : « A la flamme furieuse, Arès (le dieu de la guerre) livrera bien des temples, où les images des immortels se dressent aujourd'hui couvertes de sueur, tremblantes d'effroi, et du haut des toits ruisselle un sang noir, présage du désastre fatal. » On venait de tout le pays consulter Apollon, le fils de Zeus, par l'intermédiaire de l'oracle de Delphes. L'écrivain romain Plutarque a rapporté comment la cérémonie de l'oracle se déroulait : la Pythie, celle par qui s'exprimaient les dieux, se retirait dans une pièce située sous le temple d'Apollon où, en inhalant des vapeurs, elle entraînait en transe. Elle rendait ensuite l'oracle en des propos incompréhensibles, que seuls des prêtres savaient interpréter. Selon Plutarque, les gaz inhalés par la Pythie provenaient d'une fissure dans le sol ou d'une source d'eau. Cependant, l'excavation du temple à la fin du XIX^e siècle ne révéla ni fissure, ni trace de source. Une équipe constituée d'un géologue, d'un géochimiste, d'un archéologue et d'un médecin, propose aujourd'hui, après analyse de la géologie du sol, que celui-ci est suffisamment perméable pour laisser passer des gaz. En outre, ils ont découvert dans les eaux qui s'écoulent à proximité du site des traces d'éthylène qu'on sait responsable d'hallucinations. La diffusion de ce gaz par les roches vers l'intérieur du temple aurait été responsable des transes de la Pythie.

Delphes est localisée le long du golfe de Corinthe, dans une zone de forte activité sismique. Le golfe est le fruit de la tectonique des plaques qui repousse la partie Nord de la Grèce, l'Attique, de la partie Sud, le Péloponnèse. De nombreuses failles, parallèles au golfe, découpent le sol de la région. L'une d'elles, la faille de Delphes, passe précisément sous le sanctuaire ; de larges zones en sont visibles en surface. Jelle Deboer et ses collègues du Département des sciences de la Terre et de l'environnement de l'Université de Midd-



Zeus consultant l'oracle de Delphes.

letown ont découvert une autre faille, la « faille de Kerna », perpendiculaire à la faille de Delphes, qui passe aussi sous le temple d'Apollon. À cause de la rencontre des deux failles, le sol y est riche en fissures, où certains gaz, vaporisés par la chaleur, pourraient remonter en surface. On ne connaît pas le lieu exact de l'intersection des deux failles, mais, par extrapolation, elle semble située à la verticale du temple.

Y a-t-il des gaz dans le sol de Delphes susceptibles de donner des hallucinations ? Les gaz viendraient directement des roches ou seraient véhiculés sous forme dissoute par une source d'eau. On connaît aujourd'hui à proximité du temple deux sources, mais des recherches géologiques et archéologiques montrent qu'il devait en exister, dans l'Antiquité, au moins huit : à plusieurs endroits du sanctuaire, on trouve des travertins, des dépôts de minéraux laissés par une source. L'équipe a analysé l'eau qui s'écoule en contrebas du temple, ainsi que des échantillons des travertins, qui portaient peut-être la trace des gaz dissous dans les anciennes sources. Ils ont trouvé de l'éthylène dans la source et, dans les travertins, des traces de méthane et d'éthane. Le méthane et l'éthane sont faiblement toxiques, mais en s'accumulant dans la pièce où se retirait la Pythie, ils pouvaient produire des hallucinations. Quant à l'éthylène, c'est une molécule anciennement utilisée comme anesthésique. À faible dose, elle donne une légère sensation d'euphorie. À doses plus élevées, elle provoque délire et inconscience. Ces constatations concordent avec ce que Plutarque relate sur les vapeurs prophétiques : elles avaient une odeur sucrée et elles ont entraîné la mort d'une Pythie qui en avait trop inhalé.

Trous noirs et sursauts gamma

Les sursauts gamma sont les explosions les plus violentes de l'Univers. La formation de trous noirs dotés d'un champ électromagnétique expliquerait leur origine.

Les sursauts gamma sont de brèves émissions de rayonnements gamma et X, découvertes accidentellement en 1969 par des satellites militaires américains. Ils sont souvent suivis d'une émission tardive de rayons X et de lumière visible qui peut durer de quelques jours à quelques mois. Étant donné leur fréquence et leur répartition uniforme sur le fond du ciel, les astronomes pensent qu'il se produit chaque jour, une explosion énorme quelque part dans tout le volume de l'Univers observable. Les sursauts gamma semblent être les images de cataclysmes assez puissants pour être détectables sur des distances de plusieurs milliards d'années-lumière, ce qui équivaut à la production, pendant les quelques secondes du sursaut, d'une énergie comparable à celle qui est rayonnée par toutes les étoiles contenues dans toutes les galaxies de l'Univers observable ! Nous avons élaboré un modèle selon lequel ces événements hors du commun signaleraient la naissance de trous noirs dotés d'un champ électromagnétique.

Nous avons étudié l'effondrement d'une étoile en rotation dotée d'un champ électromagnétique. Beaucoup d'étoiles, le Soleil, par exemple, sont entourées d'un champ magnétique produit par des courants électriques dus à la circulation de la matière stellaire dans leurs profondeurs. Lorsque les couches internes d'une étoile massive se contractent, les lignes de force de son champ électromagnétique suivent le mouvement de la surface à laquelle elles sont ancrées et se resserrent rapidement. En d'autres termes, le champ est « concentré ». Lorsque l'étoile forme un trou noir, cette amplification est énorme, parce que le diamètre de la sphère de matière à laquelle le champ est attaché passe de quelques dizaines de millions de kilomètres à environ un kilomètre.

Or, en 1935, Werner Heisenberg montra qu'au-delà d'une valeur critique, un champ électromagnétique doit provoquer un phénomène qu'il nomma polarisation du vide. En effet, en mécanique quantique, on montre que le vide est, en permanence, rempli de paires de particules et d'antiparticules qui surgissent spontanément, avant de s'annihiler mutuellement. On qualifie ces particules de « virtuelles » parce qu'elles disparaissent presque immédiatement après leur formation. Cependant, en présence d'un champ électromagnétique intense, les paires d'électrons (de charge négative) et d'antiélectrons (de charge positive) sont durablement séparées par l'action du champ et ne s'annihilent pas immédiatement. De virtuelles, ces particules deviennent réelles. Ainsi, lorsqu'un trou noir doté d'un champ électromagnétique se forme, il est entouré d'une sphère, nommée dyadosphère (du grec *duas*, qui signifie paire) à l'intérieur de laquelle, le champ électromagnétique est capable de créer une énorme quantité d'électrons et d'antiélectrons en quelques cent milliardièmes de nanoseconde.

En 1975, l'un d'entre nous (Remo Ruffini) et Thibault Damour, de l'Observatoire de Paris, ont démontré que ce phénomène est le plus efficace pour extraire de l'énergie d'un trou noir. Contrairement aux étoiles, dont seuls quelques pour cent de la masse sont convertis en énergie au cours de leurs dix milliards d'années d'existence, la dyadosphère entou-

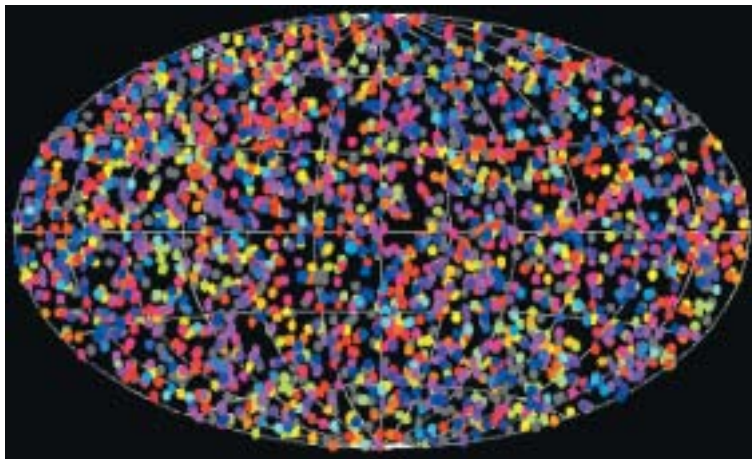
rant un trou noir doté d'un champ électromagnétique peut, en quelques secondes, convertir en énergie jusqu'à 50 pour cent de la masse de l'étoile qui lui a donné naissance.

La dyadosphère entre ensuite en expansion sous la forme d'une coquille de plasma formé d'électrons, d'antiélectrons et de photons gamma (produits par les collisions entre particules et antiparticules) que nous avons nommés impulsions électromagnétiques en paires. Expulsée à des vitesses proches de celle de la lumière, cette impulsion entre ensuite en collision avec les couches supérieures de l'étoile, essentiellement constituées d'hydrogène, qui n'avaient pas été absorbées par le trou noir. Ces restes enrichissent l'impulsion, en électrons, protons et neutrons, jusqu'à ce qu'elle arrive dans une région où le plasma est assez dilué pour être transparent : les photons gamma sont libérés brusquement et produisent le sursaut proprement dit. Par la suite, les protons, et autres particules lourdes accélérées par l'impulsion, viennent frapper le gaz raréfié du milieu interstellaire et provoquent un gigantesque feu d'artifice en rayons X, en lumière visible et en rayonnement radio responsable de l'émission tardive.

Nous avons comparé ce modèle avec les données fournies par trois observatoires spatiaux d'astronomie (BATSE, *X-Chandra*, et Rossi-XTE tous trois américains) pour un sursaut gamma intervenu le 12 décembre 1999. Les calculs s'accordent parfaitement aux observations.

Contrairement à la plupart des modèles proposés jusqu'ici pour expliquer les sursauts gamma, le nôtre ne dépend que de deux paramètres libres : l'énergie de la dyadosphère et la densité de matière dans les couches de l'étoile qui restent à l'extérieur du trou noir. Tous les autres (température, vitesse, densité du plasma, etc.) découlent directement de la théorie et sont parfaitement connus. Il est remarquable que ces prévisions soient valables aussi bien pour le sursaut proprement dit (qui se déroule sur des durées de l'ordre de la milliseconde et sur des distances de l'ordre du millier de kilomètres) que pour l'émission tardive (qui dure quelques mois et se produit à l'échelle de l'année-lumière). De surcroît, ce modèle explique pourquoi le satellite *Chandra* a détecté une raie spectrale du fer dans l'émission retardée de certains sursauts : elle serait produite par le fer contenu dans une étoile voisine lors de son explosion en supernova sous l'effet du choc avec le flash gamma. Il s'agirait là d'un nouveau mécanisme de formation des supernovae.

Remo RUFFINI, Carlo BIANCO, Federico FRASCHETTI, She-Sheng XUE, Université La Sapienza, Rome – Pascal CHARDONNET, IN2P3



La répartition des sursauts gamma (d'intensités différentes) sur le fond du ciel est uniforme d'après cette carte établie par le satellite BATSE. Les astronomes en déduisent qu'ils sont répartis de façon homogène dans l'Univers observable. Les sursauts sont les images de cataclysmes détectables à des milliards d'années-lumière.

Une mite exceptionnelle

La sexualité d'une mite fait tomber un mythe

Au royaume des métazoaires, la diploïdie est reine ! Expliquons-nous : la quasi-totalité des cellules d'animaux pluricellulaires disposent de deux exemplaires de chaque chromosome. Une cellule est haploïde quand elle n'a qu'un chromosome de chaque type. Ainsi, les êtres humains sont diploïdes : nos cellules ont 23 paires de chromosomes et ont chaque gène (à l'exception de certains portés par les chromosomes sexuels) en double.

Cependant, toute règle souffre des exceptions (sauf cette règle !) et les zoologistes connaissent des animaux haplo-diploïdes : les mâles sont haploïdes et les femelles diploïdes. C'est, par exemple, le cas de certains vers. Toutefois, on ne connaissait pas d'organismes pluricellulaires complètement haploïdes. Plus encore, on pensait que la diploïdie avait été très tôt sélectionnée dans le règne animal au profit de l'haploïdie. Celle-ci était condamnée à disparaître devant les atouts majeurs de la diploïdie : le brassage des gènes est favorable à l'évolution, et les «gènes de secours» remplacent parfois les gènes défectueux.

La mite *Brevipalpus phoenicis* étudiée par Andrew Weeks et ses collègues de l'Université d'Amsterdam fait exception. Les mâles, mais aussi les femelles de cette espèce, sont haploïdes : un dogme est tombé. *Brevipalpus phoenicis* est une mite, de la famille des acarins, phytophage qui vit dans les régions tropicales et subtropicales. Par sa voracité ou les virus qu'elle transporte, elle cause d'importants dégâts dans les plantations de citrons, de café, de thé... Parmi les populations étudiées, au Brésil, les mâles sont très rares. Ces mites se reproduisent par parthénogenèse, c'est-à-dire qu'un ovule non fécondé se développe en un organisme adulte femelle. Les cellules de ces animaux ont deux chromosomes. Sont-ils différents (haploïdie) ou homologues (diploïdie) ? Pour trancher, les biologistes ont identifié la structure de ces chromosomes. Ainsi, ils ont détecté qu'une zone, nommée région de l'organisation nucléaire, n'est présente que sur un seul des deux chromosomes. Par ailleurs, une région d'ADN qui code une partie des ribosomes n'existe aussi que sur un seul des deux chromosomes. Enfin, l'étude de microsatellites (des séquences d'ADN répétées) a montré qu'aucun acarien ne porte plus d'un exemplaire d'un gène donné. Les mites *Brevipalpus phoenicis* sont bien haploïdes.

Un examen attentif des œufs a révélé qu'ils renfermaient des bactéries, dites endosymbiotiques, de la famille *Bacteroides*. Afin d'identifier leur rôle, les biologistes les ont éliminées de certains œufs à l'aide d'un antibiotique : les mites qui se sont développées étaient en majorité des mâles ! Une température d'incubation élevée est aussi une cause de formation de mâles. Ainsi, une bactérie féminise les mites de cette espèce, mais on ignore encore par quels mécanismes. L'infection d'un ancêtre haplo-diploïde de *Brevipalpus phoenicis* par des bactéries féminisantes a sans doute entraîné l'apparition d'œufs complètement haploïdes qui se développent uniquement en adultes femelles. Grâce à cette nouvelle espèce, on pourra comparer *in situ* les avantages et les inconvénients de l'haploïdie et de la diploïdie.

Les mites *Brevipalpus phoenicis* des zones tropicales sont des organismes haploïdes : leurs deux chromosomes n'existent qu'en un seul exemplaire tant chez le mâle (en haut) que chez la femelle (en bas).



Andrew Weeks

La biodiversité

Elle est indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes.



Andy Hector

La parcelle de Silwood, en Angleterre.

Sauvegarder la biodiversité ! Tel est le mot d'ordre maintes fois entendu dans divers discours écologistes. Pourquoi cette biodiversité est-elle si importante ? Pour des raisons éthiques ? Esthétiques ? Pas seulement. Michel Loreau, de l'École normale supérieure, et Andy Hector, du Collège impérial d'Ascot, ont montré que le nombre d'espèces végétales influe sur le bon fonctionnement des écosystèmes.

En 1996, dans le cadre de l'étude BIODDEPTH menée dans huit pays européens (l'Allemagne, la France, l'Irlande, le Royaume-Uni, la Suisse, le Portugal, la Grèce et la Suède), des écologistes ont isolé plusieurs parcelles, où ils ont éradiqué progressivement les plantes existantes, afin d'y planter des plantes à fleurs et des herbes à raison de 2 000 plants par mètre carré. Ils ont établi cinq degrés de diversité, de la monoculture à la richesse initiale du site en espèces végétales.

Malgré les différences climatiques de chaque pays, les plantes poussent d'autant mieux qu'elles sont en présence d'espèces multiples. Plusieurs caractéristiques de l'écosystème augmentent avec le nombre d'espèces : la productivité des plantes (la masse végétale à l'air libre et celle enterrée), la rétention d'éléments, tel l'azote, le recyclage de ces éléments, la résistance aux maladies et la composition du sol en invertébrés.

Toutefois, l'interprétation de ces résultats a longtemps été controversée. Certains y voyaient un effet de sélection, c'est-à-dire que plus les espèces sont nombreuses, plus la probabilité d'en avoir une dotée d'une forte productivité est grande. Selon d'autres, les espèces améliorent leur exploitation des ressources par un effet de complémentarité : par exemple, les légumineuses fixent l'azote atmosphérique qui fertilise le sol et profite ainsi à d'autres espèces.

M. Loreau et A. Hector ont repris les résultats de l'étude BIODDEPTH et les ont analysés à l'aune de méthodes originales inspirées des techniques statistiques utilisées en génétique, afin de distinguer l'influence de chaque effet. Ils en concluent que la moyenne de l'effet de sélection sur les différents sites est nulle, et que la relation entre le nombre d'espèces et l'augmentation de productivité sur l'ensemble des parcelles ne dépend que de l'effet de complémentarité.

Les écologistes ont ainsi montré expérimentalement ce qui a longtemps été affirmé sans preuve, à savoir que le fonctionnement d'un écosystème dépend de la variété des espèces présentes dans cet écosystème. Toutefois, des questions demeurent. Par exemple, combien d'espèces participent à cet effet de complémentarité ? Suffit-il de quelques espèces seulement, ou un grand nombre doivent-elles interagir pour assurer le niveau de productivité observé dans les écosystèmes naturels ? Quoi qu'il en soit, les autorités compétentes dans la protection de l'environnement et la sauvegarde de la biodiversité disposent désormais d'un argument solide pour se faire entendre.

La panique modélisée

Un modèle reproduit l'écoulement des foules paniquées en assimilant les individus à des particules mues par des «forces sociales».

A Johannesburg, en avril 2001, plus de 120 000 billets ont été vendus pour le match opposant les *Kaizer Chiefs* aux *Orlando Pirates*. L'équipe locale de football américain devait affronter sa concurrente venue de Floride dans le stade, prévu pour 68 000 personnes. Lorsque des spectateurs munis de billets, mais bloqués dehors ont commencé à pousser pour rentrer, la panique s'est répandue dans le stade. Plus de 120 personnes sont mortes piétinées, des centaines ont été blessées.

La question de l'écoulement des foules préoccupe tous les organisateurs de grands rassemblements, et les mathématiciens tentent de modéliser ces mouvements. Tous les modèles du passé sont fondés sur l'idée qu'une foule fuit la menace, comme une masse fluide et homogène s'écoule sous la pression. Toutefois, les molécules qui composent un fluide ignorent la peur et les comportements sociaux... Pour tenir compte de ces caractéristiques humaines, Dirk Helbing et ses collègues de l'Université de Dresde ont reformulé le modèle classique en représentant par des forces les principaux instincts humains en groupe. Il reproduit ainsi beaucoup mieux la fuite d'une foule paniquée.

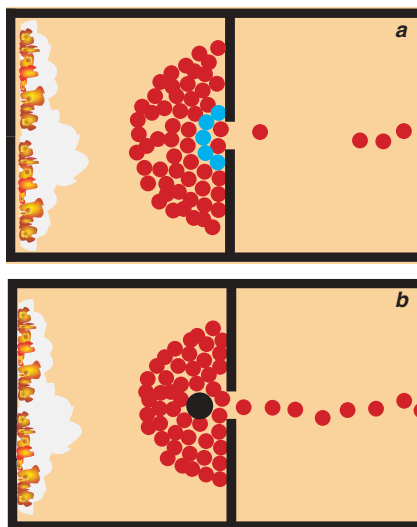
D. Helbing a mis au point une «mécanique pour particules bipèdes». Il suppose que l'accélération de chacun des piétons qui compose la foule est égale, à chaque instant, à la somme des forces qu'il subit. Elles sont de trois types : une «force motrice» qui traduit le fait que toute personne dirige sa vitesse en fonction d'objectifs propres ou d'instincts ; en cas de panique, cette force contient une composante grégaire dirigée vers ce que le groupe a reconnu comme le salut (par exemple, la sortie) ; une «force psycho-sociale» répulsive à courte distance qui

pousse chaque membre d'une foule à maintenir une distance minimale entre lui et ses voisins ; finalement deux «forces de contact», une force «corporelle», que chaque piéton exerce sur ses voisins pour contrecarrer la pression qu'il subit et l'autre de «friction» qu'il exerce lorsqu'il se faufile. À ces forces entre individus s'ajoutent les forces entre les piétons et les murs, traitées de façon similaire.

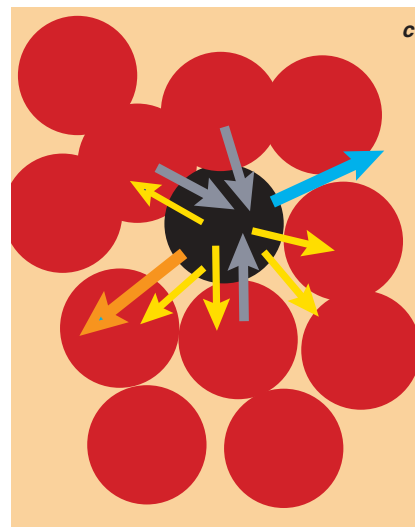
Dans une première simulation, D. Helbing a étudié comment une foule de 200 personnes évacue une pièce carrée de 15 mètres de côté par une ouverture de un mètre de largeur. Tant que tout est normal, seule une légère concentration de gens se forme en face de la porte. Chacun progresse vers la sortie de un mètre par seconde environ, vitesse qui augmente jusqu'à 1,5 mètre par seconde si une raison de se presser apparaît, et beaucoup plus encore si la panique se répand. En présence de danger, les personnes enfermées dans la pièce commencent à pousser et à s'entrechoquer. Ces contacts augmentent les «forces de contact», notamment celles de «friction», de sorte que le mouvement général se ralentit. Celui-ci devient encore plus lent, si la panique gagne

la foule. La «force grégaire» augmente alors, car chacun veut fuir vite, et la concentration d'individus en face de la porte provoque la formation d'«arcs-boutants», structures d'où les individus ne s'extraient qu'avec difficulté. Pour rechercher une solution, l'équipe de Dresde a montré, dans une deuxième simulation, que dans une telle situation, la vitesse de sortie augmente notablement quand une colonne, placée en face de la porte, empêche la formation des arcs-boutants.

Une troisième simulation met en évidence le rôle contrasté de la «force grégaire». Elle reproduit l'évacuation d'une pièce enfumée munie de deux sorties. Comme les individus enfermés ont des difficultés à localiser la sortie, ils commencent par la rechercher. Puis, dès qu'une première personne la trouve, ils s'engouffrent à sa suite. Seuls, quelques individus profitent de la découverte plus tardive d'une autre personne qui a trouvé la seconde sortie : leur fuite est plus rapide. Le modèle confirme que l'instinct grégaire est à double tranchant. S'il permet à une foule de profiter du salut découvert par un seul, il peut aussi la précipiter dans l'abîme.



Lorsque sous la pression d'une menace (le feu), une foule cherche à quitter une pièce, elle s'agglutine près de la sortie, et des «arcs-boutants» (a, en bleu) se forment entre les individus, ce qui ralentit l'évacuation. Une colonne (b, en noir) judicieusement placée en face de la porte empêcherait la formation des arcs-boutants qui obstruent la sortie. Dans un nouveau modèle, on représente les interactions entre individus par quatre forces : une force motrice (c, en bleu), une force psycho-sociale (en jaune), et deux forces de contact (une force corporelle (en gris) et une force de friction (en orange)).



Vous cherchez un article scientifique ou technique ?

//articlesciences.inist.fr

Le moteur de recherche et de commande d'articles scientifiques et techniques

Un service de l'Institut de l'Information Scientifique et Technique du CNRS

www.inist.fr

Une sexualité de survie

Menacés d'extinction, les cyprès de Duprez ont recours à une sexualité particulière.

Au Sud-Est de l'Algérie, près de la frontière lybienne, dans les montagnes du Tassili des Ajjer, les 231 cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana*) sont les derniers survivants de cette espèce. Dans une telle population restreinte, le danger est la « consanguinité » et l'accumulation de mutations délétères qui en résulte. Le cyprès de Duprez est-il pour autant condamné ? Non, l'équipe de Christian Pichot, de l'Institut national de la recherche agronomique, à Avignon, a mis en évidence chez ces arbres une sexualité unique, où le grain de pollen donne, seul, naissance à un nouvel individu.

Plusieurs indices ont mis les botanistes sur la voie. D'abord, les grains de pollen du cyprès de Duprez sont plus gros que ceux des autres espèces de cyprès. Par ailleurs, les fruits de croisements entre ce cyprès et celui de Provence ressemblaient beaucoup au cyprès de Duprez lorsque celui-ci est le père. Comment expliquer ces observations ?

C. Pichot et ses collègues ont analysé les gros grains de pollen du cyprès de Duprez et les individus issus de croisements. Le grain de pollen est diploïde, c'est-à-dire qu'il contient les deux lots de chromosomes paternels, alors que ceux d'autres espèces sont haploïdes (ils n'ont qu'un seul lot de chromosomes). Ensuite, les cyprès issus des croisements du pollen de *C. dupreziana* et de l'ovule d'une autre espèce sont génétiquement identiques à l'arbre père. Ainsi, le pollen se pose sur l'ovaire, émet un tube pollinique qui introduit le noyau dans l'ovule, mais la fusion des deux noyaux n'a pas lieu : celui de l'ovaire dégénère alors que celui, déjà diploïde, du grain de pollen prend en charge le développement du nouvel arbre. L'ovule n'est alors qu'une réserve nourricière.

Ce mode de reproduction est nommé apomixie. Il est connu chez les angiospermes (les plantes à fleurs), chez qui le développement d'un ovule seul en un nouvel individu est fréquent. Cependant, l'apomixie du cyprès de Duprez est inédite à deux titres : elle concerne les gamètes mâles, le pollen, et apparaît chez un gymnosperme, une plante à graines nues sans fleurs.

L'apomixie apporte un avantage aux cyprès qui, grâce à elle, évite la consanguinité ; cependant, elle fige leur évolution, car elle supprime le brassage génétique. L'adoption d'un tel mode de reproduction rend délicate la sauvegarde de l'espèce, menacée à long terme : les généticiens de l'INRA espèrent analyser chacun des 231 survivants dans l'espoir de découvrir un exemplaire encore capable de fécondation. Enfin, ils étudient différents croisements interspécifiques qui sauveraient le patrimoine génétique des cyprès de Duprez, et, pourquoi pas, le ramèneraient dans le chemin de la fécondation.



Dans le Sud-Est de l'Algérie, les cyprès de Duprez résistent à l'extinction grâce à une sexualité originale : les grains de pollen, à eux seuls, donnent naissance à de nouveaux cyprès.

F. Abouin

L'homme à face plate

Un nouveau visage dans notre arbre généalogique.

Après avoir trouvé *Orrorin tungensis*, un hominidé de six millions d'années, les paléontologues ont annoncé, quelques mois plus tard, la découverte d'un autre de nos ancêtres au Kenya. Le crâne mis au jour est presque complet : il daterait de 3,5 millions d'années environ. Toutefois, ses caractères à la fois primitifs et évolués laissent les paléontologues perplexes quant à la place qu'il occupe dans notre arbre généalogique.

Le fossile, mis au jour par l'équipe de Meave Leakey, paléontologue aux Musées nationaux du Kenya, se trouvait à Lomekwi, sur la rive Ouest du lac Turkana, dans le Nord du Kenya. Ce site a livré plus de 30 fragments de crânes et de dents, dont deux ont été attribués au nouvel hominidé (les autres n'ont pas encore été classés). Tous ces fragments ont été découverts entre deux couches de sédiments datées de 3,2 et 3,5 millions d'années. D'après les restes de mammifères qui les accompagnaient, la région était recouverte, à cette époque, de forêts et de prairies, comme les sites de Tanzanie et d'Éthiopie où l'on a retrouvé des restes d'australopithèques.

Le nouveau fossile présente une mosaïque de caractères, qui ne sont pas nouveaux en soi, mais qu'aucun autre fossile ne rassemble. Par le petit volume de son crâne, le nouvel hominidé ressemble au chimpanzé, mais par ses dents à émail épais (qui révèlent la dureté des aliments dont il se nourrissait), il se rapproche des australopithèques de l'espèce *afarensis*, vieille de 3,2 millions d'années (celle de Lucy) et de l'espèce *anamensis*, encore plus ancienne. Enfin, par sa face plate, il ressemble à *Homo rudolfensis*, découvert sur la rive opposée du lac Turkana, mais beaucoup plus jeune, puisqu'il daterait de 2 à 2,5 millions d'années. Ainsi, ne pouvant attribuer le nouveau fossile à aucun de nos ancêtres déjà connus, les paléontologues l'ont classé dans un nouveau genre, qu'ils ont nommé *Kenyanthropus platyops*, c'est-à-dire l'homme à face plate.

Ses caractères propres le distinguent des australopithèques et des paranthropes (un genre d'hominidés aussi appelés les australopithèques « robustes », mais plus jeunes que les australopithèques, puisqu'ils prospéraient il y a 2,5 à 1,4 millions d'années). Qu'en est-il de sa ressemblance avec *Homo rudolfensis*, ou plus précisément avec le fossile dit de « l'homme 1 470 », daté de 1,8 millions d'années, à partir duquel on a défini ce genre ? Certains paléontologues pensent que *Homo rudolfensis* est plus proche des australopithèques que des *Homo*. Au lieu de créer un nouveau genre, Meave Leakey aurait pu considérer que les paranthropes et les *Homo* primitifs étaient en fait des australopithèques, mais ce dernier genre serait alors devenu un « fourre-tout ». Elle suggère plutôt de classer « l'homme 1 470 » dans le groupe des kenyanthropes (celui de *Kenyanthropus platyops*). Cette proposition controversée ravive des désaccords déjà anciens à propos de ce fossile, retrouvé en petits morceaux, de surcroît écrasés par le poids des sédiments.

Comment expliquer les ressemblances de *Kenyanthropus platyops* avec des hominidés si différents les uns des autres et si éloignés dans le temps ? Les indices dont nous disposons (les



Kenyanthropus platyops, l'homme à face plate.

Musée national du Kenya