

Et chez les fourmis ?

Les fourmis ont-elles la même capacité de reconnaissance visuelle des congénères que les guêpes et les abeilles décrites ici ? Les fourmis sont le troisième groupe d'hyménoptères à avoir développé une vie sociale. De plus, alors que certaines guêpes et abeilles ne sont pas sociales, toutes les espèces de fourmis vivent dans des sociétés très organisées, avec une division du travail élaborée. Si la capacité de reconnaître visuellement ses congénères a un lien quelconque avec la vie sociale, les fourmis devraient elles aussi avoir développé cette capacité, d'autant que leur cerveau ressemble à celui des guêpes et des abeilles, et que certaines espèces de fourmis utilisent la vision pour s'orienter.

Les fourmis du désert, par exemple, apprennent la position de repères visuels et les utilisent pour retourner

à leur nid après une exploration sur plusieurs centaines de mètres. Elles utilisent aussi la position du Soleil et la polarisation de la lumière associée pour s'orienter. Les fourmis des bois sont capables de distinguer deux stimuli de différentes couleurs et deux motifs en noir et blanc. Cependant, les expériences réalisées avec les abeilles n'ayant pas été reproduites avec les fourmis, on ignore si des espèces de fourmis utilisant de préférence la vue pourraient reconnaître visuellement leurs congénères.

Une différence importante existe toutefois entre les fourmis et les guêpes du genre *Polistes* : les fourmis sont de couleur uniforme et leur tête ne présente pas de traits distinctifs, propres à l'individu. Ainsi, dans la nature, les fourmis ne peuvent utiliser la variabilité des traits visuels d'un individu à

l'autre pour les reconnaître, comme le fait la guêpe *Polistes fuscatus*. De plus, alors que le nid des guêpes est exposé à la lumière, les fourmis vivent sous terre, dans la pénombre.

Dans ce monde obscur, elles utilisent les odeurs pour communiquer. Les guêpes et les abeilles aussi, mais les fourmis présentent de nombreuses glandes qui émettent une multitude de signaux chimiques. Comme chez les guêpes *P. fuscatus*, les jeunes reines de certaines espèces de fourmis se reconnaissent individuellement, mais à l'aide de la communication chimique.

Les jeunes reines de *Pachycondyla villosa* et *Pachycondyla inversa*, des espèces tropicales, s'associent en petits groupes pour fonder de nouvelles colonies. Lors du regroupement, elles s'affrontent et établissent une hiérarchie de dominance qui répartit

les tâches : la reine dominante reste dans le nid et pond la plupart des œufs, tandis que les reines subordonnées fouillent les environs à la recherche de nourriture. Dans ce système, la reconnaissance des individus est avantageuse, car elle facilite le maintien d'une hiérarchie stable et évite le coût d'affrontements agressifs répétés. Chaque reine présente une odeur corporelle unique, mémorise celle des reines associées et s'en souvient même 24 heures après leur séparation. Les fourmis ont donc bien elles aussi la capacité cognitive nécessaire à la reconnaissance individuelle. Elles utilisent juste un autre canal de communication.

Patrizia d'Ettorre

Laboratoire d'éthologie expérimentale et comparée, Université Paris 13, Villetaneuse

nouvelles présentations. Par exemple, une fois qu'une abeille avait appris à reconnaître un visage de face et de profil, elle choisissait correctement une image du même visage tourné de 30 degrés, même si elle n'avait jamais vu cette image auparavant.

La capacité des abeilles à mémoriser des visages est inattendue, car la société des abeilles est constituée d'une seule reine et de nombreuses ouvrières à l'aspect similaire. La tête des abeilles ne présente pas de marques distinctives et leurs interactions dans la ruche reposent sur des signaux plus souvent chimiques (phéromones) que visuels.

Cette nouvelle voie de recherches pourrait faciliter le développement de systèmes de reconnaissance automatique des visages. Identifier le même visage vu sous des angles différents en constitue l'un des principaux défis. Pourtant, les minuscules cerveaux des abeilles y parviennent. Quand on aura décrypté comment, on disposera de clés pour améliorer les logiciels de reconnaissance faciale.

Ces travaux apportent aussi une nouvelle compréhension de la façon dont la reconnaissance visuelle des congénères a évolué. Le système simple qui permet aux guêpes *P. metricus* et aux abeilles d'apprendre à reconnaître des « faces » dans le cadre expérimental, alors qu'elles ne distinguent pas les individus habituellement, pourrait être fondé sur les capacités de reconnaissance

de motifs que ces espèces utilisent pendant la recherche de nourriture. Il pourrait aussi constituer une étape évolutive intermédiaire de la reconnaissance visuelle des congénères.

Lorsque les ancêtres des actuelles guêpes *P. fuscatus* se sont retrouvées dans un nouvel environnement social, où la distinction des individus les aidait à survivre et à se reproduire, elles ont pu apprendre à identifier les individus. Au fil du temps, la sélection naturelle s'est probablement effectuée sur cette base : des modifications du cerveau facilitant la reconnaissance des congénères ont été sélectionnées au fil des générations, ce qui a augmenté la capacité des guêpes à distinguer un « ami » d'un « ennemi ».

Le système intermédiaire a permis à cette adaptation d'évoluer rapidement : les guêpes *P. fuscatus* et *P. metricus* sont étroitement apparentées et leur dernier ancêtre commun devait posséder le système de mémorisation plus primitif observé chez les guêpes *P. metricus*. Ainsi, l'adaptation biologique des guêpes *P. fuscatus* à l'analyse efficace des traits visuels a dû évoluer récemment, après la divergence des deux lignées.

Alors, la prochaine fois que vous sortez dans votre jardin, prenez une minute pour apprécier les guêpes et les abeilles qui y butinent. Dans leur minuscule cerveau, il se passe bien plus de choses qu'on ne le croyait. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

M. J. Sheehan et E. A. Tibbetts, **Specialized face learning is associated with individual recognition in paper wasps**, *Science*, vol. 334, pp. 1272-1275, 2011.

O. Riabinina *et al.*, **Do wood ants learn sequences of visual stimuli ?**, *J. Exp. Biol.*, vol. 214, pp. 2739-2748, 2011.

A. Avarguès-Weber *et al.*, **Configural processing enables discrimination and categorization of face-like stimuli in honeybees**, *J. of Exp. Biol.*, vol. 213, pp. 593-601, 2010.

E. A. Tibbetts et J. Dale, **Individual recognition : It is good to be different**, *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 22, pp. 529-537, 2007.

S. Dreier *et al.*, **Long term memory of individual identity in ant queens**, *Biology Letters*, vol. 3, pp. 459-462, 2007.

P. d'Ettorre et J. Heinze, **Individual recognition in ant queens**, *Current Biology*, vol. 15, pp. 2170-2174, 2005.



CHAQUE MOIS



CHAQUE TRIMESTRE

Retrouvez vos magazines en kiosque ou directement chez vous

POUR LA SCIENCE

La référence de l'actualité scientifique internationale



LES VERSIONS NUMÉRIQUES
feuilletables en PDF sur le site
et dans l'application à partir
de 4,49 €



L'APPLICATION

pour smartphone et tablette
téléchargeable sur Appstore
et Google Play



Suivez Pour la Science
également sur :



DES CONTENUS INÉDITS
sur le site



WWW.POURLASCIENCE.FR

Des coïncidences pas si étranges

David Hand

Quand deux tirages successifs du loto donnent les mêmes numéros gagnants, faut-il être surpris ? En fait, de telles coïncidences, qui nous paraissent très improbables, se produisent souvent – et cela en conformité avec la théorie des probabilités.

D'après tout un ensemble de lois mathématiques, que je surnomme collectivement « principe d'improbabilité », les coïncidences ne devraient pas nous surprendre. En fait, nous devrions nous attendre à observer des coïncidences. L'un des aspects clés de ce principe est la loi des « vraiment grands » nombres. D'après cette loi, étant donné un nombre suffisant d'occasions, on doit s'attendre à ce qu'un événement donné se produise, même s'il est très improbable à chaque occasion.

Parfois, cependant, alors que les occasions sont vraiment très nombreuses, on peut avoir l'impression qu'elles sont relativement rares. Cette erreur de perception nous conduit à sous-estimer considérablement la probabilité d'un événement : nous pensons qu'une situation est incroyablement improbable, alors qu'en fait elle est très probable, voire presque inévitable.

Comment peut-il exister un nombre énorme d'occasions sans que l'on en ait conscience ? La loi des combinaisons, un volet apparenté au principe d'improbabilité, indique comment. Elle montre que le nombre de combinaisons d'éléments en interaction augmente très rapidement avec le nombre d'éléments.

Le « problème des anniversaires » en est un exemple bien connu. On se pose la question suivante : combien de personnes au minimum un groupe doit-il contenir pour qu'il y ait plus d'une chance sur deux que deux personnes de ce groupe, qui qu'elles soient, aient leur anniversaire le même jour ? La réponse est : seulement 23. Si le groupe compte 23 personnes ou plus, alors il y a davantage de chances que deux d'entre elles aient le même jour anniversaire plutôt qu'il n'y ait aucun duo de ce type dans le groupe.

La combinatoire des anniversaires

À ce stade, si vous n'avez jamais entendu parler de ce « paradoxe » des anniversaires, vous serez peut-être étonné. Le nombre 23 vous semble sans doute beaucoup trop petit. Vous avez peut-être tenu le raisonnement suivant : il n'y a qu'une chance sur 365 qu'une autre personne donnée ait la même date d'anniversaire que moi. Il y a donc 364 chances sur 365 qu'une personne donnée ait une date d'anniversaire différente de la mienne.

Si je suis dans un groupe de n personnes, chacune des $n - 1$ autres personnes

ayant une probabilité égale à $364/365$ d'avoir une date anniversaire différente de la mienne, alors la probabilité que toutes ces $n - 1$ personnes aient une date anniversaire différente de la mienne est égale à $364/365 \times 364/365 \times 364/365 \times 364/365 \times \dots \times 364/365$, c'est-à-dire $364/365$ multiplié $n - 1$ fois par lui-même. Si n est égal à 23, ce produit donne 0,94.

Puisque 0,94 est la probabilité qu'aucune de ces personnes n'ait la même date anniversaire que moi, la probabilité qu'au moins l'une d'entre elles ait la même date anniversaire que moi vaut seulement $1 - 0,94$ (en effet, puisque soit quelqu'un a la même date anniversaire que moi, soit personne n'a la même date anniversaire que moi, la somme des probabilités de ces deux événements est nécessairement égale à 1). Or $1 - 0,94$ est égal à 0,06, nombre qui est très petit.

Mais ce n'est pas le bon calcul à faire. Cette probabilité (la probabilité que quelqu'un ait la même date d'anniversaire que moi) ne répond pas à la question posée. En effet, il s'agit plutôt de savoir si deux personnes quelconques de l'assemblée ont la même date anniversaire. Cela inclut la probabilité que quelqu'un d'autre ait la même date d'anniversaire que moi – c'est

L'ESSENTIEL

- Dans un groupe de 23 personnes, il y a plus d'une chance sur deux que deux d'entre elles aient le même jour anniversaire.
- En 2009, le loto bulgare a tiré, à quatre jours d'intervalle, les mêmes six numéros gagnants.
- De tels événements, que nous considérons comme très improbables, se produisent sans cesse autour de nous. La loi des très grands nombres et la combinatoire aident à comprendre pourquoi.

© Colin Anderson/Alamy Images/Corbis



ce qu'on a calculé plus haut –, mais cela inclut également la probabilité que deux (ou plus) des autres personnes partagent une même date anniversaire, différente de la mienne.

C'est là que la combinatoire entre en jeu. Tandis qu'il n'y a que $n - 1$ personnes du groupe susceptibles de partager ma date d'anniversaire, le nombre de paires formées de deux personnes différentes et prises dans un groupe de n personnes est égal à $n(n-1)/2$. Ce nombre de paires croît rapidement quand n augmente. Quand n est égal à 23, on arrive à 253, ce qui est plus de dix fois supérieur à $n - 1 = 22$. En d'autres termes, si l'assemblée compte 23 personnes, il y a 253 paires possibles de personnes, dont seulement 22 m'incluent.

Considérons alors la probabilité qu'il n'existe aucune paire, prise parmi ces 23 personnes, dont les deux membres aient le même jour anniversaire. Pour deux personnes, la probabilité que la seconde personne n'ait pas la même date d'anniversaire que la première est de $364/365$. Ensuite, la probabilité que ces deux personnes-là aient des jours anniversaires différents et qu'une troisième personne ne partage son anniversaire ni avec l'une ni avec l'autre

est égale à $364/365 \times 363/365$. De la même façon, la probabilité que ces trois-là aient des dates d'anniversaire différentes et qu'une quatrième personne ne partage son anniversaire avec aucune des trois premières est égale à $364/365 \times 363/365 \times 362/365$. En continuant ainsi, on obtient que la probabilité qu'aucune des 23 personnes n'ait la même date d'anniversaire qu'une autre est égale à $364/365 \times 363/365 \times 362/365 \times 361/365 \times \dots \times 343/365$.

Ce produit vaut 0,49. Parce que la probabilité qu'aucune des 23 personnes ne partage la même date anniversaire vaut 0,49, la probabilité que certaines d'entre elles aient le même jour anniversaire est égale à $1 - 0,49$, soit 0,51 : ce nombre est supérieur à $1/2$.

Des loteries qui se répètent

Un autre exemple d'événement improbable en apparence mais qui ne l'est en fait pas du tout est fourni par les loteries. Le 6 septembre 2009, le loto bulgare a tiré au hasard les numéros gagnants 4, 15, 23, 24, 35 et 42. Ces numéros ne sont pas insolites. Certes, les chiffres qui les composent (1, 2, 3, 4 et 5) sont tous petits, mais cela

LA CHUTE D'UN PIANO SUR UNE VOITURE est très improbable. Mais les déménagements de piano et les voitures sont très nombreux...

n'a rien d'extraordinaire. Par ailleurs, la combinaison gagnante comporte une paire de nombres consécutifs, 23 et 24, mais cela arrive plus souvent qu'on ne le croit (si l'on demande à des gens de choisir au hasard six nombres compris entre 1 et 49, ils choisiront moins souvent des paires de nombres consécutifs qu'il n'y en aurait dans un tirage purement aléatoire).

Ce qui est insolite, c'est ce qui s'est produit quatre jours plus tard : le 10 septembre, la loterie bulgare a tiré les numéros gagnants 4, 15, 23, 24, 35, 42 – exactement les mêmes nombres que la semaine précédente. L'événement a provoqué à l'époque une tempête médiatique. « C'est la première fois que cela arrive depuis 52 ans que le loto existe. Nous sommes absolument abasourdis d'assister à une telle coïncidence, mais cela s'est produit », déclarait une porte-parole le 18 septembre dans une dépêche de l'agence de presse *Reuters*. Le ministre des sports bulgare de l'époque, Svilen Neikov, ordonna une enquête. Une fraude massive aurait-elle

Permutations, combinaisons et arrangements

Trois objets distincts A, B et C peuvent être ordonnés de six façons différentes : ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA. Chacune de ces façons est une *permutation* de l'ensemble {A, B, C}. Plus généralement, pour n objets distincts, il existe $n!$ permutations, où $n!$ (prononcé « factorielle n ») désigne le produit $n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times 2 \times 1$.

Dans un ensemble {A, B, C} de trois objets distincts, on a trois

façons de choisir deux des objets : on peut choisir {A, B}, {B, C} ou {A, C}. Chacun de ces trois sous-ensembles est une *combinaison* de deux objets choisis parmi trois. Plus généralement, étant donné un ensemble de n objets distincts, il existe $C(n, p) = n! / [p! (n-p)!]$ combinaisons de p objets parmi les n . Autrement dit, il existe $n! / [p! (n-p)!]$ façons de choisir p objets parmi n . Dans les combinaisons, on ne tient pas

compte de l'ordre dans lequel sont placés les objets. S'il faut tenir compte de l'ordre, on parle d'*arrangements*. On a ainsi six arrangements différents de deux objets pris parmi trois : AB, BA, BC, CB, AC, CA. Plus généralement, le nombre d'arrangements de p objets pris parmi n est $A(n, p) = n! / (n-p)!$ (c'est le nombre de combinaisons multiplié par $p!$, le nombre de permutations de p objets).

été commise ? Les numéros précédents auraient-ils pu être copiés d'une quelconque manière ?

En fait, cette coïncidence assez stupéfiante était simplement un autre exemple du principe d'improbabilité. Premièrement, de nombreuses loteries sont organisées de par le monde. Deuxièmement, elles ont lieu de manière très répétée, depuis des années. Cela s'additionne pour donner un très grand nombre de tirages, où les numéros tirés vont pouvoir éventuellement se répéter. Et troisièmement, la combinatoire intervient : chaque fois qu'il y a un tirage, on peut obtenir les mêmes numéros qui ont été produits dans l'un quelconque des tirages précédents. De façon générale, comme on l'a vu avec les anniversaires, si l'on effectue n tirages du loto, on a $n(n-1)/2$ paires de tirages, chacune de ces paires étant susceptible de produire une combinaison gagnante identique.

Le loto bulgare qui a produit des combinaisons identiques en 2009 est un loto où l'on tire six numéros sur 49. Or il existe $49! / [6! (49-6)!] = (49 \times 48 \times 47 \times 46 \times 45 \times 44) / (6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2) = 13\,983\,816$ ensembles différents de six numéros choisis parmi 49 (il s'agit de combinaisons, où l'on ne tient pas compte de l'ordre dans lequel sont tirés les numéros) (voir l'encadré ci-dessus). La probabilité de tirer une combinaison donnée de six numéros est donc égale à $1/13\,983\,816$. Cela signifie que la probabilité que deux tirages donnés produisent la même combinaison vaut $1/13\,983\,816$.

Mais quelle est la probabilité que deux tirages quelconques parmi trois donnent la même combinaison ? Ou quelle est la probabilité que deux tirages quelconques parmi 50 produisent la même combinaison ?

■ L'AUTEUR



David HAND est professeur émérite de mathématiques et directeur de recherche

à l'Imperial College de Londres. Il est ancien président de la Société royale de statistiques.

Article adapté de l'ouvrage de D. Hand, *The Improbability Principle : Why Coincidences, Miracles, and Rare Events Happen Every Day*, Scientific American/Farrar, Straus and Giroux, 2014.

■ BIBLIOGRAPHIE

F. Sauvageot, *Coïncidences, Images des mathématiques*, CNRS, 2011 (<http://images.math.cnrs.fr/Coincidences.html>).

D. J. Hand, *Statistics : A Very Short Introduction*, Oxford University Press, 2008.

I. Stewart, *Quelle coïncidence !*, Pour la Science n° 249, pp. 106-107, 1998.

J. Bérard, *Introduction aux probabilités et à la statistique*, <http://math.univ-lyon1.fr/~jberard/cours-www.pdf>

Dans le cas de trois tirages, notés par exemple A, B et C, il existe trois paires possibles de tirages ((A, B), (B, C) et (A, C)). Mais avec 50 tirages, on a 1 225 paires possibles. Et avec 1 000 tirages, il y a 499 500 paires possibles. La combinaison entre en jeu. Quand on fait passer le nombre de tirages de 50 à 1 000, ce qui correspond à une multiplication par un facteur 20, l'impact sur le nombre de paires est beaucoup plus grand : en passant de 1 225 à 499 500, il est multiplié par près de 408. On entre dans le domaine des nombres vraiment grands.

Avec des milliers de tirages, la coïncidence ne doit plus étonner

Combien de tirages faudrait-il pour que la probabilité de tirer deux fois les six mêmes numéros soit supérieure à $1/2$, c'est-à-dire pour que cet événement ait davantage de chances de se produire que de ne pas se produire ? En utilisant la même méthode que pour le problème des anniversaires, on obtient comme réponse 4 404.

À raison de deux tirages par semaine, on en a 104 par an. Il faudra alors moins de 43 ans pour atteindre 4 404 tirages. En d'autres termes, au bout de 43 ans, il y a davantage de chances qu'il y ait deux combinaisons gagnantes du loto identiques que le contraire. Cela jette un éclairage assez différent sur le commentaire de la porte-parole bulgare selon laquelle il s'agissait d'une coïncidence bizarre !

Et cela n'est pas valable que pour une loterie déterminée. Quand on prend en compte toutes les loteries dans le monde, on comprend qu'il serait surprenant que les tirages ne se répètent pas de temps en temps. Vous ne serez donc pas étonnés d'apprendre que pour la loterie nationale israélienne, les numéros tirés le 16 octobre 2010 (13, 14, 26, 32, 33, 36) étaient exactement les mêmes que ceux tirés quelques semaines plus tôt, le 21 septembre. Vous ne serez pas étonnés, contrairement aux dizaines de personnes qui ont envahi les programmes radiophoniques d'Israël pour se plaindre que le loto était truqué.

Le résultat du loto bulgare était inhabituel du fait que les combinaisons gagnantes identiques ont été obtenues par deux tirages consécutifs. Mais en raison de la loi des vraiment grands nombres, combi-

née à l'existence de nombreuses loteries régulières, on ne devrait pas être trop surpris. La loterie *Cash 5* de la Caroline du Nord, aux États-Unis, a ainsi produit les mêmes numéros gagnants les 9 et 11 juillet 2007.

Un autre exemple de coïncidence (plutôt frustrante) est ce qui est arrivé à Maureen Wilcox en 1980, aux États-Unis. Cette personne avait acheté des billets comportant les numéros gagnants à la fois pour la loterie de l'État du Massachusetts et pour celle de Rhode Island. Malheureusement pour elle, son billet de la loterie du Massachusetts avait les numéros gagnants de la loterie de Rhode Island, et *vice-versa*.

Si vous achetez un billet pour chacune de dix loteries, vous avez dix chances de gagner. Mais avec dix billets, on a 45 paires différentes de billets. Par conséquent, la probabilité que l'un des dix billets corresponde à l'un des dix tirages de loterie est plus de quatre fois supérieure à votre probabilité de gagner. Ce n'est pas une recette pour faire fortune : vous ne gagnez rien en ayant sur

votre billet d'une certaine loterie la combinaison gagnante d'une autre loterie – à part le sentiment que l'Univers se joue de vous.

La loi des combinaisons s'applique quand un grand nombre d'éléments (personnes, objets, etc.) interagissent. Considérons par exemple une classe de 30 étudiants. Ces personnes peuvent interagir de nombreuses façons. Les étudiants peuvent

LA PROCHAINE FOIS QUE VOUS FAITES l'expérience d'une coïncidence qui vous semble étrange, rappelez-vous le principe d'improbabilité !

travailler tout seuls : ils sont 30. Ils peuvent travailler en binômes ; il existe 435 binômes différents possibles. Ils peuvent travailler en trinômes ; il existe 4 060 triplets possibles. Et ainsi de suite, jusqu'à ce que tous travaillent ensemble, et là bien sûr il n'y a plus qu'un ensemble de 30 étudiants travaillant ensemble.

Au total, le nombre de groupes possibles différents d'étudiants que l'on peut former

(groupes de un étudiant, groupes de deux étudiants, groupes de trois étudiants, etc.) est 1 073 741 823. On dépasse le million, et tout cela avec seulement 30 étudiants. De façon générale, si un ensemble contient n éléments, on a $2^n - 1$ sous-ensembles possibles. Si $n=100$, le résultat est $2^{100} - 1$, ce qui est égal à environ 10^{30} , un nombre indéniablement grand.

Au cas où 10^{30} ne serait toujours pas assez grand pour vous, considérez le Web, qui a environ 2,5 milliards d'utilisateurs. Chacun de ces internautes peut interagir avec tous les autres. Cela donne 3×10^{18} paires possibles et, au total, $10^{750\,000\,000}$ groupes possibles d'internautes en interaction. Même des événements de très faible probabilité deviennent pratiquement certains si vous leur donnez autant d'occasions de se produire.

La prochaine fois que vous faites l'expérience d'une coïncidence qui semble étrange, rappelez-vous le principe d'improbabilité ! ■

france culture

LA MARCHÉ DES SCIENCES

Découvertes, inventions, aventures savantes au fil de l'Histoire

Aurélie Luneau
14h-15h / chaque jeudi

franceculture.fr

SCIENCE

Percevoir et bouger : les plantes aussi !

Catherine Lenne, Olivier Bodeau et Bruno Moulia

Les plantes perçoivent leur environnement et s'y adaptent par diverses formes de mouvements. Des capacités qu'on a longtemps cru réservées aux animaux et que l'on commence à décrypter.

Les animaux perçoivent le monde extérieur et réagissent en conséquence, souvent par des mouvements visibles et rapides. À l'inverse, les plantes sont fixées au sol par leurs racines et paraissent immobiles. Seul le vent semble les mettre en mouvement. Dès lors, on a longtemps cru les plantes incapables de percevoir leur environnement et d'y répondre par des mouvements actifs adaptés (*voir l'encadré page 44*).

Toutefois, cette passivité végétale n'est qu'une apparence, due à la lenteur des mouvements en jeu. Quand on filme une plante et que l'on passe la séquence d'images en accéléré, le résultat est spectaculaire : les fleurs s'ouvrent et se ferment, des tiges artificiellement penchées se redressent et s'élancent vers le ciel, les lianes explorent l'espace puis s'enroulent autour d'un support... Qui plus est, comme on le verra, certaines plantes ont même des mouvements rapides et étonnants, visibles à l'œil nu.

Au cours des 20 dernières années, l'étude quantitative des mouvements lents a connu un essor important, notamment grâce à de nouvelles techniques d'imagerie *in vivo*. Elle a révélé chez les plantes une sensorimotricité complexe et généralisée, c'est-à-dire une sensibilité qui leur permet d'effectuer des mouvements adaptés à leur environnement. Par sensibilité, on entend une capacité à percevoir des stimulus de natures diverses (lumière, température, gravité, pression mécanique, concentration d'une espèce chimique, etc.), émis ou non par d'autres organismes vivants. Et par motricité, on entend des mouvements actifs utilisant l'énergie des cellules. C'est probablement en partie grâce à cette sensorimotricité que les plantes à fleurs (angiospermes) ont colonisé la terre ferme il y a environ 140 millions d'années.

L'ESSENTIEL

- On a longtemps considéré les plantes comme des organismes passifs dépourvus de capacités perceptives.
- En réalité, elles sont sensibles à de multiples stimulus, telles la lumière ou la gravité. Elles seraient même sensibles à leur propre posture.
- Elles y répondent par des mouvements rapides, fondés sur le gonflement réversible de certaines cellules, ou par un contrôle de leur croissance, grâce auquel elles se redressent, se courbent ou tournent sur elles-mêmes...

© Eve Ubiquitous/Corbis