

Biophysique

Les essaims d'insectes, des systèmes critiques ?

Les mouvements erratiques des insectes dans un essaim ont des propriétés statistiques analogues à celles des transitions de phase chères aux physiciens.

Divers travaux suggéraient que certains systèmes biologiques, par exemple un réseau neuronal ou une nuée d'oiseaux, présentent des comportements analogues à celui d'un système physique en cours de « transition de phase », c'est-à-dire qui change d'état macroscopique. Une équipe de chercheurs romains et milanais apporte de nouvelles observations en faveur de cette idée.

En physique, un exemple simple d'une transition de phase est le passage d'un matériau ferromagnétique de l'état non aimanté à l'état aimanté. Au-dessus d'une température critique T_c , les spins (aimants élémentaires) du matériau ont des orientations aléatoires, d'où une aimantation macroscopique nulle. Au-dessous de T_c , les spins commencent à s'aligner mutuellement, et une aimantation non nulle apparaît.

L'une des caractéristiques du point critique est que les corrélations statistiques y deviennent de portée infinie : à la température T_c , les orientations de deux spins deviennent statistiquement corrélées quelle que soit la distance qui les sépare. Alessandro Attanasi, de l'Université La Sapienza de Rome, et ses collègues ont voulu savoir ce qu'il en est des corrélations pour des essaims de petits insectes volant dans les parcs romains.

Ils ont enregistré en 3D, à l'aide de trois caméras vidéo, les trajectoires individuelles des insectes au sein de différents essaims et ont calculé, pour chaque essaim, la longueur de corrélation des fluctuations de la vitesse – la distance caractéristique au bout de laquelle les corrélations entre les fluctuations de vitesse de deux insectes deviennent inférieures à un seuil fixé. Et ils ont notamment défini le « paramètre de contrôle », l'analogue de la température du matériau ferromagnétique, comme étant la distance moyenne (pour un essaim donné) entre deux insectes plus proches voisins.

L'équipe italienne a notamment montré que la longueur de corrélation est du même ordre que la taille de l'essaim, et que la distance moyenne entre deux insectes voisins décroît avec le nombre d'individus de l'amas. Ces propriétés s'accordent bien avec le modèle dit de Vicsek, où l'on suppose que chaque individu suit la trajectoire de ses voisins à un « bruit » aléatoire près. Dans ce modèle, le mouvement collectif passe d'un mouvement cohérent à un mouvement désordonné lorsque le bruit aléatoire dépasse un certain niveau.

En d'autres termes, selon les résultats de l'équipe italienne, les insectes d'un essaim ajustent la

Un essaim d'insectes, dont les trajectoires individuelles sont visualisées.



Andrea Cavagna/Université La Sapienza, Rome

distance qui les sépare, ou l'essaim ajuste le nombre de ses individus, de façon qu'il soit le plus possible « critique », c'est-à-dire que la longueur de corrélation soit maximale. Cela conforte l'idée de la criticalité du système. Mais, commentent Hugues Chaté, du CEA à Saclay, et Miguel Muñoz, de l'Université de Grenade, il faudra étudier des échantillons plus vastes pour parvenir à une conclusion plus certaine.

Quel est l'intérêt d'atteindre le point critique ? Ce point sépare deux types de comportement collectif, l'un ordonné, l'autre

désordonné. Si le comportement est trop ordonné, le groupe peut avoir des difficultés à s'adapter à des changements extérieurs, par exemple un prédateur s'approchant d'un côté de l'essaim ; s'il est trop désordonné, sa réaction risque de ne pas être assez forte. Au point critique, la longueur de corrélation étant grande, la réaction de certains individus peut se communiquer aux autres membres du groupe. La criticalité offrirait ainsi au groupe un bon compromis.

Maurice Mashaal

A. Attanasi et al., *Physical Review Letters*, vol. 113, 238102, 2014

Le méthane martien, un pic inattendu

Christopher Webster, de l'Institut de technologie de Californie, et ses collègues ont mesuré la concentration atmosphérique de méthane sur Mars avec un spectromètre du rover *Curiosity*. La concentration moyenne est plus basse que ne le prévoyaient les modèles de dégradation de poussières par la lumière ultraviolette du Soleil. Plus surprenant, les chercheurs ont observé des pics de concentration de méthane provenant probablement d'une source locale, mais qui reste à ce jour non identifiée.

Prion pathogène : du mouton à l'homme ?

L'équipe d'Olivier Andréoletti, de l'Inra à Toulouse, a montré que l'agent responsable de la tremblante du mouton, une protéine prion, est capable de franchir la barrière d'espèce et d'engendrer chez des souris modèles des troubles pathologiques similaires à

ceux observés dans les formes sporadiques de la maladie de Creutzfeldt-Jakob chez l'homme. Pour autant, la tremblante étant une maladie déjà ancienne chez les petits ruminants consommés par l'homme, il n'y a pas de risque nouveau pour la santé publique.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur www.pourlascience.fr