

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.

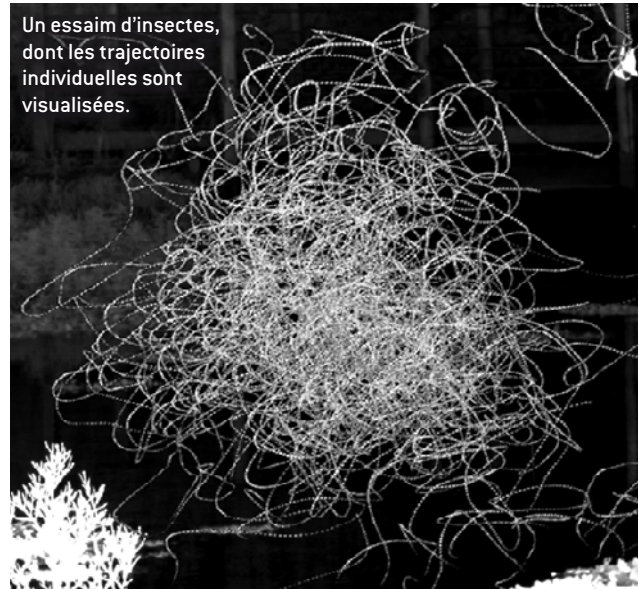
L'une des caractéristiques du point critique est que les corrélations statistiques y deviennent de portée infinie : à la température T_c , les orientations de deux spins deviennent statistiquement corrélées quelle que soit la distance qui les sépare. Alessandro Attanasi, de l'Université La Sapienza de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

POINT DE VUE

L'amélioration morale selon les transhumanistes : attention danger !

Certains penseurs transhumanistes prônent le développement artificiel de l'altruisme et du sens de la justice, afin de construire une société plus durable. Une posture inquiétante.

Marina MAESTRUTTI

Nous sommes inadaptés au futur. C'est ce constat que dressent Ingmar Persson et Julian Savulescu, respectivement chercheur et directeur du centre Uehiro de bioéthique à l'Université d'Oxford, dans leur ouvrage *Unfit for the Future*, publié en 2012. Les deux auteurs pointent les dangers de l'écart entre la puissance de nos technologies et notre psychologie morale. L'existence de l'humanité est menacée par le changement climatique, l'épuisement des ressources et de possibles conflits généralisés avec l'utilisation d'armes de destruction massive, mais nous ne parvenons pas à mettre en place des actions collectives et concertées pour y remédier.

Leur réflexion s'inscrit dans le cadre de débats qui agitent le transhumanisme, un courant né à la fin des années 1980 et organisé en associations et groupes informels. Les projets sont très hétérogènes, mais s'accordent en général sur une vision positive des technologies et sur le désir d'augmenter nos performances physiques et cognitives, ainsi que notre durée de vie.

Selon I. Persson et J. Savulescu, l'espèce humaine a développé une psychologie morale « myope », restreinte à la préoccupation pour les personnes et l'avenir proches, car elle a longtemps vécu dans des sociétés relativement petites et unies, avec une technologie peu développée qui ne permettait d'intervenir

que dans l'environnement immédiat. Cependant, grâce à la science et la technologie, nous avons bouleversé nos conditions de vie. I. Persson et J. Savulescu défendent l'idée que pour faire face aux menaces et aux défis qui attendent nos sociétés, nous devons étendre nos préoccupations morales au-delà du petit cercle de nos connaissances personnelles et leur faire englober jusqu'aux générations futures. En particulier, il faudrait augmenter deux caractéristiques « naturelles » du comportement humain, qu'on retrouve aussi chez d'autres animaux : l'altruisme et le sens de la justice.

LE CYBORG HEUREUX – ET LIBRE – des premiers pas du transhumanisme laisse la place au cyborg vertueux, soumis à divers impératifs éthiques.

Comment faire ? Les deux transhumanistes accordent une large place aux recherches pharmacologiques, par exemple sur des antidépresseurs ou des médicaments contre l'hypertension qui ont des effets secondaires sur les comportements moraux. Des médicaments qualifiés d'inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine, couramment prescrits contre la dépression, l'anxiété et les troubles obsessionnels compulsifs, semblent ainsi augmenter, chez les sujets traités, l'impartialité et la coopération. D'autres travaux potentiellement exploitables

commencent à identifier les fondements cérébraux de l'empathie ou divers effets intéressants de l'ocytocine, surnommée l'« hormone de l'amour ».

I. Persson et J. Savulescu citent tout un éventail d'autres pistes pour modifier les comportements et les réponses émotionnelles : stimulation profonde du cerveau par le biais d'électrodes implantées, manipulations génétiques, etc. Une branche de la génétique cherche d'ailleurs à identifier les gènes clefs pour certains comportements – plusieurs gènes ont par exemple été liés à l'agressivité chez la souris, ou à la dépendance, source possible de comportements « immoraux », chez l'homme.

La faisabilité d'outils de modification « d'amélioration morale » fondés sur ces travaux n'est pas acquise. Est-elle seulement souhaitable ?

Cette approche constitue en tout cas une rupture avec le transhumanisme des origines. Au-delà de la diversité des projets, les premiers moments du courant étaient libertaires. Cette mouvance considérait la protection paternaliste de l'État comme inacceptable, et l'évaluation du rapport risques sur bénéfices de l'auto-transformation comme du ressort des individus. L'objectif était d'éliminer toute souffrance et d'atteindre le bonheur, un objectif qualifié d'impératif hédoniste par l'économiste américain David Pearce. Le transhumanisme des origines visait ainsi à réaliser un cyborg heureux.