

Génétique

Un traumatisme transmis de père en fils

Des souris mâles peuvent transmettre un traumatisme précoce à leur descendance, via des microARN présents dans leurs spermatozoïdes.



Des souriceaux mâles sont traumatisés quand on les sépare de leur mère. Les troubles résultant de ce stress précoce se transmettent à leurs descendants.

Et si les conséquences d'un traumatisme pouvaient se transmettre d'une génération à l'autre ? Depuis longtemps, les psychiatres observent que les descendants de personnes traumatisées, comme les survivants de camps de concentration ou les vétérans de guerre, sont plus susceptibles de développer des troubles tels qu'anxiété ou dépression. Mais s'affranchir des effets sociaux et environnementaux pour mettre en évidence une éventuelle transmission biologique reste très difficile chez l'homme.

Chez la souris, en revanche, le phénomène est avéré. En 2010, Isabelle Mansuy et ses collègues, de l'Université de Zurich, établissaient que les souris mâles peuvent transmettre à leur descendance des caractéristiques comportementales liées au stress. Dans une étude récente, la même équipe a montré que cette transmission s'effectuerait *via* l'ARN présent dans les spermatozoïdes.

Afin de déclencher un traumatisme précoce, les chercheurs

ont séparé de leur mère des souriceaux mâles à des horaires aléatoires au début de leur vie. À l'âge adulte, ces souris montrent des signes de dépression, une aversion réduite pour la lumière et les espaces ouverts (des conditions de risque), et des troubles métaboliques liés au stress (hypersensibilité à l'insuline). Or ces troubles se transmettent à la descendance.

Pour identifier le mécanisme en jeu, les chercheurs ont analysé les spermatozoïdes des souris traumatisées et trouvé que des ARN de petite taille, dits microARN, étaient surexprimés en comparaison avec les souris normales. Les microARN font partie des molécules d'ARN dit non codant, qui n'intervient pas directement dans la synthèse des protéines. Si l'ARN non codant était autrefois considéré comme un « déchet », les biologistes savent aujourd'hui qu'il joue un rôle important dans la régulation de l'expression des gènes.

Chez les souris traumatisées, les microARN surexprimés étaient

localisés dans des structures du cerveau (hippocampe et hypothalamus) liées à la gestion du stress, ainsi que dans les spermatozoïdes. Pour tester leur rôle éventuel, les chercheurs ont ensuite réinjecté l'ARN des spermatozoïdes dans des ovules fécondés de souris. Les souris qui en sont nées présentaient les mêmes troubles comportementaux et métaboliques que celles ayant « hérité » directement du traumatisme de leur père.

Reste à comprendre un fait intrigant : chez les souris de seconde génération, on ne constate pas de surexpression de microARN, alors que le traumatisme se manifeste pourtant à la troisième génération. Les chercheurs supposent qu'une stabilisation s'opère *via* des modifications épigénétiques (qui ne sont pas codées dans les gènes) influant sur l'accessibilité de l'ADN pour la transcription. « C'est la première fois qu'on montre le rôle de l'ARN dans la transmission d'un caractère acquis », souligne Valérie Grandjean, spécialiste en hérité épigénétique à l'Institut de biologie Valrose, à Nice.

Le concept de transmission de caractères acquis, longtemps relégué aux oubliettes de la biologie, fait un retour en force depuis une quinzaine d'années. Grâce aux travaux en épigénétique, qui montrent qu'une hérédité est possible au-delà du seul code génétique, les biologistes commencent à mieux comprendre la façon dont des modifications environnementales peuvent se transmettre entre les générations.

Malgré quelques indices issus de l'épidémiologie, chez l'homme, la transmission par la voie paternelle d'un caractère induit par l'environnement reste à établir.

Yvan Pandelé

K. Gapp et al., *Nature Neuroscience*, en ligne le 13 avril 2014

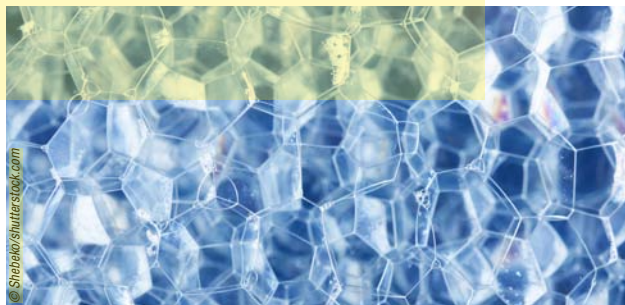
Physique

Le son bloqué par une mousse de savon

Comment se propage le son dans une mousse liquide ? Relativement peu d'études ont porté sur l'acoustique d'un tel milieu, et elles ont produit des résultats disparates. Juliette Pierre et Valentin Leroy, à l'Université Paris-Diderot, avec Benjamin Dallet, à l'Université de Rennes 1, ont mesuré l'atténuation du son par une couche de mousse liquide. Ils ont découvert que pour une certaine gamme de fréquences ultrasonores, la mousse absorbe l'onde acoustique et se comporte donc comme un isolant phonique.

Les expériences ont consisté à mesurer la transmission du son à travers une épaisseur de 0,5 millimètre de mousse, cette couche étant confinée entre deux films de plastique très minces. La mousse était préparée à partir d'une solution aqueuse de dodécylsulfate de sodium, un détergent répandu.

L'étude a porté sur une gamme de fréquences ultrasonores comprises entre 60 et 600 kilohertz, tandis que la taille caractéristique des bulles variait entre 30 et 100 micromètres (cette



Dans une mousse de savon, les films et les canaux de liquide réagissent différemment aux vibrations de l'air dues à une onde sonore.

taille augmente à mesure que la mousse « vieillit »).

On constate que la vitesse de propagation du son est petite aux basses fréquences (de l'ordre de 30 mètres par seconde), et élevée aux hautes fréquences (environ 220 mètres par seconde). Surtout, aux fréquences intermédiaires, l'atténuation du son est forte.

J. Pierre et ses collègues ont pu expliquer leurs résultats en termes d'un modèle simple où la mousse est assimilée à un ensemble de films liquides minces, soutenus par des canaux étroits, mais plus massifs, de liquide. À

basse fréquence, les films et les canaux vibrent en phase avec la pression de l'onde acoustique ; à haute fréquence, seuls les films vibrent. Mais aux fréquences intermédiaires, le mouvement des films est déphasé, ce qui conduit à un blocage du son.

Cette étude clarifie l'acoustique des mousses liquides et aidera peut-être à concevoir des isolants phoniques ou des sondes acoustiques pour caractériser les mousses produites en milieu industriel.

Maurice Mashaal

Phys. Rev. Lett., vol. 112, 148307, 2014

Le chromosome Y, en sursis ?

Aujourd'hui, le chromosome Y de l'homme ne comporte plus que trois pour cent des gènes que son ancêtre contenait il y a 200 à 300 millions d'années. Est-il en train de disparaître ? Daniel Bellott, du MIT aux États-Unis, et ses collègues ont étudié le chromosome chez différentes espèces de mammifères pour reconstruire son évolution. La perte se serait stabilisée depuis 25 millions d'années, probablement parce que les gènes restants ont un rôle essentiel dans la synthèse de protéines.

Une plante caméléon

Le mimétisme, fréquent chez les animaux, est plus rare chez les plantes. Ernesto Gianoli, de l'Université de la Serena, au Chili, et son collègue ont montré que la plante grimpante *Boquila trifoliolata*, endémique de la forêt tropicale, imite les feuilles des différents types d'arbres auxquels elle s'accroche. Elle se dissimule ainsi aux yeux des herbivores. Les mécanismes en jeu restent à déterminer, mais ils pourraient impliquer des composés volatils émis par l'arbre.

Éthologie

Des chenilles qui imitent le son des fourmis

Pénétrer discrètement dans une fourmilière n'est pas chose aisée, y vivre encore moins : les fourmis défendent farouchement leur territoire. Grâce à de nombreux signaux chimiques et acoustiques, elles distinguent les intrus des membres de la colonie. Pourtant, près de 10 000 espèces d'arthropodes vivent au sein des fourmilières, à l'abri des dangers de l'extérieur. Les chenilles des papillons *Maculinea* sont ainsi connues pour user de mimétisme acoustique afin de tromper la vigilance des fourmis, ce qui leur permet de s'introduire dans les nids.

Marco Sala et ses collègues, de l'Université de Turin, ont étudié

l'importance du mimétisme acoustique dans la stratégie adoptée par ces papillons pour se nourrir.

Ils ont enregistré le son émis par des ouvrières et des reines de l'espèce de fourmis *Myrmica scabrinodis*, puis celui produit par des chenilles *Maculinea alcon* et *Maculinea teleius*. Ces dernières émettent des stridulations similaires à celles des fourmis reines, ce qui pousse les ouvrières à les emmener dans le nid.

Les chenilles y restent entre 11 et 23 mois. Durant cette période, les chenilles n'ont pas toutes le même comportement. Celui-ci dépend de l'espèce et de la qualité de l'imitation des

sons de la fourmi reine. Les enregistrements sonores ont montré que les stridulations de la chenille *Maculinea alcon* sont plus ressemblantes. Leurs sons suscitent davantage l'attention des fourmis ouvrières, qui les nourrissent alors par trophallaxie (les fourmis leur régurgitent de la nourriture). La chenille *Maculinea teleius*, elle, imite moins bien la fourmi reine et attire beaucoup moins l'attention des ouvrières. Une discrétion utile à la chenille, puisqu'elle a un comportement de prédation : elle se nourrit des larves de ses hôtes !

S. B.

PloS One, vol. 9(4), e94341, 2014



Une chenille *Maculinea* emmenée au nid par une ouvrière *Myrmica*... qui la prend pour une reine ?