

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos

P.18 Livres du mois

P.20 Agenda

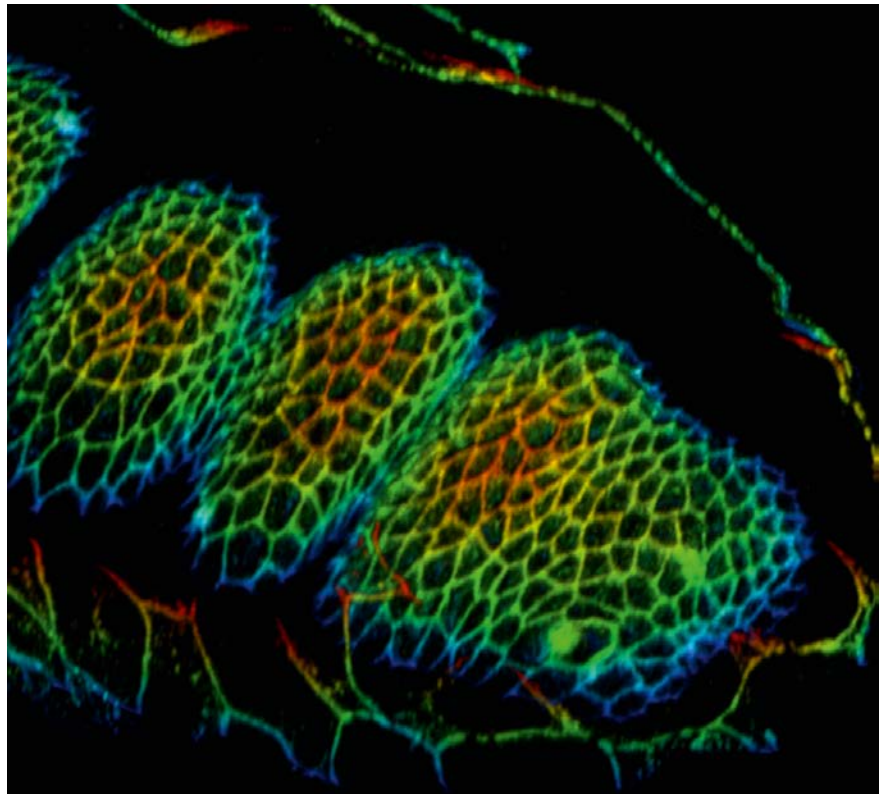
P.22 *Homo sapiens informaticus*

P.24 Questions de confiance

BIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT

COMMENT LA MORT DES CELLULES FAÇONNE LES TISSUS

Lors de la formation des pattes de la drosophile, les tissus cellulaires de la larve se plissent peu à peu en des endroits précis qui donneront les articulations.



Lors du développement animal, des cellules sur le point de mourir produisent une force qui déforme le tissu alentour. Leur noyau joue un rôle essentiel dans ce processus.

Comment un embryon, au départ rond comme une bille, se plisse-t-il progressivement au fil de son développement, jusqu'à former les différents organes? Nombre de biologistes se sont penchés sur cette question et, peu à peu, ces dernières années, un mécanisme s'est dessiné: à l'endroit d'un futur pli, les cellules constituant un tissu se rétractent à l'aide du même type de couple de protéines qui contracte les muscles: l'actine, un constituant du squelette des cellules, et une myosine, un moteur moléculaire

capable de se déplacer le long de l'actine polymérisée en filaments. Ce faisant, ces cellules entraînent leurs voisines *via* les molécules qui les lient les unes aux autres, et créent ainsi un creux dans le tissu.

Toutefois, on s'est aussi aperçu que ce mécanisme n'est pas le seul à l'œuvre. En 2015, notamment, Magali Suzanne et Bruno Monier, du Centre de biologie intégrative (CNRS, université de Toulouse), à Toulouse, et leurs collègues ont observé chez la drosophile que dans le tissu qui deviendra une patte, l'apoptose – la mort programmée des cellules – produit sur les cellules alentour une force similaire de

contraction qui les déforme et est nécessaire à la formation de la patte. La même équipe vient à présent de déterminer comment cette force est produite.

Depuis longtemps, les biologistes savent que l'apoptose intervient à des stades précis du développement et contribue au façonnage des organes. Chez les vertébrés, notamment, les doigts se dessinent grâce à la mort des cellules situées entre ceux-ci. L'apoptose est aussi impliquée dans le repliement sur lui-même du tube neural, le système nerveux primitif. On pensait alors que l'élimination des cellules suffisait à remodeler les tissus. Mais en 2015, en se concentrant sur le rôle de l'apoptose dans la formation d'un pli précis – qui devient une articulation d'une patte – lors du développement de la drosophile,

L'équipe toulousaine a montré qu'avant de mourir, une cellule en apoptose produit une force qui creuse le tissu en entraînant les cellules voisines. Dans sa nouvelle étude, l'équipe révèle que de nouveau le couple actine-myosine intervient dans la production de cette force, mais qu'un acteur inattendu l'accompagne: le noyau cellulaire.

Le tissu de la patte est constitué de cellules «épithéliales», des cellules qui, serrées les unes contre les autres sur une seule couche, forment une sorte de tapis d'une épaisseur de 20 à 30 micromètres reposant sur d'autres tissus. Par vidéomicroscopie et à l'aide de marqueurs fluorescents, les biologistes ont suivi pas à pas l'apoptose de cellules individuelles du tissu. Ils ont ainsi observé qu'un câble d'actine et de myosine se forme à partir du sommet de la cellule et s'allonge jusqu'à rejoindre le noyau, lui-même ancré à l'opposé, à la base de la cellule, par un réseau de filaments d'actine relié à la membrane basale. Lorsque le câble se contracte, il tire d'un côté sur le sommet de la cellule et de l'autre sur le noyau. Le sommet s'enfonce dans le tissu, entraînant les cellules voisines, tandis que le noyau remonte. Mais si l'on détruit l'ancre d'actine qui le relie à la base, le tissu ne se déforme plus.

Or les cellules non apoptotiques (c'est-à-dire qui ne sont pas sur le point de mourir) ont un aspect assez différent: alors que les cellules apoptotiques ressemblent à des poires, avec le noyau en bas, les cellules non apoptotiques sont inversées, leur partie supérieure, plus large, contenant le noyau. En d'autres termes, lorsque l'apoptose se déclenche, le noyau migre à la base de la cellule et y reste attaché. Il sert ainsi de point d'ancrage au câble contractile, lui permettant de transmettre à la face supérieure du tissu la force qu'il produit en se contractant. Puis la cellule se détache de ses voisines et est évacuée par la base du tissu. Mais le pli, lui, reste...

L'équipe essaye maintenant de comprendre si de tels mécanismes de génération de force impliquant le noyau sont mis en jeu dans d'autres organismes, comme le poulet, ou d'autres types de cellules, telles celles qui quittent leur épithélium d'origine pour migrer à distance. ■

MARIE-NEIGE CORDONNIER

A. Ambrosini et al., *Developmental Cell*, en ligne le 13 juin 2019

Comprendre l'origine de la chimiophobie

Quelle image a-t-on des produits de synthèse et de leur toxicologie en Europe ? Une étude met en relation l'état des connaissances du grand public et la « chimiophobie ». Christophe Cartier dit Moulin, chargé de mission pour la communication scientifique à l'Institut de chimie du CNRS, commente ce rejet de la chimie dans la population générale.



Propos recueillis par MARTIN TIANO

CHRISTOPHE CARTIER DIT MOULIN
directeur de recherche
au CNRS

Que nous apprend cette étude ?

Que la chimiophobie, définie comme la peur irrationnelle découlant de la surévaluation des risques liés aux produits issus de l'industrie chimique, est largement partagée et concerne tous les publics, y compris parmi les plus instruits.

L'étude a été menée par Angela Bearth, de l'École polytechnique fédérale de Zurich, et ses collègues en interrogeant 5 631 personnes dans 8 pays d'Europe. Elle confirme en outre que les connaissances en chimie sont assez faibles. Par exemple, la dichotomie erronée entre « chimique » et « naturel » est très présente. Ainsi, 82 % des participants de l'étude estiment qu'il y a une différence entre le sel (NaCl) synthétique et celui extrait de la mer. Certaines notions fondamentales en toxicologie, comme la relation dose-effet, sont quasi inconnues. Ce manque de connaissances de base instaure une méfiance et c'est le facteur décisif dans la chimiophobie, même si d'autres éléments entrent aussi en ligne de compte.

Pourquoi la chimie est-elle confrontée à une telle situation ?

Il me semble que la chimie souffre de trois maux : elle est mal aimée, mal comprise, mal traitée. Mal aimée car, contrairement à d'autres technologies, elle ne fait pas rêver : elle est trop proche du quotidien, elle est partout ! Lorsqu'il faut trouver un coupable face à des inquiétudes sur la santé, par exemple, les produits chimiques de synthèse sont faciles à montrer du doigt. Mal comprise car, comme le soulignent les auteurs, le terme même de « chimique » est polysémique, et sa véritable définition, « science qui étudie les propriétés, la constitution des corps et les réactions qui peuvent se produire entre eux »,

échappe la plupart du temps au grand public. Mal traitée enfin parce que, quels que soient les modes de communication mis en place, l'image de la chimie reste mauvaise, même quand les différents acteurs du domaine mettent, par exemple, l'accent sur une chimie écoresponsable.

Comment expliquer la situation encore plus dramatique en France ?

Il semble y avoir des différences culturelles entre pays européens, et j'ai le sentiment qu'en France, nous sommes à la recherche du « risque zéro ». La notion de balance bénéfique/risque, essentielle en toxicologie, reste de ce fait exclue du discours public. En résulte une plus grande inquiétude pour tout ce qui véhiculerait la moindre image de risque. Par ailleurs, je pense que la parole des scientifiques s'est affaiblie. En exagérant un peu, le grand public n'a pas beaucoup plus confiance en nous qu'en des politiciens. Les discours rigoureux, modérant la perception des risques, sont peu audibles dans les médias. Cette méfiance renforce davantage encore le sentiment de danger face aux produits chimiques de synthèse. Et parler de sujets polémiques comme le glyphosate ou les vaccins devient impossible.

Quels moyens pourrait-on mettre en œuvre pour sortir de la chimiophobie ?

L'enseignement des notions de base de la toxicologie et de la chimie en fait partie, ce qui à mon avis devrait se traduire en France par une réhabilitation de l'enseignement de la chimie, trop souvent présentée comme une sous-discipline de la physique.

Les scientifiques ne doivent pas chercher à convaincre mais simplement à expliquer, et accompagner le public dans les débats sociétaux que la chimie soulève. Point positif, depuis quelques années, j'observe que les scientifiques sont plus dans l'échange et le partage avec le grand public, et n'hésitent plus à discuter des limitations et du rapport bénéfices/risques de leurs avancées. ■

A. Bearth et al., *Food and Chemical Toxicology*, vol. 131, article 110560, 2019