

CARTE  
BLANCHEFigier dans le temps  
des formes fugitives

Par WIEBKE DRENCKHAN et JEAN FARAGO

Tout passe, il n'y a que le monde qui reste, disait Diderot, devant les ruines romaines peintes par Hubert Robert. Cette affirmation pleine de mélancolie s'applique hélas aux temps dramatiques que nous traversons, voire serait un peu trop optimiste, la pérennité du monde lui-même semblant remise en question.

Nous autres, physiciens, aurions pourtant tendance, par souci de précision, à nuancer cette remarque pessimiste, ne serait-ce que parce que la description des phénomènes fonctionne souvent en énonçant des lois de conservation. De plus, les systèmes en évolution arrivent toujours tôt ou tard vers un état d'équilibre macroscopique, où plus rien ne passe, justement, tout instant étant pour toujours semblable au précédent.

Ces états d'équilibre sont le Graal du physicien, car ils sont pour ainsi dire les seuls qui se laissent décrire raisonnablement bien. En revanche, qu'on s'écarte notablement de ces états de repos, et la science est beaucoup plus à la peine. Les effets transitoires, par exemple, quand la modification d'une condition extérieure force un système à « migrer » vers un nouvel équilibre, sont souvent difficiles à décrire. Dans certains cas, cette migration s'accompagne du développement spontané d'étonnantes figures fugitives, qui malheureusement disparaissent quand revient l'équilibre.

Un exemple simple de ce processus est la décomposition spinodale. Prenons un mélange d'éthanol (un alcool) et de dodécane (une huile) dans le rapport 2/3-1/3. Au-dessus de 13°C, les deux espèces se mélangent, et on observe un liquide homogène. Si on refroidit le système brutalement, les espèces deviennent immiscibles et « préfèrent » se séparer. La dynamique de cette séparation est étonnante : partout dans le fluide apparaît un treillis entremêlé fait des deux liquides déjà séparés en tout petits grains. Ces motifs s'agrandissent, les zones riches en éthanol et en dodécane formant des régions de plus en plus grandes, mais toujours entremêlées. Si on ne fait rien, ce « mûrissement » se poursuit jusqu'à complète séparation, car le système cherche à réduire la surface de contact entre les liquides, tout comme l'huile se sépare de l'eau : impossible de tirer parti de cet état extraordinaire mais fugace...

En 2005, une équipe européenne a pourtant trouvé le moyen de littéralement arrêter le temps, dans ce mécanisme, et de stabiliser ces belles structures enchevêtrées. L'histoire est d'autant plus intéressante que la prédiction de cet effet par des simulations numériques a précédé sa confirmation expérimentale. En ajoutant au mélange des nanoparticules, qui avaient une affinité très importante pour l'interface, ils ont pu stopper le mûrissement par un mécanisme merveilleux de simplicité. Au cours de ce transitoire, l'interface entre les deux espèces se réduit, et, si les nanoparticules sont assez nombreuses, la crise du logement se fait bientôt sentir ! Pour réduire davantage cette interface, il faudrait en éjecter des nanoparticules (vers l'une ou l'autre des phases liquides), ce qui n'arrive pas, car les nanoparticules restent fermement accrochées à l'interface. Tout s'arrête alors dès qu'il n'y a plus de place disponible.

Si, de plus, l'une des phases a la propriété de durcir, sous éclairage UV par exemple, on fabrique un matériau microstructuré qui a fixé la forme que visitait fugitivement le processus naturel : une sorte de photo tridimensionnelle d'une structure interconnectée à très grande surface d'échange, aux nombreuses applications potentielles (photovoltaïque, piles à combustible).

2005, ça date... Le temps se serait-il donc arrêté pour nous aussi ? En fait, la découverte que l'on peut stabiliser des émulsions par ensemencement de particules remonte à Walter Ramsden, en 1903, de la très vieille histoire en comparaison ! Ces anciens travaux connaissent une spectaculaire renaissance depuis vingt ans, dont témoigne l'exemple traité ici. On voit par là que, pour la science, vingt ans ce n'est rien. Mieux, les découvertes oubliées ne vieillissent pas, elles attendent simplement que leur heure revienne... ■

Wibeke Drenckhan (CNRS) et Jean Farago (université de Strasbourg)  
Physicienne et physicien à l'Institut Charles-Sadron à Strasbourg  
drenckhan@unistra.fr et farago@unistra.fr

« Il est urgent de créer des filières de soin  
consacrées aux traumatismes graves »

TRIBUNE - Face à ce problème sanitaire silencieux et occulté, un collectif de médecins et de familles de victimes appellent à mieux les prendre en charge, à l'instar d'autres pays européens

LES TRAUMATISMES  
GRAVES,  
TOUTES LÉSIONS  
CONFONDUES,  
CONSTITUENT  
UNE DES PREMIÈRES  
CAUSES DE MORTALITÉ  
ET D'INVALIDITÉ  
EN FRANCE

Le traumatisme crânien provoque dans notre pays des handicaps silencieux, souvent invisibles, qui concernent plus de 1,2 million de personnes. Il constitue la première cause de handicap acquis chez les adultes en âge de travailler, frappant des personnes jeunes avec un pic de fréquence entre 15 et 30 ans. Il résulte d'accidents de la circulation, notamment en milieu urbain avec la multiplication des engins de mobilité dite « douce » (vélo, trottinettes), ou d'accidents sportifs et de loisirs (ski).

Les victimes de traumatisme crânien peuvent souffrir de déficiences neurologiques visibles (troubles moteurs – hémiparésie –, troubles de l'équilibre, troubles sensoriels – audition, odorat, goût, vue –, épilepsie...), mais dans la majorité des cas, leur handicap est invisible, lié à des déficiences cognitives : troubles de la mémoire, de l'attention, de la concentration, des fonctions exécutives, de la vitesse de traitement de l'information, fatigabilité, incapacité de prendre des décisions, avec très souvent des modifications du comportement et de la personnalité.

Quelle que soit la gravité initiale du traumatisme crânien, c'est un événement qui déstructure la personnalité de la victime (« plus tout à fait le même, pas tout à fait un autre ») et fait voler en éclats l'équilibre de sa famille. Les plus graves ont des conséquences qui marquent les esprits (un coma prolongé, un état végétatif persistant ou un état pauci-relationnel). Mais la situation des victimes et des familles

est tout aussi catastrophique dans les formes moins sévères, aux conséquences moins visibles, mais qui induisent souvent incompréhension et désarroi de l'entourage.

Or, ce handicap majeur ne fait pas l'objet dans notre pays d'une prise en charge à la hauteur des enjeux. Elle est insuffisante et trop souvent inadaptée, avec une grande inégalité de ressources médicales, médico-sociales et sociales, selon les territoires et selon les interlocuteurs, souvent insuffisamment formés.

Au-delà du traumatisme crânien, les traumatismes graves, toutes lésions confondues, constituent une des premières causes de mortalité et d'invalidité en France, après le cancer et les maladies cardio-vasculaires, sur l'ensemble de la population. On estime qu'environ 144 000 personnes sont victimes d'un traumatisme sévère chaque année, même si le chiffre réel

est probablement plus élevé. Appréhendé différemment, ce chiffre traduit que 16 personnes sont victimes d'un traumatisme grave toutes les heures.

Face à ce problème sanitaire silencieux et occulté, les signataires de la présente tribune, représentant les familles et les acteurs de ces deux filières (cérébrolésion acquise et traumatismes graves), s'associent pour lancer un appel aux tutelles et à la société civile. Il est temps de relever ce défi sanitaire et les conséquences socio-économiques et psychologiques pour les patients et leurs familles. Il est temps de répondre par la construction de filières de soins intégrées dignes de ce nom et à l'instar des structures créées dans d'autres pays européens comme l'Allemagne, les Pays-Bas, les pays scandinaves.

Ces filières se conçoivent en amont même de l'accident par des politiques volontaristes puis font appel aux maillons sanitaires (services de secours et urgence, l'hôpital, les centres de rééducation et de réadaptation), médico-sociaux et d'accompagnement qui sont autant d'étapes jalonnant le parcours des traumatisés dans leur ensemble et qui reflètent la complexité et la durée de l'affection qui affecte profondément leur vie. Il est temps aussi de promouvoir une vraie démarche de prévention.

En conséquence, les signataires demandent que soit créé un centre national de ressources pour le traumatisme crânien et la lésion cérébrale acquise (CNR-TCLA) et qu'une lettre

de mission officielle appuie la mission du Groupe d'intérêt en traumatologie grave (GITE) pour continuer à fédérer et construire des filières à l'échelle nationale concernant les traumatismes graves.

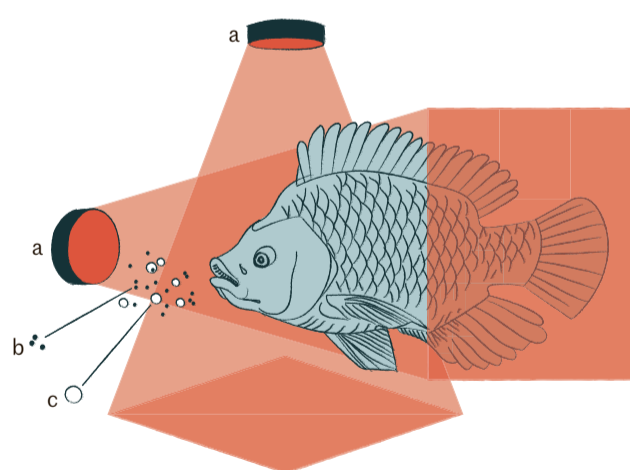
Le nombre de personnes touchées (directement et indirectement) par les traumatismes graves, dont les traumatismes crâniens, et la sévérité du handicap qu'ils induisent commandent une mobilisation nationale de grande ampleur de la part des tutelles et de la société civile. Il s'agit en effet d'améliorer les parcours de soins et de vie des blessés, et le soutien apporté à leurs proches. Il est temps d'agir ensemble pour répondre à cette épidémie silencieuse. ■

Collectif Filière traumatisme crânien et traumatismes graves dont  
Pr Pierre Bouzat, anesthésie-réanimation, CHU Grenoble-Alpes, président du Groupe d'intérêt en traumatologie grave (GITE); Dr Emmanuel Chevillon, président de France traumatisme crânien; Emeric Guillermou, président de l'UNAFTC; Pr Isabelle Laffont, présidente de la Société française de médecine physique et de réadaptation (Sofmer); Pr Julien Pottecher, président du Collège national des enseignants d'anesthésie-réanimation, membre du GITE; Pr Karim Tazarourte, chef de service, SAMU 69-urgences, vice-président du GITE. Retrouvez l'intégralité des signataires sur [Lemonde.fr](https://www.lemonde.fr)

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à [sciences@lemonde.fr](mailto:sciences@lemonde.fr)

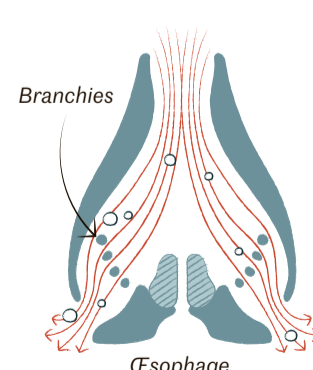
## COMMENT LES POISSONS MANGENT SANS AVALER D'EAU

## Mise en place de l'expérience



Deux sources de rayons X (a) perpendiculaires permettent de voir les os et les cartilages de la bouche du poisson vivant en trois dimensions (750 images/seconde), et de suivre des marqueurs solides sous forme de billes de polystyrène entourant un métal, pour tracer l'eau (b) ou la nourriture (c) (plus lourde).

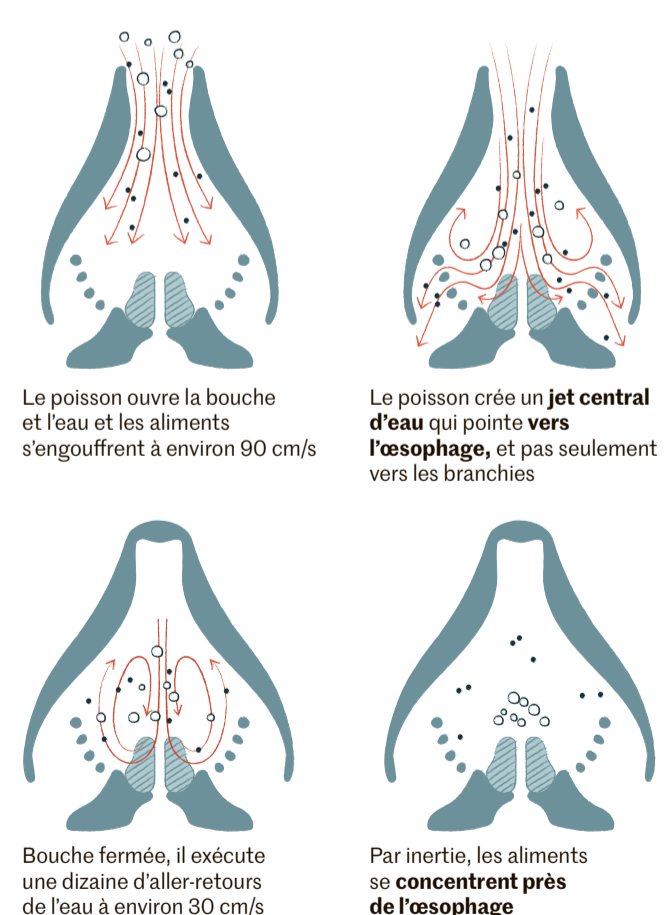
## Le paradoxe du poisson



- Ossature de la tête du poisson
- Plaque dentaire à l'entrée de l'œsophage
- Flux d'eau
- Nourriture
- Marqueurs de l'eau

L'aspiration d'eau par la bouche crée des flux d'eau vers les branchies afin que le poisson puisse extraire l'oxygène de l'eau et respirer. Mais ces flux entraînent aussi la nourriture loin de l'œsophage. Comment le poisson arrive-t-il cependant à manger ?

## Le repas, étape par étape



Le poisson ouvre la bouche et l'eau et les aliments s'engouffrent à environ 90 cm/s

Le poisson crée un jet central d'eau qui pointe vers l'œsophage, et pas seulement vers les branchies

Bouche fermée, il exécute une dizaine d'aller-retours de l'eau à environ 30 cm/s

Par inertie, les aliments se concentrent près de l'œsophage

Source : Pauline Provini et al., eLife, 22 février • Infographie : Le Monde, Victor Rocher

Pour la première fois une équipe (Muséum national d'histoire naturelle et université d'Anvers) a observé ce qu'il se passe à l'intérieur de la bouche d'un poisson en train de s'alimenter. Les chercheurs se sont intéressés

à ceux qui mangent par succion, en aspirant l'eau, comme les carpes, et non par filtration en ayant la gueule ouverte presque en permanence, comme les harengs. Le mécanisme est plus compliqué qu'il n'y paraît

avec notamment plusieurs allers-retours de l'eau, qui durent environ cinq secondes, avec des pauses d'une demi-seconde, et qui concentrent les aliments à l'entrée de l'œsophage. Sur deux carpes et deux tilapias, et

plusieurs essais, les chercheurs ont pu observer en trois dimensions les trajectoires de l'eau et des aliments, ainsi que leur synchronisation avec les mouvements de la mâchoire. ■

DAVID LAROUSSIERE