

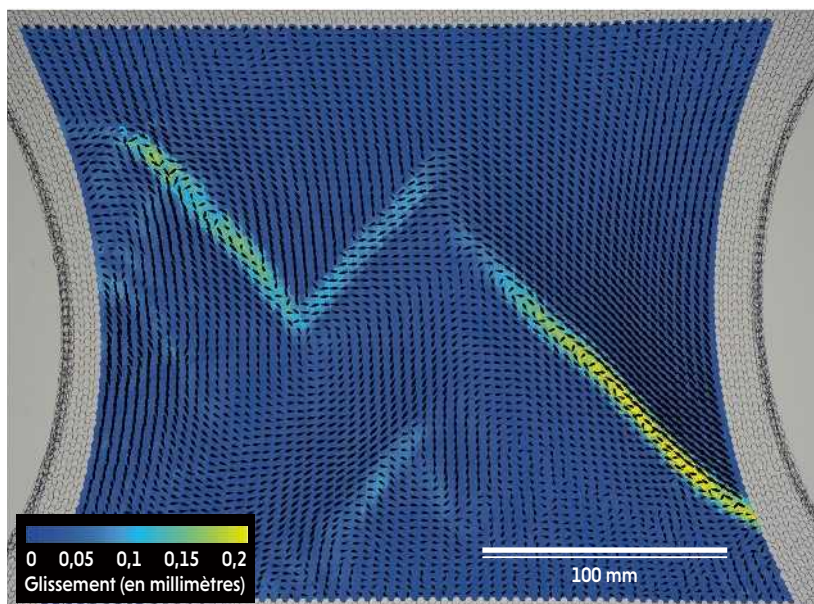
rapides : celles-ci correspondent au glissement soudain des points de contact et à la diminution associée de la résistance à la traction.

Les décrochements de la force présentent des amplitudes différentes, car un glissement ne correspond pas à un unique point de contact, mais à un ensemble de points plus ou moins nombreux qui glissent en même temps. Cette simultanéité est liée au fait que les mailles ne sont pas isolées les unes des autres, mais au contraire toutes connectées et reliées par le même fil. Pour repérer les points qui glissent lors d'un décrochage, nous avons pris des séquences de photos de tricot avec des étirements de 0,1% – une valeur insuffisante pour induire une déformation globale visible, mais assez importante pour déclencher un glissement de certains contacts. Les groupes de mailles qui glissent en même temps forment des ensembles très allongés (voir la figure ci-contre).

Comme nous l'avons dit, pour caractériser le bruit dû au glissement des points de contact, nous avons adopté une approche statistique. Nous avons examiné la distribution de probabilité de l'amplitude des décrochements, c'est-à-dire que nous avons répertorié tous les épisodes de glissement et nous avons noté de combien la force d'étirement baissait à chaque fois. Nous avons constaté qu'il y a de nombreuses petites baisses et très peu de baisses importantes. La distribution est globalement décrite par une loi de puissance (c'est-à-dire que la densité de probabilité est proportionnelle à l'amplitude de la baisse de la force élevée à une puissance donnée). Une conséquence de cette loi de puissance est ce qu'on appelle l'invariance d'échelle, qui signifie que certaines propriétés des événements de glissement sont indépendantes de leur taille.

Cette propriété est caractéristique du *crackling noise* (« crépitement »), à savoir une réponse intermittente que présentent de nombreux systèmes, où des phases de charge lente sont interrompues par des événements soudains. L'exemple le plus connu est celui des zones sismiques : quand deux plaques tectoniques en contact se déplacent en sens opposés (par exemple la plaque Pacifique et la plaque Nord-américaine), elles sont souvent dans une situation de blocage à cause de l'importance des frottements. De l'énergie de compression s'accumule progressivement, et lorsque les forces correspondantes surmontent les frottements, un glissement brusque survient et se traduit par un tremblement de terre.

En 1956, les géophysiciens Charles Richter et Beno Gutenberg ont proposé une loi statistique empirique qui décrit le nombre de séismes par unité de temps dans une région donnée en fonction de l'amplitude du séisme. Cette distribution de probabilité suit une loi de puissance. Parmi les autres exemples de



L'analyse de la photo d'un tricot subissant un étirement très faible de 0,1% permet de voir quelles mailles ont glissé au moment où la force d'étirement a vaincu les frottements. On observe clairement des mouvements d'ensemble.

crackling noise, on trouve le bruit du papier froissé, le bruit du crépitement d'un feu, le moment où une avalanche se déclenche, la production de pop-corn, etc. Tous ces phénomènes présentent le même profil statistique que les glissements de notre tricot.

SÉISMES, ROBOTS ET PULL-OVERS

Ainsi, l'étude des propriétés mécaniques du tricot a des liens surprenant avec des sujets très lointains comme la conception de matériaux pour des avions, la robotique et l'architecture ou comme l'étude statistique de phénomènes tels que les séismes. Il est particulièrement intéressant de retrouver une loi statistique universelle dans le tricot. Ce matériau permettra-t-il de mieux comprendre l'origine de cette universalité, voire d'offrir une façon simple de l'étudier en laboratoire (en tous cas bien plus accessible et contrôlable que les séismes) ? Lors des travaux que j'ai menés avec mes collègues, la façon dont nous avons modélisé le phénomène a été cruciale. Il a été nécessaire de simplifier le système (comme dans toute démarche de recherche). Mais si nous l'avions trop simplifié, nous aurions peut-être fait disparaître des aspects intéressants. Par exemple, si nous avions négligé le frottement, comme nous l'avions initialement envisagé, nous serions passés à côté du phénomène de crépitement.

L'étape suivante de nos recherches consistera à introduire davantage de complexité, pas à pas et de façon contrôlée, par exemple en jouant sur le type de maille (car il y a de nombreuses façons de tricoter ces mailles) ou sur les propriétés du fil. Et quand nous serons enfin parvenus à démêler toutes les subtilités du tricot, je serai peut-être en mesure de tricoter un beau pull pour ma grand-mère ! ■



© Reuters/Sylvain Cherkoui - Stock.adobe.com

Dans de nombreux pays tropicaux en développement, la majeure partie du poisson pêché est soit exportée pour la consommation, soit transformée localement pour produire de la farine de poisson, laquelle est ensuite exportée et utilisée pour nourrir les poissons d'élevage. C'est ce qui attend ces sardinelles dans une usine de Nouadhibou, le port principal de Mauritanie.

L'ESSENTIEL

> Dans les pays tropicaux en développement, le poisson constitue la principale source de micronutriments pour la majorité des gens.

> Néanmoins, ces populations souffrent de carences alimentaires sévères.

> Pourtant, dans certains de ces pays, les prises de pêche seraient suffisantes pour répondre à leurs besoins, si elles n'étaient pas exportées...

L'AUTEUR



DANIEL PAULY
professeur à l'Institut pour les océans et la pêche de l'université de la Colombie-Britannique, à Vancouver, au Canada

Les effets pervers du commerce du poisson

L'essentiel du poisson pêché dans les pays en voie de développement est expédié à l'étranger, alors qu'en consommer une fraction sur place suffirait à réduire les carences nutritionnelles dont souffrent les populations locales.

Manger du poisson est bon pour la santé. Le poisson est une source de micronutriments qui aident à prévenir les maladies liées aux carences alimentaires, l'une des principales causes de mortalité infantile dans le monde. La consommation de poisson pêché localement permettrait-elle de réduire l'incidence de ces maladies dans les pays touchés par ce problème? Il manquait des données pertinentes pour répondre à cette question. Une équipe menée par Christina Hicks, du centre pour l'environnement de l'université de Lancaster, au Royaume-Uni, et du centre pour l'étude des récifs coralliens de l'université James-Cook, en Australie, a évalué le contenu nutritionnel de 367 espèces de poissons pêchés dans 43 pays. Dans chaque pays, les chercheurs ont examiné le lien entre les nutriments disponibles dans les prises de pêche et la prévalence des maladies associées à des carences nutritionnelles dans les communautés vivant à moins de 100 kilomètres de la côte. Ils ont publié leurs résultats dans le journal *Nature*.

SIX MICRONUTRIMENTS ESSENTIELS

Christina Hicks et ses collègues se sont concentrés sur six micronutriments essentiels: le calcium, le fer, le zinc, le sélénium, les oméga-3 et la vitamine A. Ils ont également étudié la teneur en protéines. À l'aide de données déjà disponibles, les chercheurs ont créé un modèle permettant de prédire la concentration de chacun de ces nutriments dans différentes espèces de poissons. En exploitant des bases de données sur les prises de pêche réalisées entre 2010 et 2014, ils ont rassemblé des informations sur la quantité et le type de poissons pêchés dans la zone économique exclusive (ZEE) de chaque pays – les eaux côtières sur lesquelles il détient des droits de pêche souverains. Christina Hicks et ses collègues ont alors utilisé leur modèle pour estimer les nutriments disponibles à partir de ces prises et ainsi déterminer la répartition mondiale des nutriments issus de la pêche. Les poissons tropicaux offrent par exemple des concentrations plus élevées de calcium, de fer et de zinc que ceux des autres régions du globe.

Dans les pays tropicaux en développement, le poisson n'est pas, en général, un simple complément sain à un éventail déjà riche de produits alimentaires. Au contraire, pour des millions de gens vivant dans ces régions, il apporte les micronutriments et protéines absents d'une alimentation qui, sans lui, serait déséquilibrée. Il en constitue même la principale source pour la majorité d'entre eux. Les

protéines provenant de la pêche complètent le contenu nutritionnel des régimes alimentaires typiques de ces pays, où les calories proviennent principalement d'aliments tels que le maïs ou le riz.

DES PRISES DE PÊCHE SUFFISANTES POUR LES BESOINS LOCAUX

Les données de Christina Hicks et de ses collègues montrent que dans certains de ces pays, les prises de la pêche devraient être suffisantes pour répondre aux besoins en micronutriments des populations. Par exemple, plus de 75% de la population namibienne est menacée de carence en calcium, alors même que sont pêchés en Namibie suffisamment de

L'équipe a évalué le contenu nutritionnel de 367 espèces de poissons pêchés dans 43 pays

En Mauritanie, la pêche artisanale peine à nourrir les populations.

