

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: 31 (2019)
Heft: 123: Attention poisons! : Comment gérer les produits chimiques autour de nous

Rubrik: Point fort Toxic World : défi : gérer la prolifération des poisons

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mortelle beauté

Les poisons ont du charme, comme le montre cette série de photos. Les photos du lac Natron au nord de la Tanzanie sont impressionnantes mais opprassantes. Peu d'êtres vivants résistent à sa concentration en sel et à son milieu fortement alcalin. Parmi les exceptions: les flamants roses ainsi que des cyanobactéries qui donnent à l'eau sa couleur rouge.

Défi: gérer la prolifération des poisons

La nature et l'industrie produisent d'innombrables substances toxiques. Il est impossible d'analyser chacune d'entre elles et de déterminer une fois pour toutes quelle dose est inoffensive. Comment la science et la politique se positionnent face à cette incertitude.

Produits chimiques: apprendre à vivre dans l'incertitude

«Seule la dose fait qu'une chose est un poison», disait le médecin Paracelse au XVIe siècle. Mais est-il vraiment possible de déterminer un seuil avec exactitude? Voici comment la science gère cette incertitude.

Par Yvonne Vahlensieck

C'est «sans doute la substance la plus étudiée au monde», écrit l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) à propos du bisphénol A ou BPA, ce composé chimique trouvé dans d'innombrables produits en plastique. On le soupçonne depuis des décennies de modifier l'équilibre hormonal et d'entraîner de graves atteintes à la santé telles que la stérilité et l'obésité. La preuve de sa présence dans les biberons et les lolettes a provoqué un émoi particulier.

L'OFSP se montre rassurant: «Selon les connaissances actuelles, le bisphénol A ne présente pas de risque pour la santé, car l'exposition de la population est trop faible pour être dangereuse.» Les autorités continuent cependant à prendre des mesures pour réduire l'utilisation du BPA et, depuis 2017, l'interdisent dans les biberons. Malgré tous les efforts consacrés à cette question, malgré des centaines d'études scientifiques, on ne sait toutefois toujours pas vraiment à quel point cette substance est dangereuse. Et qu'en est-il de tous les autres produits chimiques d'usage quotidien bien moins étudiés et donc moins connus que lui?

Deux cents millions de substances

En principe, tout est réglementé de manière très précise: dans l'Union européenne, tout producteur voulant mettre en circulation une substance chimique dans une quantité dépassant la tonne doit fournir un dossier sur ses propriétés dangereuses. Pour des quantités supérieures à 10 tonnes, il doit également fournir une évaluation des risques et indiquer dans quelle mesure et à partir de quelle quantité la substance présente un risque d'intoxication, de troubles du développement ou de cancer. La manière et les circonstances dans lesquelles les gens entrent en contact avec cette substance doivent aussi être prises en considération. En Suisse, la législation sur les produits chimiques s'aligne étroitement sur le règlement de l'UE nommé REACH, entré en vigueur en

2007 (voir encadré: «Un règlement européen strict mais critiqué»).

Quelque 22 000 substances ont été à ce jour enregistrées auprès de l'Agence européenne des produits chimiques. Mais beaucoup se demandent si le système est à la hauteur du défi. L'évaluation complète des risques est très exigeante, et le nombre de nouvelles substances ne cesse d'augmenter: la banque de données Pubchem en répertorie plus de 230 millions. La plupart d'entre elles n'ont jamais été testées ou du moins pas selon les normes actuelles parce qu'elles sont employées en petites quantités. «Il n'est pas du tout réaliste de faire une évaluation approfondie et de fixer un seuil précis pour chaque substance existante», déclare

Comment évaluer les perturbateurs endocriniens?

De nombreux produits chimiques interagissent avec le système hormonal et peuvent engendrer des problèmes de santé et du développement. Mais peut-on vraiment déterminer une dose sûre pour ces perturbateurs endocriniens? La réponse divise les spécialistes depuis de nombreuses années.

Les tests toxicologiques usuels partent du principe que les effets augmentent avec les doses. En conséquence, il existe un seuil en deçà duquel une substance est inoffensive. Mais des scientifiques objectent que ce principe ne s'applique pas aux perturbateurs endocriniens: en raison des interactions biologiques, une dose faible peut parfois avoir un effet plus important qu'une dose élevée. Deuxième point: les perturbations du système endocrinien ne se manifestent souvent que plus tard dans la vie, ce dont les évaluations des risques ne tiendraient pas compte. Les partisans de l'approche toxicologique critiquent pour leur part le fait que ces résultats ne proviennent que de cultures cellulaires et de modèles animaux. Le débat est loin d'être clos.

Juliane Hollender, chimiste de l'environnement à l'institut fédéral de recherche sur l'eau Eawag.

L'analyse quotidienne d'échantillons d'eau prélevés dans le Rhin près de Bâle a révélé des centaines de substances dont personne ne soupçonnait jusqu'à aujourd'hui la présence dans l'eau et qui pourraient être toxiques. Le fleuve a charrié en 2014 au moins 25 tonnes de substances chimiques non testées. Même constat pour les pots de yogurts en plastique: plus de 1000 substances inconnues, dont un bon nombre toxiques lors de tests en laboratoire, y ont été mises en évidence dans une étude de l'Université Goethe de Francfort publiée en août 2019. Les gobelets en PVC et en PLA biodégradable ont obtenu les moins bons résultats, alors que ceux en PET n'ont montré pratiquement aucune toxicité. L'origine de telles substances inconnues se trouve probablement dans la dégradation de produits chimiques connus, ou encore dans des impuretés ou des sous-produits du processus de fabrication.

«Il n'est pas du tout réaliste de faire une évaluation approfondie pour chaque substance existante.»

Juliane Hollender

Le système est tout simplement dépassé par le nombre même de substances. Et a d'autres faiblesses, selon Juliane Hollender: «Les tests toxicologiques constituent de bons instruments pour mesurer certains effets déterminés, mais il est évidemment très difficile de couvrir l'éventail entier des conséquences possibles sur la santé.» On n'étudie notamment pas les interactions entre différents produits (l'effet cocktail), alors que les effets à long terme sont mal connus. Que se passe-t-il quand des quantités de substances chimiques s'accumulent dans le corps durant toute une vie? Les spécialistes se disputent d'ailleurs largement sur la pertinence de fixer des valeurs limites pour des produits tels que le bisphénol A qui perturbent des processus biologiques aussi complexes que le système hormonal (voir encadré: «Comment évaluer les perturbateurs endocriniens?»).

Bernd Nowack voit la situation différemment. Pour le chimiste de l'environnement de l'Empa, le laboratoire fédéral de recherche sur les matériaux, il n'y a aucune raison de paniquer: «L'évaluation des risques actuelle est une méthode établie que personne ne remet fondamentalement en question.» Il ne faut pas se

laisser déstabiliser par les études scientifiques, poursuit-il: les chercheurs multiplient souvent les essais en augmentant les doses jusqu'à produire un effet, comme avec les microplastiques. Mais «cela n'a pas grand-chose à voir avec une évaluation des risques». Même les scientifiques éprouveraient souvent des difficultés à différencier la dangerosité d'une substance (sa toxicité) du risque qu'elle représente et qui dépend notamment de l'exposition de chacun à son égard.

Des alternatives moins risquées

La Suisse est bien armée face à ces questions, selon Martin Schiess, responsable de la division Protection de l'air et produits chimiques à l'Office fédéral de l'environnement: «Nous disposons d'une législation moderne qui est continuellement adaptée aux dernières évolutions de la science.» Il reconnaît toutefois que pour certaines substances les méthodes conventionnelles ne permettent pas de fixer de valeurs limites, parce qu'elles s'accumulent dans le corps, agissent comme des hormones ou sont fortement cancérogènes. C'est pourquoi il faudrait les remplacer progressivement par des alternatives présentant moins de risques. Les gens peuvent y contribuer par leurs choix d'achat.

Il ne suffit cependant pas d'agir au niveau individuel, estime l'éthicienne de l'environnement Anna Deplazes Zemp de l'Université de Zurich: «L'homme a une responsabilité à l'égard de la nature. Il faut remettre en question notre conception du progrès et nous orienter dans une autre direction.» Dans le cas de la chimie, cela signifierait par exemple d'arrêter de définir le progrès uniquement en termes

de rendement et de performance, mais d'y réfléchir également en termes de durabilité et de dégradabilité. «Certaines personnes disent qu'il faut maintenant tirer un trait et cesser tout développement technique. Mais avec un arrêt total, on renonce à la possibilité de développements positifs.»

Juliane Hollender dit ne pas pouvoir envisager de solution aussi radicale: «Il est illusoire de renoncer à tous les produits chimiques parce que la chimie nous a également apporté beaucoup de bonnes choses. Nous devons simplement nous efforcer d'en faire bon usage. Mais, en fin de compte, la sécurité absolue n'existe pas.»

Yvonne Vahlensieck est journaliste scientifique et vit dans la région de Bâle.

Un règlement européen strict mais critiqué

Il est considéré comme l'un des plus complexes de l'UE: le règlement sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques (REACH). Depuis 2007, ce ne sont plus les autorités qui sont responsables d'évaluer les risques d'un produit, mais les producteurs et les importateurs. Le principe est simple: «Pas de données, pas de marché.»

Toute nouvelle substance chimique dont l'exploitation dépasse une tonne doit être enregistrée dans la base de données REACH – plus la quantité est grande, plus les données sur les risques pour les humains et pour l'environnement doivent être complètes. Les produits chimiques plus anciens ont été progressivement enregistrés jusqu'en 2018. Des évaluations spécifiques sont effectuées

pour les substances particulièrement préoccupantes.

L'ordonnance a beau être stricte et moderne, elle est critiquée. Par exemple, seul un échantillon de 5% des dossiers est examiné de près. Il manquait des données et des tests importants dans au moins un tiers des dossiers de substances utilisées en grande quantité, et cela sans conséquences notables pour les producteurs, selon une étude de l'Office allemand d'évaluation des risques publiée en 2018. Organisations de protection des animaux et scientifiques dénoncent le nombre élevé d'expériences sur les animaux généré par les exigences de REACH – alors même que les producteurs de substances semblables sont tenus de partager entre eux les résultats de leurs expériences.

Plus rapide et plus fiable

Analyser toutes les substances synthétiques se retrouvant dans l'environnement n'est pas possible en pratique. Trois groupes de recherche suisses développent des approches entièrement nouvelles pour accélérer les tests.

Texte: Yvonne Vahlensieck; illustrations: ikilo

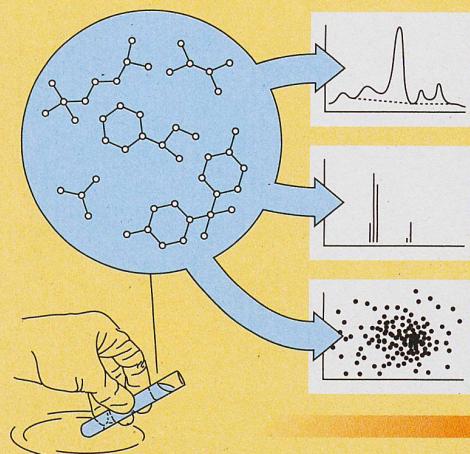
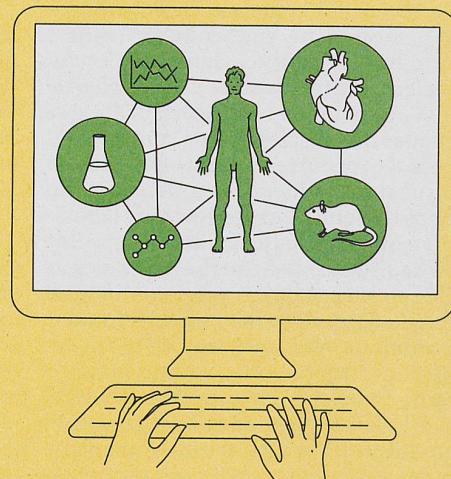
SIMULATION TOUT RÉUNIR DANS UN ORDINATEUR

Shana Sturla, ETH Zurich

Problème: les tests toxicologiques fonctionnent actuellement comme une boîte noire: on mesure ce qui en sort, mais pas ce qui se passe dans l'intervalle.

Solution: l'équipe zurichoise analyse au niveau moléculaire les points d'attaque des substances chimiques. Elle insère les résultats de nombreuses expériences

dans des modèles informatiques afin de couvrir l'intégralité des interactions possibles. «Si nous comprenons comment les produits chimiques interfèrent dans les processus biologiques, nous pourrons peut-être prédire leur toxicité sans recourir à des essais sur les animaux», déclare Shana Sturla.



RECENSEMENT DES MOLÉCULES LE RUISSEAU PASSE À TRAVERS L'APPAREIL DE MESURE

Juliane Hollender, Eawag

Problème: on ne sait pas quelles produits chimiques se trouvent dans les eaux, car seul un nombre limité de substances est surveillé.

Solution: la chimiste Juliane Hollender cherche à détecter toutes les substances présentes dans un échantillon d'eau en combinant différentes techniques d'analyse, notamment la spectrométrie

de masse et la chromatographie. De grandes bases de données disponibles sur internet permettent ensuite d'identifier de nombreuses molécules. «Nous disposons ainsi d'une image plus précise de l'ensemble des produits présents», dit-elle. Et parfois les propriétés des substances donnent une idée de leur toxicité.

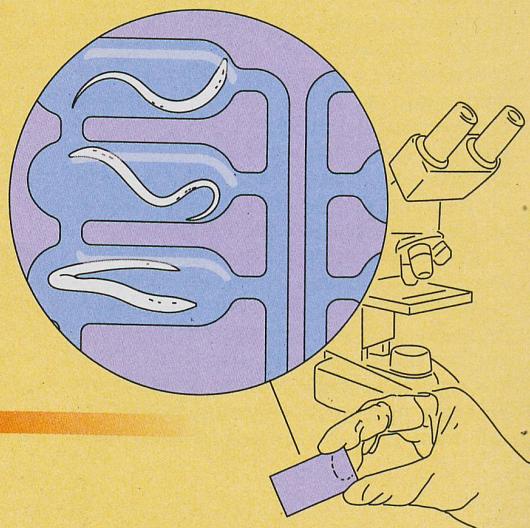
WORM-ON-A-CHIP LES VERS PLUS EFFICACES QUE LES SOURIS

Matteo Cornaglia, Nagi Bioscience, Lausanne

Problème: tester toutes les nouvelles substances requiert de l'argent, du temps et de nombreux rongeurs de labo.

Solution: le nématode *Caenorhabditis elegans*, un ver d'un millimètre, est un organisme modèle bien connu qui fonctionne à de nombreux égards comme l'être humain. La spin-off de l'EPFL Nagi

Bioscience a développé une procédure efficace d'essais toxicologiques sur ces vers. Contrairement aux tests faits sur les cultures cellulaires, ils livrent des informations sur les effets d'une substance sur l'organisme entier. «Nous pouvons ainsi constater les effets d'un produit chimique sur toute la vie d'un individu, celle du ver se résumant à deux semaines», explique le directeur Matteo Cornaglia.





Un matériau miracle – du moins dans le passé: l'**amiante bleu** est une roche de silicate inoffensive et résistante au feu qu'on peut tisser. Mais les longues fibres s'accrochent dans les tissus pulmonaires. Cela déclenche une inflammation chronique pouvant mener au cancer.

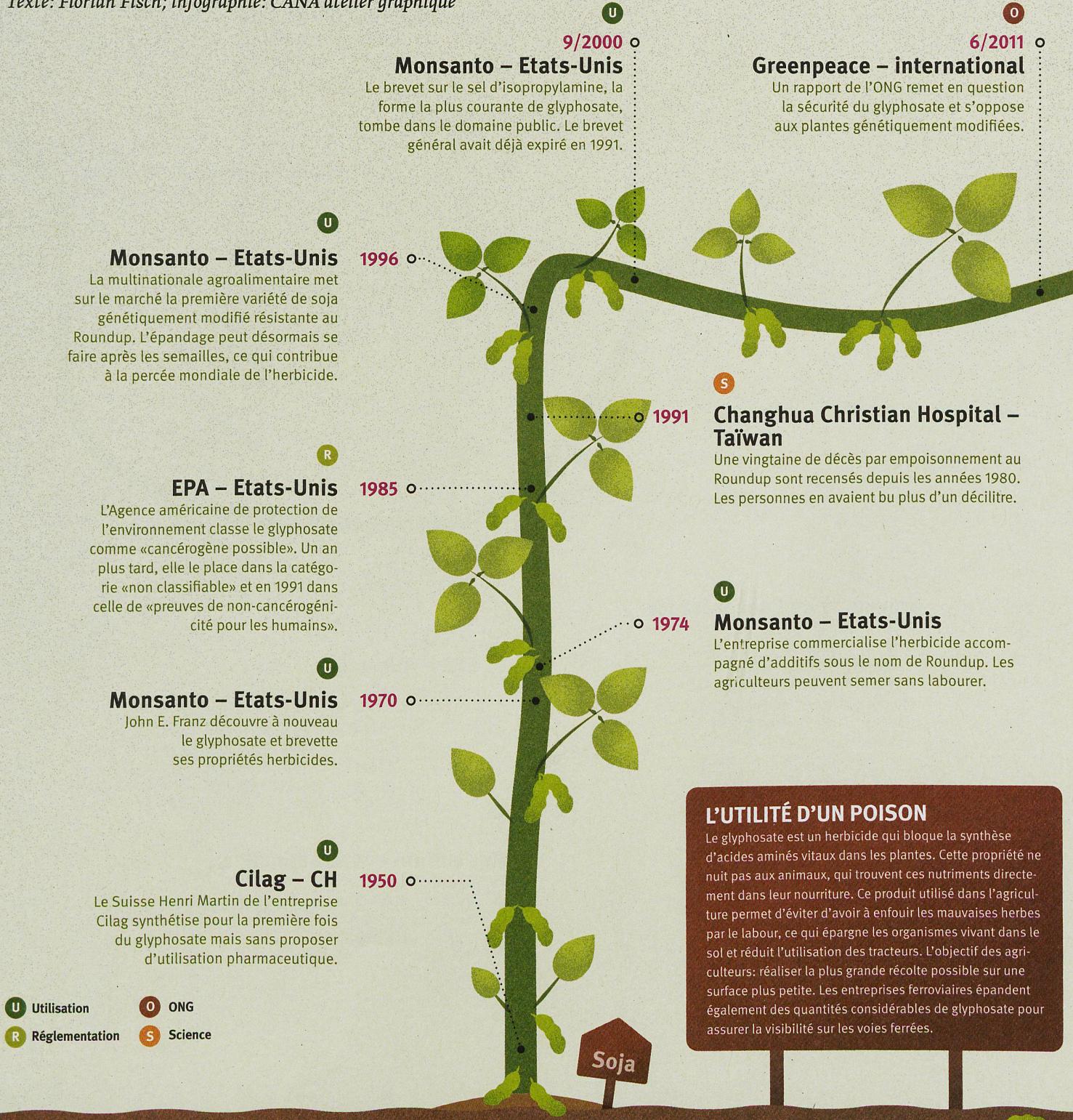
La microscopie électronique à balayage révèle toute la beauté des sporophores, les organes reproducteurs, de la **moisissure *Aspergillus niger***. Ce champignon à la fois pathogène et toxique produit l'une des substances les plus cancérogènes: l'aflatoxine.



Glyphosate: un chassé-croisé d'études et d'avis officiels

Autrefois considéré comme le produit idéal contre les mauvaises herbes, un nombre croissant d'indices accuse aujourd'hui le glyphosate d'être cancérogène. Plongée dans une jungle de positions variées.

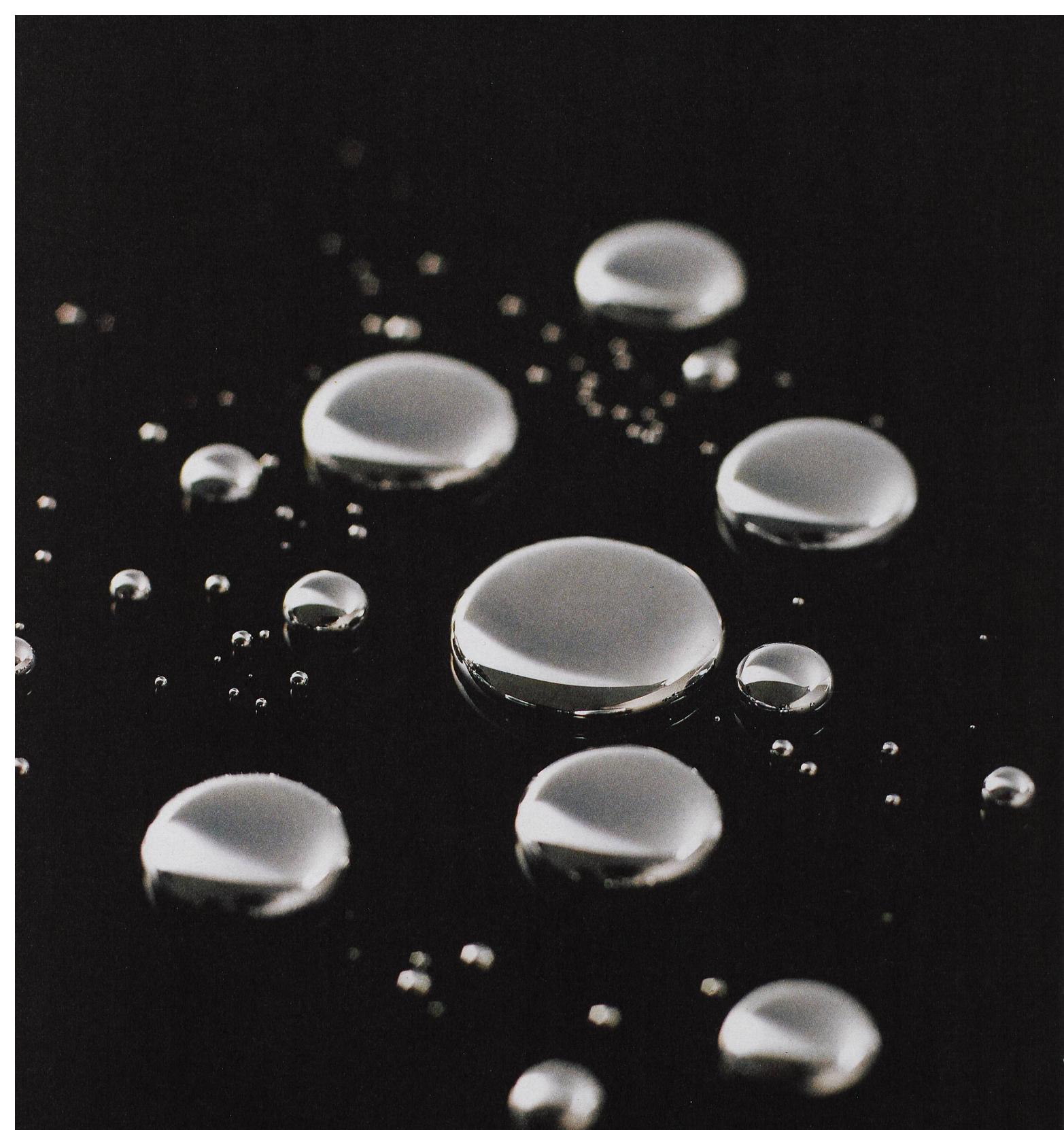
Texte: Florian Fisch; infographie: CANA atelier graphique



L'UTILITÉ D'UN POISON

Le glyphosate est un herbicide qui bloque la synthèse d'acides aminés vitaux dans les plantes. Cette propriété ne nuit pas aux animaux, qui trouvent ces nutriments directement dans leur nourriture. Ce produit utilisé dans l'agriculture permet d'éviter d'avoir à enfouir les mauvaises herbes par le labour, ce qui épargne les organismes vivant dans le sol et réduit l'utilisation des tracteurs. L'objectif des agriculteurs: réaliser la plus grande récolte possible sur une surface plus petite. Les entreprises ferroviaires épandent également des quantités considérables de glyphosate pour assurer la visibilité sur les voies ferrées.





Les vapeurs de **mercure** peuvent rapidement pénétrer dans l'organisme et rester longtemps dans les tissus adipeux. Elles endommagent les reins, le foie et le système nerveux central.

«Parfois les peurs disparaissent, après une ou deux générations»

Nous craignons des choses sans danger et ignorons les vraies menaces. Spécialiste du comportement des consommateurs, Michael Siegrist décortique nos mécanismes inconscients et plaide pour une communication directe et honnête des risques, surtout lorsqu'ils sont négligeables.

Interview: Atlant Bieri

Les chimistes cantonaux ont trouvé des résidus de pesticides dans l'eau potable consommée par 170 000 Suisse. La nouvelle a suscité en septembre 2019 les commentaires furieux de plus d'un millier de lecteurs de «20 minutes». Pourquoi?

L'eau est considérée comme un produit naturel, non transformé, qui se doit d'être pur. Une contamination choque d'autant plus.

Cette pollution est pourtant si faible qu'elle est sans danger.

Oui, mais les commentaires des lecteurs n'ont pas été rédigés par des toxicologues. Le public occulte complètement l'aspect quantitatif. La réaction est tranchée: c'est tout ou rien. Pour qui n'est pas du métier, il est impossible d'imaginer une pollution qui soit inoffensive.

Cela n'empêche pas les randonneurs de s'abreuver à un ruisseau de montagne potentiellement contaminé par des matières fécales d'animaux sauvages ou par du lisier. Pourquoi n'ont-ils pas peur dans ce cas?

Tout dépend du type de contamination. Les produits chimiques de synthèse sont perçus comme nocifs par essence. Les substances d'origine naturelle sont perçues de manière plus positive.

D'où vient la bonne réputation de la nature?

Dans le monde occidental, la nature est vue comme absolument positive, on le constate avec l'énergie solaire. Il n'y a pratiquement pas d'associations négatives. En outre, de nombreux risques naturels ne sont plus d'actualité aujourd'hui.

Par exemple?

Il y a 150 ans, les gens mouraient d'intoxication alimentaire car ils ne pouvaient éviter les denrées avariées. En Suisse, les dangers naturels faisaient bien plus de victimes qu'aujourd'hui. Nous les avons largement éradiqués depuis. Il est ironique que cette évolution positive ne suscite pas un enthousiasme plus marqué pour la recherche et la technique. Car, en fin de compte, la bonne image de la nature est justement due aux innovations technologiques et aux découvertes scientifiques.

Comment les produits chimiques ont-ils acquis leur mauvaise réputation?

Tout ce qui est produit par l'homme est perçu comme nettement plus risqué. Et les produits de synthèse sont particulièrement mal vus. Les grands accidents de l'industrie chimique comme l'incendie de Schweizerhalle ou la catastrophe de Bhopal en Inde ont marqué les esprits. Nous

avons tendance à nous focaliser sur les événements négatifs et en oublions ce que la chimie nous apporte de bien.

Pourquoi les petits dangers invisibles comme les résidus de pesticides, les radiations ou les additifs dans les aliments nous inquiètent-ils plus que les grands dangers évidents comme circuler en voiture ou fumer?

C'est une question d'utilité. Celui qui fume ou conduit en jouit directement; il est prêt à prendre les risques qui viennent avec. Il en va autrement des pesticides dans l'eau potable. Les consommateurs ne voient pas d'avantage direct. Bénéfice et risque sont dissociés l'un de l'autre. L'agriculteur a besoin des pesticides s'il veut produire des quantités suffisantes pour nourrir la population, mais cet aspect est trop éloigné de la thématique de l'eau potable.

Y a-t-il à l'inverse des dangers invisibles que nous ignorons largement?

Oui, c'est le cas du radon, un gaz qui se forme spontanément dans le sol. Beaucoup de gens ont de la peine à imaginer qu'un risque puisse émaner subitement du sous-sol, de notre terre nourricière. Et la situation est compliquée. L'exposition varie fortement d'une région à l'autre. Pour savoir s'il est nécessaire de réagir, il faut



Ce qui est produit par les humains est perçu comme plus risqué que ce qui vient de la nature, remarque Michael Siegrist.

«Dans les questions de pollution, les gens occultent l'aspect quantitatif.»

effectuer des mesures chez soi, et beaucoup répugnent à le faire. Le problème est donc souvent occulté, même dans des régions où la charge en radon est élevée.

Nos peurs face aux radiations, à la technique génétique et à la chimie semblent s'envoler lorsqu'il s'agit d'applications médicales.

Nous savons depuis longtemps qu'une personne malade ferait tout pour rester en vie plus longtemps. L'instinct de survie nous pousse à tout accepter, à tout avaler et à nous soumettre à tous les traitements proposés.

Mais des personnes en bonne santé consomment allègrement de la vitamine C produite à l'aide de bactéries modifiées génétiquement.

La plupart l'ignorent probablement. Et c'est le bénéfice qui compte, l'idée étant de prévenir la maladie. L'objectif est clair. Concernant les médicaments prescrits sur ordonnance, les gens partent du principe que le médecin ne veut que leur bien. Un patient ne s'intéresse pas vraiment aux risques ou aux effets secondaires de son traitement.

«Les autorités hésitent à dire que quelque chose est inoffensif.»

Les peurs disparaissent-elles parfois?

Oui. Mais souvent, il faut attendre une ou deux générations. Les fours à micro-ondes constituent un bon exemple. Il y a 40 ans, la population était très sceptique quant à leur sécurité. Aujourd'hui, il y en a un dans chaque cuisine, ou presque. La même chose s'est passée avec d'autres technologies. Les premières voitures étaient précédées d'une personne agitant un drapeau, afin d'avertir du danger qui approchait. Plus les objets sont familiers et mieux les risques sont acceptés. On arrête alors de se poser des questions.

Il y a une certaine hysterie lorsqu'une organisation comme l'OMS annonce que la consommation de tel produit alimentaire augmenterait la probabilité de développer telle maladie de 10%. De quoi rester perplexe en tant que consommateur. Comment

communiquer honnêtement les risques sans générer de peur excessive?

J'ai deux conseils: le premier est de comparer avec d'autres risques qui sont déjà connus et acceptés. On peut mettre en rapport l'augmentation de la probabilité de développer un cancer de l'intestin due à la consommation d'une portion de viande transformée avec celle due à un verre de vin. Mon deuxième conseil est de toujours communiquer des risques absous. Cela ne sert à rien de dire que le risque de décéder du cancer de l'intestin augmente de 10% lorsque je mange chaque jour 20 grammes de viande transformée. Je dois savoir en chiffres absous combien de personnes développent ce type de cancer. Prenons un exemple hypothétique: il y a une grande différence entre le fait que 10 ou 100 000 personnes meurent d'une cause particulière chaque année, même si un risque relatif additionnel de 50% est le même dans les deux cas. Dans le premier, on passerait de 10 à 15 personnes. Ce risque ne m'inquiéterait pas. Mais 50% de plus de 100 000, cela fait 150 000, et cela devient pour moi important.

Les médias affolent souvent l'opinion en brandissant des problèmes qui sont inoffensifs en réalité. Pourquoi les autorités et les chercheurs ne se font-ils pas mieux entendre?

Tant les chercheurs que les autorités hésitent à dire que quelque chose est inoffensif. Personne n'a envie de se voir reprocher d'avoir donné un faux sentiment de sécurité à la population. Mais je suis d'avis qu'ils se retiennent plus que nécessaire. Dans le cas de l'eau potable, on pourrait affirmer avec bonne conscience que sa consommation ne pose actuellement pas de problèmes.

Atlant Bieri est journaliste scientifique et vit à Pfäffikon (ZH).

Le spécialiste des consommateurs

Michael Siegrist, 54 ans, est professeur à l'ETH Zurich où il étudie le comportement des consommateurs. Il a notamment analysé les raisons de l'aversion pour les plantes modifiées génétiquement, le dégoût provoqué par certaines denrées ainsi que les éléments d'une communication efficace des risques. C'est l'un des experts les plus sollicités sur les questions liées aux choix des consommateurs et de la population.

Michael Siegrist a étudié la psychologie, l'économie et la communication de masse. Après un bref passage dans l'économie privée et un séjour de recherche à la Western Washington University, il est revenu à l'Université de Zurich puis à l'ETH Zurich. ff

Très répandu dans la mer Rouge, le **poisson-lion** *Pterois radiata* se défend à l'aide du venin présent dans ses épines.

