

est 100 fois moins dense qu'au niveau du sol, la traînée n'est plus du tout négligeable.

Une fois atteint le maximum de vitesse, la traînée dépasse le poids et l'homme sauteur se met à décélérer assez fortement. Il faut attendre environ 2 minutes et 30 secondes, vers 10 kilomètres d'altitude, soit l'entrée dans la troposphère, pour que la traînée et le poids se compensent et que le sauteur atteigne sa vitesse limite de chute (autour de 60 mètres par seconde), comme tout parachutiste ordinaire !

Pour promouvoir cet exploit, on mentionne souvent que F. Baumgartner aurait franchi le mur du son : c'est tout à fait exact, mais aussi un peu trompeur. Dans un gaz donné, la vitesse du son ne dépend que de la température T . Plus précisément, dans l'air, elle est de l'ordre de $20 \sqrt{T}$ mètres

par seconde. À la température ambiante (20°C , soit 293 kelvins), on retrouve les 340 mètres par seconde bien connus. Paradoxalement, la vitesse du son diminue avec l'altitude dans la troposphère, puisque T chute, avant de remonter un peu dans la stratosphère : à 30 kilomètres d'altitude, elle n'est cependant que de 305 mètres par seconde.

Le mur du son a été franchi, mais il était mou

Il est donc incontestable que F. Baumgartner a franchi le mur du son (voir la figure 2). Cependant, la densité à ces altitudes demeure si faible qu'il est peu probable que cela ait créé une onde de choc notable, donc qu'il y ait eu une signature sonore importante.

Il est par ailleurs mentionné que ce saut pourra alimenter la réflexion sur les procédures de survie des astronautes lors d'un retour sur Terre : au lieu d'attendre la destruction de leur vaisseau spatial dans les hautes couches de l'atmosphère, ne peuvent-ils pas sauter et revenir sur Terre comme F. Baumgartner ?

Du point de vue technique, le scaphandre et le parachute sont au point, mais il reste une grande différence : F. Baumgartner sautait sans vitesse initiale, alors que des astronautes auraient la vitesse de leur vaisseau (de l'ordre de sept kilomètres par seconde pour une navette en orbite basse), vitesse à laquelle les forces de traînée compliqueraient considérablement l'éjection et exerceraient des contraintes très fortes sur les scaphandres. ■

universcience présente

les conférences

entrée libre

Les jeudis 17, 24, 31 janvier et 7, 14, 21 février à 19 h

théma Les uns et les autres

CYCLE "L'autre en nous"

Notre corps intègre des éléments étrangers : gènes provenant d'autres espèces, millions de bactéries en symbiose, fœtus chez la mère, organe d'un autre chez le greffé. Comment se redéfinit notre identité quand l'autre est en nous ?

Avec le soutien

SCIENCE VIE

programme complet sur www.universcience.fr

SCIENCE & GASTRONOMIE

Des gelées à mâcher

Les consistances initiales des ingrédients alimentaires ne sont pas une fatalité. Avec un peu de travail, on peut les modifier et les adapter à nos goûts.

Hervé THIS



Une carotte est croquante, une viande de bœuf est fibreuse, et une gelée de groseilles est molle, aqueuse. Devons-nous accepter sans discuter la consistance des ingrédients de nos aliments, ou bien pouvons-nous travailler et obtenir des consistances adaptées à nos goûts ?

La question mérite d'être posée, à une époque où certains parent la nature de toutes les vertus et où les cuisiniers disent « respecter les produits » [alors qu'ils font des frites en mettant ces produits que sont les pommes de terre dans de l'huile à 200 °C]. Et puis, sommes-nous toujours parfaitement heureux de la qualité des ingrédients que nous nous procurons ? Non : notre pouvoir d'achat, le temps dont nous disposons, la variabilité des produits végétaux ou animaux, la saison et mille autres contingences font que nos ingrédients sont imparfaits. Nous avons cependant la possibilité de les améliorer, et c'est d'ailleurs ce qu'a toujours fait la cuisine !

En cette saison d'hiver, où les gibiers appellent des gelées de groseille ou de cassis, que faire pour viser des gelées améliorées ? Quand on centrifuge des carottes, on produit un jus frais, orange, au goût puissant, et... une « pulpe » que l'on jette, alors qu'il s'agit d'un ingrédient comestible (contenant de la cellulose, c'est-à-dire ce que les nutritionnistes nomment des « fibres alimentaires »). Conservons

cette pulpe et ajoutons-la à une gelée de groseilles ou de cassis que l'on a fait brièvement chauffer au four à micro-ondes : lors du refroidissement, nous obtenons une gelée de consistance bien différente. Certes, la transparence sera perdue, mais elle n'est pas essentielle dans le cas du cassis, où les pigments sombres ne laissent pas passer facilement la lumière. Inversement, nous pouvons régler la consistance sur mesure, afin de l'approprier à l'environnement culinaire où la « gelée modifiée » est placée.

Cette première expérience peut être généralisée : pourquoi ne pas utiliser des matières souvent considérées comme des déchets ? C'est ce qu'a fait l'industrie alimentaire avec le surimi, pâte produite à partir de petits poissons ou de déchets de poissons que l'on cuit, seule ou mêlée à de l'amidon et à du blanc d'œuf (ce qui augmente la teneur en eau) et à laquelle on donne un goût de crabe. Notons que le surimi n'est pas une nouveauté culinaire : les terrines, pains ou quenelles de poisson s'obtiennent de la même façon.

En cuisine, le même type de procédés est possible, avec du poisson ou de la viande. Normalement, les terrines sont des masses, mais il n'est guère difficile de déposer des couches minces sur des plaques de cuisson que l'on enfourne. Et si l'on veut une apparence fibreuse, il suffit de racler la couche à l'aide d'un peigne, avant la cuisson. Le

repliement en bâtonnets n'est pas obligatoire, bien sûr, et l'on pourra s'inspirer de l'exemple du surimi, qui utilise du paprika pour colorer, en généralisant à l'ensemble des colorants alimentaires.

Allons plus loin : pourquoi ne pas hybrider les règnes végétal et animal ? La cuisson d'une joue de bœuf ou de poisson dans une grande quantité d'eau produit des agrégats de protéines dont on peut retirer le goût, pour les utiliser ensuite dans des mets à base de tissus végétaux, voire les gelées évoquées en début d'article. Inversement, des fibres végétales peuvent être ajoutées à des produits carnés. Tout est possible, pour qui veut jouer avec la nourriture... afin de contenter ses convives. Oui, nous pourrions rester à Noël sur la dinde... trop souvent sèche et fibreuse quand elle n'est pas préparée à temps, mais pourquoi ne pas en changer la consistance à l'avance afin d'avoir encore mieux ? ■



Hervé THIS est chimiste dans le Groupe INRA de gastronomie moléculaire, professeur à AgroParisTech et directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Académie des sciences).

Retrouvez les articles de H. This sur www.pourlascience.fr



→ EXPÉDITIONS

Tara Oceans

Eric Karsenti et Dino Di Méo

Actes Sud, 2012
(192 pages, 29 euros).

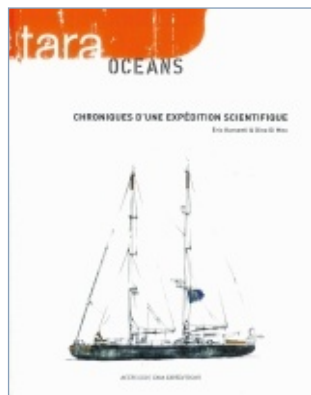
Ce carnet de bord de l'expédition scientifique *Tara Oceans* retrace le dernier périple scientifique de la goélette *Tara* qui, de 2009 à 2012, a parcouru mers et océans pour étudier les récifs coralliens et le plancton. À l'opposé de la « big science », cette aventure s'est inspirée des expéditions marines à taille humaine comme celle de Darwin à bord du *Beagle*. Son récit aborde le montage du projet, le choix des questions scientifiques traitées, ainsi que les différentes étapes du parcours.

L'échantillonnage réalisé vise à caractériser la complexité des écosystèmes planctoniques (virus, virus géants, bactéries, plancton) et à comprendre les relations étroites entre la diversité microscopique et les conditions environnementales (salinité, acidité, oxygène, température, lumière, nutriments, masses d'eau...). Parmi le million d'espèces de protistes, certaines sont-elles spécifiques aux grands tourbillons ? Comment se produit le blanchiment des coraux ? Comment la fertilisation en fer des océans par l'apport de sables désertiques agit-elle sur le phytoplancton ?

Pour répondre à ces questions, *Tara* a traversé de forts gradients d'acidité et d'oxygénation dans l'océan Indien, assisté au blanchissement massif des coraux de Mayotte, suivi les grands tourbillons du courant des Aiguilles au Sud de l'Afrique, les remontées d'eaux profondes du Benguela, puis le grand gyre sud-atlantique jusqu'en Amérique du Sud, avant de rejoindre l'océan Pacifique avec, notamment, le « continent de plastique » accumulé dans la gyre du

Pacifique Nord. Après la traversée du canal de Panama, *Tara* a fait plusieurs étapes dans le golfe du Mexique pour évaluer les effets de la pollution par les hydrocarbures, avant de boucler son périple en suivant les eaux du Gulf Stream en surface et en profondeur, et l'effet du vent sur les mouvements verticaux du plancton.

Cette expédition s'est accompagnée de prises de risques nombreuses, entre le démarrage du projet sans que son budget ne soit bouclé, les alertes aux pirates dans l'océan Indien et les tempêtes australes, qui ponctuent le récit des différentes étapes et escales. Une multitude d'informations ont été extraites de données satellitaires, de calculs océanographiques, de *gliders* (engins sous-marins) pour optimiser les prélèvements d'échantillons, à partir d'un mélange de technologies les plus pointues et d'une navigation traditionnelle à



la voile. De splendides photographies de micro-organismes marins, dessins, photographies de la vie à bord et des différents paysages font ressentir l'aventure humaine partagée par les 200 personnes ayant participé à cette expédition ainsi que leurs nombreuses rencontres. Les questions posées par les curieux de tous horizons reflètent la fascination de l'infiniment petit et les interrogations sur le devenir des océans. Ces chroniques de *Tara*

Oceans, très réussies, suscitent l'envie d'en savoir plus !

→ Valérie Masson-Delmotte

LSCE, CEA-Ormes des Merisiers

→ ARCHÉOLOGIE

Île de Pâques Terra Incognita

Micheline Pelletier
et Sonia Haoa Cardinali

La Martinière, 2012
(191 pages, 39,90 euros).

La grande force de ce magnifique ouvrage est la qualité et la variété des photos prises par Micheline Pelletier, qui témoignent de sa connaissance de l'île de Pâques et de son amour pour cette île extraordinaire. Le texte présente le récit de sa découverte, ainsi que les informations que les archéologues et les botanistes ont pu apporter sur son histoire. Diverses théories sont résumées – certaines mieux fondées que d'autres – sur le transport des statues monolithiques et sur les raisons des déclin environnemental et culturel de l'île.

Dans l'ensemble, le texte est solide, même s'il comporte quelques erreurs (par exemple, page 18, Ouest et Est sont confondus, de même que, page 131, les pointes de lance en obsidienne – *mataa* – et les percuteurs en pierre – *toki*). L'auteur a en outre eu la sagesse de consacrer une bonne partie du livre à des entretiens avec divers spécialistes tels que Hélène Guiot sur la colonisation de la Polynésie, Mark Horrocks sur l'évolution botanique de l'île et Jo Anne Van Tilburg, la grande spécialiste des statues monolithiques de l'île.

Les entretiens les plus intéressants sont ceux avec Burkhard Vogt, chef de l'équipe allemande qui, guidée par Sonia Haoa, archéologue native de l'île, a

détecté un bassin en pierre remarquable, probablement construit à des fins rituelles. Il discute aussi des ressources en eau de l'île, un sujet crucial négligé jusque récemment.

L'ouvrage ne se concentre pas uniquement sur le passé, cepen-



dant. Il poursuit l'histoire jusqu'à aujourd'hui, évoquant les relations parfois tendues de l'île avec le Chili et le grave problème des ordures produites par le nombre sans cesse croissant d'habitants et de touristes. Si une solution n'est pas trouvée bientôt, ces déchets pollueront les ressources en eau de l'île, tandis que le tourisme, aujourd'hui la principale source de revenus, risque d'endommager les monuments qui, justement, l'attirent.

→ Paul Bahn

Archéologue britannique
indépendant, spécialiste
de l'île de Pâques

→ HISTOIRE DES SCIENCES

Regards sur les textes fondateurs de la science (vol. 2)

Alexandre Moatti [dir.]

Cassini, 2012
(249 pages, 10 euros).

L'ouvrage regroupe des commentaires sur des textes qui ont changé la face du monde scientifique, en optique et en radioactivité.

Nombre de questions d'optique étaient liées à la navigation, notam-

ment «l'impossible problème des longitudes», selon la lamentation de Voltaire, et le repérage des navires près des côtes. Pour ce dernier problème, la contribution de Fresnel à la confection de lentilles adaptées formées d'anneaux de convergence fut déterminante.

L'optique classique des lentilles et des miroirs n'est plus une science moderne et ne constitue plus un sujet d'études très actif. Aussi avons-nous oublié le nom de Fresnel. Le livre ranime sa gloire. Fresnel connaissait les mathématiques utiles à son art, il calculait même les intégrales non répertoriées (les intégrales de Fresnel) par des développements en série avec une précision de quelques dix-millièmes; il était un excellent théoricien qui raisonna avec justesse sur la nature ondulatoire de la lumière (principe d'Huygens-Fresnel); il fut un expérimentateur hors ligne, mesurant des distances à moins d'un quarantième de millimètre, et enfin un ingénieur confirmé. Le tout avant de mourir de tuberculose à 39 ans.

À quoi sert l'histoire des sciences? S'agit-il de «Belles histoires de l'oncle Paul» montrant des exemples édifiants d'une science surannée? C'est cela et autres choses. Dans ce livre, tous les récits sont des discours de la méthode montrant les démarches,

quelquefois chanceuses (mais le hasard sourit aux esprits préparés), vers les découvertes. Chaque scientifique a sa qualité majeure; Rutherford est un intrépide qui sait accepter, puis maîtriser la complexité des familles radioactives; Newton a la faculté d'imaginer des expériences concluantes (pensons aux deux prismes qui décomposent et recomposent la lumière), tout comme le couple Joliot-Curie qui démontre la radioactivité artificielle; Becquerel a la rigueur et la sérendipité (la découverte des effets biologiques de la radioactivité).

Le génie de Becquerel fut de développer des plaques photographiques qu'il pensait vierges. Elles ne l'étaient pas: elles étaient impressionnées par les émanations du radium tout comme celles exposées au soleil. Becquerel a su faire table rase de ses idées préconçues sur la cause des émanations qu'il pensait dues à la fluorescence induite par la lumière solaire.

Ce souci de vérifications est une marque de volonté. L'histoire des sciences nous montre que la découverte est le fait d'esprits libres qui tiennent le probable pour faux jusqu'à preuve du contraire. Enfin, les textes qui retracent les découvertes des scientifiques de l'ouvrage sont d'une limpidité qui font honneur à leur auteur et à Alexandre Moatti, directeur de la collection.

→ Philippe Boulanger

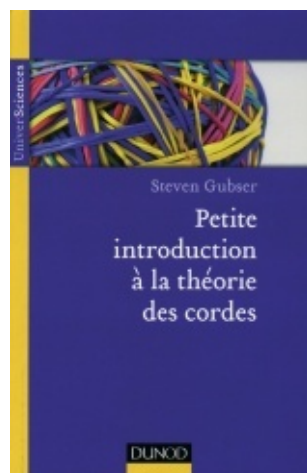
→ PHYSIQUE

Petite introduction à la théorie des cordes

Steven Gubser

La Découverte, 2012
(192 pages, 19 euros).

Qui n'a entendu parler de la théorie des cordes? Ce vaste édifice mathématique, d'une complexité extrême, constitue l'un



des grands chantiers actuels de la physique théorique. Selon ses architectes, il pourrait à terme donner les bases d'une théorie ultime en physique. Dans cet ouvrage rafraîchissant, l'auteur se concentre sur une tâche difficile: donner aux lecteurs les clefs nécessaires pour comprendre les bases et les enjeux de la théorie des cordes.

Bien entendu, on ne sera pas devenu expert du domaine une fois la dernière page atteinte! L'objectif du livre est tout autre: donner un aperçu de la façon dont la théorie des cordes s'articule avec les différents pans de la physique, de la physique des particules à la gravitation, en passant par la théorie des branes (l'extension de la théorie à des cordes de dimension supérieure que l'on nomme des membranes), les collisions d'ions lourds et les trous noirs.

Ce faisant, il réussit un tour de force: adapter son propos, tout au long de l'ouvrage, pour que tout lecteur (suffisamment concentré et attentif, tout de même!) y trouve son compte, qu'il soit lycéen, amateur de physique chevronné ou même physicien professionnel. Il aborde ainsi des notions techniques (par exemple la notion de théorie renormalisable, d'invariance de jauge ou de dualité) de façon simple, à l'aide d'analogies que

Brèves

Variations sur un même ciel

Jean-Philippe Uzan (dir.)

La Ville Brûle, 2012
(352 pages, 37 euros).



Le ciel n'est à personne, l'imagination est à tout le monde: aux morts comme aux vivants, aux philosophes comme aux savants, aux écrivains comme aux rêveurs. Les 26 auteurs morts de ce livre et les 22 auteurs vivants qui leur répondent voient ou ont vu un même ciel, mais y réagissent avec l'infinie variété née de leurs diverses spécialités et époques. Une constante, cependant: le vertige devant le ciel, puissant stimulant pour l'imagination.

Peinture & photographie

Dominique de Font-Réaulx

Flammarion, 2012
(328 pages, 60 euros).

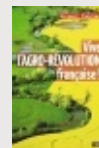


Lorsque la photographie est née au milieu du XIX^e siècle, des liens, d'abord timides, puis assumés, entre la peinture et ce nouveau mode de création picturale se sont créés. C'est l'histoire de cette rencontre que raconte le conservateur en chef du musée du Louvre dans ce magnifique ouvrage illustré. Études d'après nature, fixation d'un instant atmosphérique, de détails géologiques, d'expressions pour mieux les restituer ensuite – ou, à l'inverse, mise en photographie de thèmes chers à la peinture – sont quelques-unes de ces interactions qui firent entrer la photographie dans le monde de l'art.

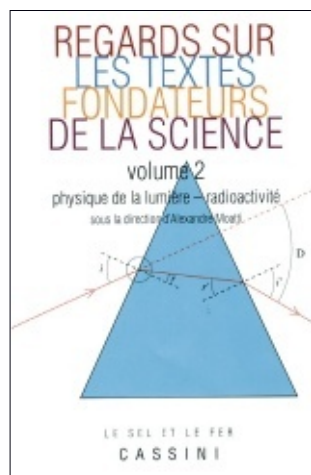
Vive l'agro-révolution française!

Vincent Tardieu

Belin, 2012
(464 pages, 22 euros).



Ce n'est pas la première fois qu'un ouvrage laisse entrevoir des alternatives écologiques et rentables à l'agriculture industrielle actuelle. Toutefois, celui-ci est plus qu'un *n*-ième plaidoyer pour l'agriculture biologique. Par une enquête de terrain fournie et précise, tant auprès d'agriculteurs que de chercheurs en agronomie, l'auteur, journaliste scientifique, dresse un portrait concret du monde agricole français: ses difficultés, ses contraintes, mais aussi sa capacité d'innovation. Localement, paysans et agronomes conçoivent et testent ensemble, à leur échelle, de nouvelles pratiques plus respectueuses de l'environnement. Et montrent qu'une autre agriculture est possible...

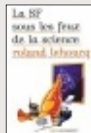


Brèves

La SF sous les feux de la science

Roland Lehoucq

Le Pommier, 2012
(216 pages, 20 euros).



L'auteur prend un joyeux plaisir à mettre en parallèle l'imagination bien connue des auteurs de science-fiction et celle, moins connue mais non moins vive, des physiciens. Les inventions de la SF ne sont pas si loin qu'on pourrait le croire des problèmes que la physique se pose (et résout parfois !). Dans un style clair et alerte, l'auteur, aussi familier des récits de SF que des théories de la physique, organise un dialogue entre les uns et les autres.

Le bitume dans l'Antiquité

Jacques Connan

Errance, 2012
(270 pages, 35 euros).



Le bitume, un résidu de pétrole qui suinte à travers les roches, est utilisé depuis l'Antiquité comme colle, comme liant en architecture, comme mastic, pour modeler des statues ou des prothèses, pour rendre les bateaux étanches... L'auteur, géochimiste pétrolier, couvre tous les sujets rencontrés en archéologie du bitume, non seulement dans les civilisations mésopotamiennes et égyptiennes, mais aussi chez les Jomons au Japon ou chez les Chelmash de Californie... Il met ainsi sa connaissance unique du bitume à la disposition des archéologues et de tous ceux que ce matériau ancien fascinent.

La France des paysages

D. Decobecq et al.

BRGM Éditions, 2012
(208 pages, 29 euros).



La France est belle. Quand, pour le montrer, des géologues choisissent ses paysages, cela produit un choix spectaculaire ; quand en plus, ils les expliquent, cela devient fascinant ; et quand tout cela est accompagné de la culture locale liée à ces paysages, cela devient un voyage. Faites-le en errant d'abord d'image en image, de l'île de Groix, face à Lorient, à l'incroyable mont Aiguille dans le Vercors à la piste des reptiles d'Émosson dans les Alpes du Nord, etc. ; choisissez ensuite une curieuse structure géologique, lisez son étonnant passé géologique, puis son inattendue histoire culturelle...

le physicien le plus pointilleux trouvera acceptables. Fait remarquable : il s'agit bien d'analogies et non de ces images poétiques qu'on lit dans tant d'ouvrages, laissant perplexes le lecteur expert et le néophyte...

Un tel ouvrage était d'autant plus souhaitable que les essais de vulgarisation de la théorie des cordes servent souvent de prétexte à des plaidoyers partisans – écrits par ceux que ses trésors potentiels émerveillent, ou par ceux qu'elle déçoit ou qu'elle décourage par ses difficultés mathématiques... Du reste, les discussions sur cette théorie tourmentent souvent au vinaigre et les querelles parfois violentes qui s'ensuivent entre les chercheurs concernés n'invitent pas à essayer d'en savoir plus.

Dans pareille ambiance, on appréciera d'autant plus la démarche modeste d'un auteur qui sait aussi ne pas tout expliquer quand il énonce des résultats dont la justification dépasserait l'entendement du lecteur. Il parvient alors à l'inciter à poursuivre sa lecture, et on lui emboîte le pas avec un grand plaisir.

→ Richard Taillet

Université de Savoie

→ AGRICULTURE

Le tout bio est-il possible ?

Bernard Le Buanec (dir.)

Quæ, 2012
(240 pages, 23 euros).

Il y a des livres drôles, charmants, tristes, gais... Celui-ci est à la fois intelligent et utile. Le bio ? Il en est beaucoup question, mais les idées que l'on s'en fait à la lecture de la presse sont souvent douteuses. Ici, le groupe d'auteurs, presque tous membres de l'Académie d'agriculture, sait

ce dont il parle, et le coordinateur a parfaitement orchestré les contributions. La forme de la collection (« 90 clés pour comprendre ») est adaptée au traitement de cette question difficile.

Nous sommes tous témoins que les protagonistes de « l'affaire bio » sont mal informés. Souvent l'agriculture biologique (AB) est confondue avec l'agriculture « biodynamique », création intellectuelle du philosophe autrichien Rudolf Steiner, enseignant qui s'est fait connaître en créant un courant de pensée ésotérique ; selon lui, les phénomènes physiques ne sont que l'aspect extérieur de la réalité et il existe des relations biologiques, psychiques et spirituelles entre les divers règnes de la nature. Pis, la biodynamie croit dans l'influence de la périphérie cosmique sur la vie végétale...

Tel est le type de réponses informées que l'on trouve aux questions qui structurent l'ouvrage. Rien que des « questions qui fâchent » : la production bio est-elle plus exigeante en main-d'œuvre (ce qui justifierait son coût supérieur) ? Comment assurer la fertilisation azotée en polyculture AB ? Comment contrôler les adventices en AB ? Accroître les surfaces en AB augmenterait-il les risques sanitaires ? La transgénèse aurait-elle un intérêt en AB ? Comment produire de la viande bovine bio ? L'AB protège-t-elle la diversité de la faune, de la flore et des paysages ? Les auteurs de ce livre ont merveilleusement plongé au cœur d'un sujet controversé, et su faire un livre qui pourra être lu tant par les partisans du bio que par ses détracteurs.

Un seul reproche : avoir utilisé l'expression « produit chimique »,



qui n'a aucun sens. Si la chimie est une science (et elle l'est), un produit n'est pas « chimique » : de synthèse ou non, il est toujours artificiel, dans la mesure où, extrait ou synthétisé, il a toujours fait l'objet d'un travail humain. Il est temps de trouver un nom différent de « chimie » pour les industries phytosanitaires ou des minerais, lesquelles ne sont pas de la science, mais de l'industrie. Cette réforme aiderait nos concitoyens à comprendre que le soufre natif des volcans n'est pas un bon choix pour soufre les tonneaux de vin (l'arsenic qui l'accompagne engendre le dangereux oxyde d'arsenic) ou que le purin d'orties, utilisé en AB, contient des pyrèthrénoïdes, qui sont de la même famille que nombre d'insecticides de synthèse. Au fond, de même que l'illettrisme est un fléau, l'ilchimisme, ignorance des résultats de la science chimique, nuit gravement au fonctionnement sociétal, parce qu'il permet à des marchands de peur de faire passer une idéologie rétrograde sous le couvert de discours insensés.

Faisons largement lire cet utile petit livre !

→ Hervé This

Retrouvez l'intégralité de votre magazine
et plus d'informations sur
www.pourlascience.fr

