

SCIENCE & GASTRONOMIE

Attention au froid !

Il fait brunir certains végétaux, qui sont alors un peu moins bons pour la santé.

Hervé This



Une pomme, une poire qui tombent se talent (le tissu végétal brunit à l'endroit du choc) à une vitesse qui dépend de l'espèce et de la variété. Pourquoi ? Parce que le choc endommage les cellules : des enzymes, initialement présentes dans des compartiments intracellulaires spécifiques du fruit, sont libérées de ces compartiments, réagissent avec des polyphénols pour former des composés nommés quinones, lesquels polymérisent en formant des composés bruns qui se lient aux protéines cellulaires.

Les cuisiniers jugent ce brunissement enzymatique des végétaux nuisible à l'appréciation de leurs plats, et ils le combattent souvent à l'aide de jus de citron... ignorant que l'acide ascorbique pur, responsable de l'effet du jus de citron, leur coûterait moins cher et serait plus efficace. Sans compter qu'il éviterait de donner un goût de citron qui n'est pas toujours souhaitable : pour les fonds d'artichaut parés, pour les avocats préparés en purée, pour les fruits coupés...

Depuis que le froid s'est introduit dans les cuisines, les chocs ne sont plus les seules causes de brunissement enzymatique : la congélation aussi conduit à des brunissements déplorables, d'origine voisine du brunissement des chocs. En effet, la congélation de l'eau, dont les tissus végétaux sont majoritairement constitués, crée des cristaux de glace, qui percent les compartiments intracellulaires et même les cellules.

Aujourd'hui, on explore un brunissement qui se produit au froid, même quand l'eau ne gèle pas : les ananas conservés entre 0 et 8 °C présentent parfois des taches sombres en même temps que leur chair devient trans-

parente. C'est ce que l'on nomme le cœur noir de l'ananas.

Les stress associés au refroidissement conduisent à des désorganisations des cellules végétales, mais quelles sont les enzymes actives dans ce phénomène particulier ? Astrid-Kim Raimbault et ses collègues du CIRAD ont exploré le brunissement des ananas au froid... et découvert pourquoi certaines variétés ne brunissent pas : ils ont déterminé que l'activité des enzymes polyphénoloxydases est responsable du brunissement.

Les polyphénoloxydases participent aux défenses des plantes, par exemple dans leur lutte contre le froid, en renforçant les parois cellulaires par polymérisation des quinones, ce qui engendre des mélanines insolubles. Ces polyphénoloxydases ont été observées dans les variétés d'ananas sensibles au brunissement enzymatique, et la technique d'électrophorèse sur gel (on sépare des protéines en les faisant migrer, sous l'action d'un champ électrique) permet, dès un stade précoce, de savoir si une variété sera ou non sensible au froid.

Question suivante : si des quinones réactives se forment dans les végétaux endommagés ou attaqués par des insectes, par exemple, est-il bon de consommer ces végétaux ? La réponse est non. Les quinones sont très réactives et les molécules de l'organisme n'aiment pas qu'on les modifie par des liaisons covalentes : elles y perdent leur fonction. Ce qui est « naturel » n'est pas nécessairement bon ! Dans cet ordre d'idées, on a hélas oublié un article essentiel, publié en 1990 par Bruce Ames (le biochimiste américain qui a mis au point des tests peu coûteux pour analyser le pouvoir mutagène d'un composé).

B. Ames a comparé le risque dû aux « pesticides naturels » et celui dû aux résidus de pesticides synthétiques. Le calcul montrait que 99,99 pour cent (en masse) des pesticides absorbés par les Américains, en raison de leur alimentation, provenaient des composés utilisés par les plantes pour se défendre. À l'époque, on n'avait testé l'effet carcinogène que de 52 pesticides naturels (alors que tous les pesticides de synthèse sont très largement étudiés), et la moitié d'entre eux étaient cancérogènes pour les rongeurs. Autrement dit, les pesticides naturels ou de synthèse présentent les mêmes dangers... et les risques que font courir les résidus de pesticides de synthèse sont bien inférieurs à ceux que font courir les pesticides naturels. B. Ames avait intitulé son article *Les pesticides de l'alimentation (99,99 % sont naturels)*.

Que manger, finalement, avec tous ces dangers ? La conclusion semble s'imposer : des fruits et des légumes sains, manipulés avec soin, protégés des insectes, avec aussi peu de résidus de pesticides de synthèse que possible, protégés en partie du brunissement par du jus de citron ou de l'acide ascorbique... C'est du bon sens... éclairé par la science.



Hervé THIS dirige le groupe INRA de gastronomie moléculaire au Laboratoire de chimie d'AgroParisTech. Il est aussi directeur scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Acad. des sciences).



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

→ SOCIOLOGIE

Sociologie comparée du cannibalisme

Georges Guille-Escuret

PUF, 2010

[355 pages, 27 euros].

Premier volume d'une série de trois, cet ouvrage passionnant et d'une érudition rare apporte un éclairage nouveau sur une question peu traitée auparavant. Destiné avant tout à un public de chercheurs, il livre les résultats d'une vaste enquête visant à identifier, analyser et comparer les formes de cannibalisme pratiquées par les humains dans le monde. Selon l'auteur, ce sujet est resté jusqu'à aujourd'hui un point aveugle de la recherche en anthropologie : soit le cannibalisme était sommairement expliqué par la faim ou l'agressivité naturelle, soit il était considéré comme un mythe. Il constitue une énigme parce que cette pratique, proscrite dans toute l'aire de la civilisation occidentale, a toujours été vue comme barbare et anormale.

Ce premier tome est consacré à l'Afrique, les deux suivants traiteront l'un de l'Asie et de l'Océanie, l'autre des Amériques. Très documentée, l'enquête, à la fois

biologique, ethnographique et historique, se fonde sur la littérature éthologique (cannibalisme chez les grands singes notamment), sur les récits d'explorateurs ou d'anthropologues des siècles passés, ainsi que sur l'exploitation de la base de données internationale *Human Relations Area Files*, qui permet de comparer les faits sociaux et culturels à l'échelle de la planète. L'auteur montre que le cannibalisme chez les humains ne résulte pas d'une quelconque pression adaptative. Il distingue trois formes d'anthropophagie, qui ne se recoupent que rarement : l'endocannibalisme (ingestion des os pilés d'un parent défunt), l'exocannibalisme (consommation au cours d'un festin rituel des restes d'un ennemi) et la chasse aux têtes (ingestion d'une partie du trophée, souvent minime). Ces pratiques semblent liées à la structure sociale des sociétés considérées : endocannibalisme pour les nomades, exocannibalisme pour les sédentaires. Avec l'apparition de sociétés où le pouvoir est de plus en plus concentré (chefferies puis États), elles ont progressivement disparu, sauf dans le cas exceptionnel de l'instable empire aztèque, qui fut pris dans une course folle et destructrice. Principalement présents dans les zones forestières ou maritimes, les peuples anthropophages fondaient leur culture sur une logique individuelle : ils préféraient le jardinage et l'horticulture à l'agriculture et traitaient leurs ennemis de manière personnalisée (d'où l'absence de guerres et de massacres).

Enfin, le cannibalisme doit être vu comme une réponse culturelle à des situations de crise, dans des moments particuliers de l'histoire. Dans le cas de l'Afrique, les grands royaumes ont subi des altérations sociales impor-

tantes dès les premiers contacts avec les Européens. Mais c'est surtout le développement de la traite négrière qui a favorisé l'essor du cannibalisme guerrier, qui n'existait pas jusque là sur ce continent. En effet, certains peuples ont préféré ingérer l'ennemi plutôt que le réduire en esclavage, ce qui serait revenu pour eux à le domestiquer, c'est-à-dire à nier son humanité.

→ Régis Meyran

Docteur de l'École des hautes études en sciences sociales

→ PHYSIQUE

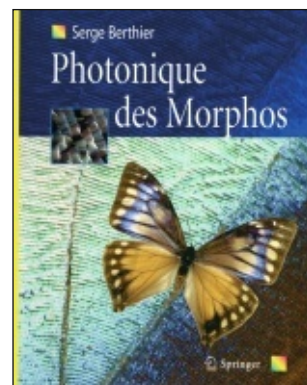
Photonique des morphos

Serge Berthier

Springer, 2010

[300 pages, 110 euros].

Les grands papillons bleus que les touristes découvrent en Amazonie appartiennent au genre *Morpho*. On sait depuis longtemps que ces couleurs résultent de phénomènes optiques engendrés par les écailles qui recouvrent les ailes. Mais jamais une étude structurale et physique approfondie, considérant un large échantillon d'espèces, n'en avait été faite, jusqu'à ce que Serge Berthier, de l'Institut des nanosciences de Paris, ne s'investisse dans une exploration riche en découvertes. L'auteur explique que les morphos sont des « cristaux photoniques naturels ». Autrement dit, par le jeu de structures qu'il faut analyser de l'échelle du centimètre à celle du nanomètre, ces « cristaux naturels » influencent de façon extrêmement fine le jeu des photons. Or la manipulation des photons sur des distances de quelques dizaines de nanomètres constitue l'un des dé-

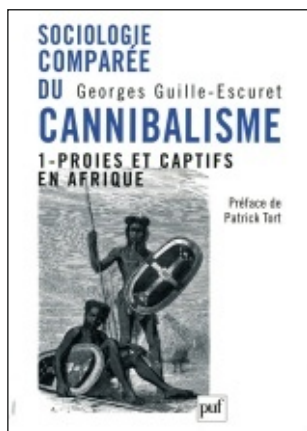


fis technologiques de notre époque. Les Morphos offrent donc un modèle biologique de première importance.

Les images en microscopie photonique et électronique (à balayage et à transmission) permettent une plongée fascinante dans la structure des écailles. Une partie de l'ouvrage, présentée comme une banque de données, fait ainsi découvrir, espèce après espèce, une dimension inattendue de la « biodiversité ». Une critique, au passage : le classement des espèces ne respecte pas la classification en vigueur.

Cela étant, le naturaliste trouve de l'intérêt à voir comment des techniques de pointe permettent d'étudier les propriétés optiques de structures biologiques d'une grande complexité. L'intense couleur bleue est produite par interférence entre les ondes réfléchies par un système multicouche, formé de lamelles empilées que les écailles portent sur des stries parallèles, lesquelles provoquent des phénomènes de diffraction ; joue aussi l'abondance de certains pigments, les mélanines, absentes chez des morphos au bleu très pâle, voire blancs.

Serge Berthier aborde le rôle éventuel des couleurs iridescentes dans les interactions avec des congénères ou des prédateurs. D'où de nouvelles questions : que



se passe-t-il en vol, selon l'angle d'incidence de la lumière sur les ailes, et en fonction de la déformation de celles-ci ? Les méthodes physiques et la modélisation pourraient apporter beaucoup à l'éthologie. Elles sont présentées en détail par l'auteur, avec des rappels des bases théoriques. De nombreuses figures illustrent notamment les dispositifs expérimentaux, ce qui donne une image concrète de la recherche.

Au total, un livre pionnier, à l'interface de la physique et de la biologie, témoin d'une démarche originale qui éclaire d'un jour nouveau... la systématique des morphos, quand on s'aperçoit que, chez deux espèces, le bleu interférentiel est produit par une organisation des écailles totalement différente de celles qui prévaut chez toutes les autres !

→ Patrick Blandin

Muséum national d'histoire naturelle, Paris

subtilité, Jean-Marc Lévy-Leblond, physicien et essayiste, passe au crible d'une critique sans concessions les arguments habituellement cités pour rapprocher la science et l'art.

« Il y aurait du Beau dans la science, ce qui la rapprocherait *ipso facto* de l'art. » Mais n'est-ce pas là se payer de mots ? Jean-Marc Lévy-Leblond passe en revue les divers liens possibles entre la science et le beau. Ses conclusions obligent à sortir des sentiers



battus. L'idée classique d'une beauté intrinsèque des sciences formelles est sans doute noble et rassurante, mais elle n'est pas toujours féconde et ne repose finalement sur aucun fondement. La science la plus contemporaine (et les grandes institutions qui la financent) essaie de séduire l'« honnête homme » par une abondante iconographie scientifique : splendides images astronomiques, fascinantes représentations du monde microscopique, séduisantes visualisations en fausses couleurs de structures mathématiques, etc. Mais cette « iconographie médiatique » est trompeuse, car ce n'est pas celle qui fait la substance du travail scientifique. D'où la mise en garde de Jean-Marc Lévy-Leblond : « La science, à trop (se) faire voir, ne mettrait-elle

pas finalement en danger sa capacité à faire savoir ? »

Et qu'en est-il de la stimulation que certaines structures mathématiques ou physiques ont apportée à certains artistes ? Le fameux « nombre d'or » n'est-il pas sous-jacent à la structure spatiale d'un grand nombre d'œuvres plastiques, du Parthénon à *La Grande Jatte* de Seurat ? Certains artistes n'ont-ils pas transformé des objets mathématiques en œuvres d'art ? Là encore, Jean-Marc Lévy-Leblond nous oblige à aller au-delà de l'évidence première, et du confort du consensus mou. Il nous met en garde contre un « prétendu syncrétisme entre art et science » et insiste sur leurs irréductibles différences, car il souhaite « éviter à la science le ridicule du geai qui se pare des plumes du paon, et plus encore épargner à l'art le pathétique du paon qui emprunterait ses plumes au geai. » Par essence, « là où l'art joue sur l'instabilité et l'ouverture, la science cherche la stabilité et l'achèvement ».

Mais alors, s'il est « illusoire [...] d'espérer un parallélisme ou même une convergence entre arts et sciences », faut-il renoncer à toute interaction entre ces deux domaines de l'humanisme moderne ? L'auteur ne va pas aussi loin, et conclut son essai par plusieurs illustrations de ce qu'il appelle des « brèves rencontres, où telle œuvre d'art entre en résonance momentanée avec tel travail de science, sans pour autant que se confondent les cheminements de l'artiste et du scientifique ». Ce dernier chapitre est le plus original et le plus novateur. À travers une série d'exemples d'œuvres de plasticiens contemporains, Jean-Marc Lévy-Leblond illustre la possibilité d'« homologues » entre certaines œuvres d'art et certains aspects de la science. Ces homologues respectent les différences

Brèves

SCIENCES ET CURIOSITÉS À LA COUR DE VERSAILLES

Béatrix Saule et Catherine Arminjon (sous la dir.)

RMN, Château de Versailles, 2010 (280 pages, 45 euros).



J eux d'eau, ménagerie, potager, cabinets de curiosités, éducation des princes, instruments de mesure : dans cet ouvrage richement illustré, historiens des sciences et conservateurs évoquent les multiples liens qu'entretenait la cour de Versailles avec les sciences.



VOYAGE DANS L'ANTHROPOCÈNE

Claude Lorius et Laurent Carpentier

Actes Sud, 2011

(168 pages, 19,80 euros).

Le constat fait ici, on le connaît : réchauffement climatique, surpopulation, planète en danger... Mais dans les pas du glaciologue Claude Lorius, il prend une autre dimension. Au fil de ses explorations polaires, l'accélération sans précédent du phénomène devient tangible. Ce petit ouvrage qui se lit comme un roman invite à envisager notre siècle non comme un crépuscule, mais comme une nouvelle ère géologique dont nous sommes les héros.

PALÉOBIOSPHERE

Patrick de Wever et al.

MNHN, Société géologique de France, Vuibert, 2010 (796 pages, 79 euros).



L'étude des fossiles nourrit des champs de recherche aussi variés que l'analyse des relations biosphère-géosphère, la datation des roches, la phylogénétique ou l'étude de la biodiversité. À travers ces travaux, les auteurs, paléontologues ou géologues, dressent de notre planète un portrait original et didactique qui fourmille d'informations.

→ ART ET SCIENCE

La science n'est pas l'art

Jean-Marc Lévy-Leblond

Hermann, 2010

(120 pages, 24 euros).

La thématique « art et science » est l'un des poncifs de la modernité. Le paysage culturel contemporain est envahi de livres, d'expositions, de magazines, de conférences, de sites internet abordant tel ou tel aspect de cette thématique. Cet essai à l'immense et rare mérite de faire rentrer une grande bouffée d'air frais dans un débat trop souvent convenu, et de nous obliger à mettre en question les fondements des rapprochements possibles entre art et science. Avec talent et

Brèves

**LES ORFÈVRES DE LA LUMIÈRE**

Marie-Pauline Gacoin
et Vincent Moncorgé
Le Pommier, 2010
(146 pages, 25 euros).

Le rayonnement produit par le synchrotron SOLEIL à Gif-sur-Yvette a de très nombreuses applications. De photographies en photographies, et d'anecdotes en anecdotes, ce livre nous fait visiter l'installation et découvrir la recherche qui y est faite.

LA TERRE D'UN CLIC

Jacques Arnould
Odile Jacob, 2010
(195 pages, 21 euros).



La surveillance, « nous le savons, court tous les dangers d'être accaparée par une idéologie, voire d'en être une », écrit l'auteur, un dominicain devenu le chargé de mission sur la dimension éthique des activités spatiales au CNES. L'observation satellitaire de la Terre est aujourd'hui si soutenue que nous n'avons jamais été autant surveillés, souligne-t-il avant d'en discuter les tenants et aboutissants éthiques.

**LES OCRES**

Jean-Marie Triat
CNRS Éditions, 2010
(198 pages, 35 euros).

Roche composée d'argile pure, mais pigmentée de minéraux ferrugineux, l'ocre est employée par les hommes depuis le paléolithique. L'auteur, qui a effectué toute sa carrière à l'Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille, nous raconte l'histoire de cette utilisation. Techniques et précis, ses textes sont d'un accès d'autant plus facile qu'ils sont efficacement illustrés de photographies venant à point, où la magnifique matière de l'ocre du Lubéron ou d'ailleurs dans le monde se reconnaît partout.

profondes entre art et science, mais montrent comment l'art peut parfois aider à « retrouver l'épaisseur du monde que la science aplatit ».

Précisons qu'au-delà de son intérêt intellectuel constant et de la richesse de son contenu, ce petit livre bénéficie d'une belle iconographie. Une cinquantaine de reproductions d'œuvres d'art en couleurs illustrent à merveille son propos. Regrettons cependant que le point de vue salutairement iconoclaste de Jean-Marc Lévy-Leblond lui ait fait faire l'impasse sur certaines fructueuses rencontres, d'un type plus conventionnel, entre art et science. Par exemple, l'interaction entre, d'une part, le graveur Maurits Cornelius Escher et, d'autre part, les mathématiciens Harold Scott MacDonald Coxeter et Roger Penrose (et son père Lionel), mais aussi les interactions qui se tissent au sein de certains centres de recherche américains entre les scientifiques et les artistes invités à séjourner dans un milieu académique en tant qu'« artists in residence ».

→ Thibault Damour

Institut des hautes études
scientifiques, Bures-sur-Yvette

→ COSMOLOGIE**Le sens de l'Univers**

Jean-François Robredo
PUF [Science, histoire
et société], 2010
(161 pages, 16 euros).

Jacques Merleau-Ponty (1916-2002) est sans conteste le philosophe français à avoir le plus profondément réfléchi à l'évolution de la cosmologie. Son œuvre éclaire singulièrement cette discipline qui a longtemps eu du mal à se faire accepter com-

me une véritable science. En analysant en détail sa pensée, Jean-François Robredo offre donc une réflexion qui s'adresse à toute personne s'intéressant à la cosmologie, qu'elle connaisse ou non l'œuvre de Merleau-Ponty.

Ce dernier a fait irruption dans le champ de la philosophie des sciences en publiant en 1965 sa *Cosmologie du XX^e siècle. Étude épistémologique et historique des théories de la cosmologie contemporaine*. Dans cette étude magistrale, Merleau-Ponty cherchait à comprendre la portée, tant scientifique que philosophique, de la « révolution cosmologique » du XX^e siècle. Dans son œuvre ultérieure, il n'aura cessé d'approfondir le sens de cette évolution de la cosmologie en la situant dans la longue durée de l'histoire des sciences, tout en continuant à intégrer à sa réflexion les dernières avancées d'une cosmologie en plein essor.

S'il y a « révolution cosmologique » au début du XX^e siècle, c'est que l'étude de l'univers conçu comme un Tout devient de nouveau légitime, grâce d'abord à la relativité générale d'Albert Einstein et, ensuite, aux progrès de l'observation extra-galactique. L'avènement de la science moderne au XVII^e siècle avait pourtant marqué le crépuscule de la cosmologie, puisque la physique classique affirmait qu'il était nécessaire d'en rester au niveau local sans passer au niveau global (chez Newton, l'étude du mouvement d'un objet ne passe par aucune conception globale du cosmos, comme c'était le cas chez Aristote, par exemple). Du coup, entre le XVII^e et le XIX^e siècles, scien-



tifiques et philosophes avaient construit une doctrine de la « doctrine d'ignorance cosmologique ». Mais la cosmologie relativiste allait montrer que l'élaboration d'une conception globale est finalement nécessaire pour donner un sens aux multiples explications locales. Restait à donner un sens à la question de l'origine qui émergea avec le modèle du Big Bang. Merleau-Ponty souligna alors que la question du sens scientifique de l'instant initial aboutit à un non-sens puisqu'une singularité n'a tout simplement pas de signification en physique. L'univers des Modernes n'est donc pas un cosmos comme celui des Anciens, mais un quasi-cosmos puisque la rationalité scientifique se déploie désormais sur fond d'ignorance.

On peut féliciter l'auteur pour son travail exégétique qui rend claire une aussi importante pensée que celle de Merleau-Ponty. On regrettera seulement qu'il n'ait pas cherché à en déceler les éventuelles limites ou insuffisances.

→ Thomas Lepeltier

Université d'Oxford



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