

SCIENCE & GASTRONOMIE

Brandade de morue

*Le salage du cabillaud prépare la réalisation de la brandade.
Le meilleur procédé enchaîne injection de saumure et salage à sec.*

Hervé THIS



Comment saler la morue ? Naguère, le procédé s'imposait afin de conserver un poisson pêché loin des zones de consommation, mais aujourd'hui ? Il nous intéresse dans la mesure où il permet de réaliser un mets délicieux : la brandade.

La question du salage de la morue n'est pas seulement de nature technique ou gustative, mais aussi économique : les différentes méthodes de salage – trempage dans une saumure, injection de cette dernière dans le tissu musculaire, salage au sel sec... – n'ont pas les mêmes résultats en termes de quantité d'eau extraite et de qualité du tissu musculaire après réhydratation.

Les études, nombreuses, ont montré par exemple qu'une augmentation lente de la concentration en sel semble réduire le racornissement des muscles et la perte d'eau. Par ailleurs, le collagène, qui forme le tissu conjonctif (lequel gaine les fibres musculaires et les solidarise en faisceaux), se dissout partiellement dans les solutions salines neutres et gonfle. Enfin, le sel augmente l'activité enzymatique des tissus (enzymes responsables de la dégradation des composés structuraux, après que la rigidité cadavérique a été atteinte), puis la réduit aux valeurs constatées dans les muscles frais.

Le salage à sec est le procédé qui a le plus d'effets sur la contraction des fibres et l'effet microstructural a été étudié par Kristine Thorarinsdottir et ses collègues, de Reykjavik et de Lund.

L'effet des différentes méthodes de salage sur la teneur en sel des chairs n'est pas difficile à déterminer. Avec le salage à sec, on atteint 27 pour cent de sel en poids dans les filets salés de morue. La quantité

d'eau y diminue de 82 à 59 pour cent : cette perte est attribuée à l'extraction de l'eau qui est initialement liée aux protéines contractiles. Examinons le phénomène. La solubilité des protéines dans l'eau augmente à faible concentration en sel (*salting in*), car le sel apporte des ions, qui se lient aux groupes électriquement chargés de la surface des protéines, favorisant leur solvata-tion. En revanche, à plus forte concentration en sel, l'eau est captée de façon privilégiée par les ions du sel, de sorte que les protéines précipitent (*salting out*).

Lors de la réhydratation, les flux de sels et d'eau sont inverses. La teneur moyenne en eau en vient à dépasser celle du muscle frais, tandis que le tissu musculaire réhydraté reste plus salé que le muscle avant salage. Surtout, la microstructure des tissus musculaires est notablement modifiée. Le salage contracte les fibres, mais augmente les espaces intercellulaires. Lors de la réhydratation, les fibres regonflent et reprennent leur volume initial, mais l'espace intercellulaire reste notable.

L'injection de saumure seule augmente le diamètre des fibres, en raison d'une interaction des ions du sel et des protéines myofibrillaires. Simultanément, les espaces intercellulaires se réduisent.

Lors du saumurage, les cellules musculaires se contractent, parce que, à forte concentration en sel, les protéines perdent leur eau d'hydratation. Puis, après saumurage, les muscles rétrécissent, et leur microstructure ressemble à celle que l'on obtient pour des filets injectés et saumurés. Au total, on récupère des filets plus lourds après injection et saumurage qu'après saumurage seul. Le salage à sec

déforme encore les tissus, faisant apparaître des séparations plus grandes encore entre cellules.

Les études de microscopie ont précisé ces mécanismes, mais elles ont surtout montré que, après la réhydratation, le tissu conjonctif est difficilement visible, ce qui indique qu'il a été dégradé. Ce tissu conjonctif, en effet, est composé de fibrilles, elles-mêmes faites de triplets de protéines entortillées : l'ajout de sel favorise la séparation des brins et la désorganisation des tissus, donc la séparation des fibres musculaires.

La conséquence pour la brandade de morue ? D'une part, le salage, qui sépare les fibres musculaires, prépare leur « dispersion culinaire » dans la très grande quantité d'huile qui est ajoutée. D'autre part, la dégradation du tissu conjonctif libère des protéines qui contribuent à la stabilité du plat, où l'huile et l'eau se mêlent en une émulsion. Quel est le meilleur traitement du poisson ? Celui qui enchaîne injection et salage à sec, puisque c'est celui qui déshydrate le moins les filets et aussi celui qui dissocie le mieux le tissu collagénique.

Finalement, le procédé culinaire est parfaitement « adapté » à l'ingrédient ; nous en concluons, comme Pangloss, que le nez a été créé pour porter les lunettes.



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

→ PRÉHISTOIRE

Le sauvage et le préhistorique, miroir de l'homme occidental

Marylène Patou-Mathis

Odile Jacob, 2011
[400 pages, 24,90 euros].

L'homme occidental s'est toujours senti entouré de peuples qui ne lui ressemblaient pas, difficiles à comprendre et parfois inquiétants, mais aussi faciles à considérer comme inférieurs. Avec les grands voyages d'exploration de la Renaissance, les «sauvages» deviennent omniprésents, dans les nouvelles terres que découvrent les explorateurs. Dès lors s'établissent des relations complexes et ambiguës avec ces humains à première vue si différents. Au XVIII^e siècle, l'idée du «bon sauvage», demeuré proche de la nature et non encore perverti par la civilisation, séduit bien des philosophes, alors même que l'esclavage et la traite des Noirs sont à leur apogée. Au siècle suivant, les débuts de la science anthropologique se font principalement dans une optique ouvertement «racialiste», si ce n'est raciste, que l'essor des empires coloniaux ne

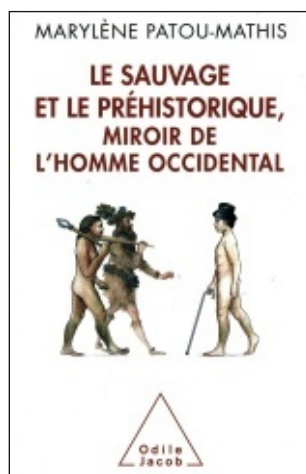
fait qu'accentuer. On ne réduit plus les sauvages en esclavage, mais on se doit de les civiliser.

C'est alors que l'homme occidental découvre avec une certaine stupeur que les sauvages ne sont pas seulement les habitants de contrées lointaines : ils ont aussi peuplé l'Europe, avant l'histoire écrite. La réalité de l'homme préhistorique ne s'impose pas sans mal, car, dans un contexte évolutionniste, elle implique que les propres prédécesseurs des Européens aient eux aussi vécu dans la sauvagerie. Une fois cette dure réalité admise, les sauvages d'aujourd'hui serviront à interpréter les hommes de la Préhistoire et *vice versa*. Les mentalités changent, certes, notamment avec la fin des colonies, mais est-ce pour autant que les rapports entre l'homme occidental et ses semblables d'autres cultures ont perdu toute ambiguïté ? Il serait naïf de le croire.

Marylène Patou-Mathis explore ces questions délicates avec le recul qui sied à l'historienne. Elle s'appuie sur une documentation considérable pour examiner aussi bien les attitudes «savantes» face à la question du «sauvage» et de l'homme préhistorique que les réactions plus populaires, depuis les «zoos humains» du XIX^e siècle jusqu'aux «romans préhistoriques» en passant par les musées ethnographiques devenus graduellement des galeries d'art. Son livre a le grand mérite de ne pas prétendre juger les attitudes du passé à l'aune de nos conceptions actuelles. Les faits sont exposés dans toute leur complexité, et le lecteur peut ainsi replacer dans leur contexte historique bien des questions qui se posent encore de nos jours dès qu'il s'agit de nos rapports avec l'Autre.

→ Eric Buffetaut

Laboratoire de géologie de l'ENS



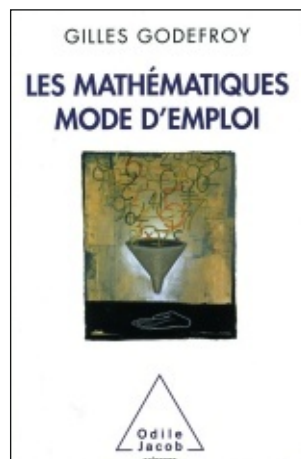
→ MATHÉMATIQUES

Les mathématiques mode d'emploi

Gilles Godefroy

Odile Jacob, sciences 2011
[240 pages, 24,90 euros].

Cet ouvrage fait partager des idées plus que des techniques mathématiques. Ainsi, si la symétrie y est un thème récurrent, l'auteur souligne que les dissymétries plus nombreuses sont tout aussi intéres-



santes. L'un des mérites de l'auteur est d'insister sur le fait qu'il n'existe pas de frontière entre mathématiques pures et mathématiques appliquées. L'exemple de la théorie des nombres et de la cryptographie est classique, mais éclairant à cet égard. Toutefois, son propos est aussi d'expliquer les difficultés conceptuelles, voire philosophiques, qui ont jalonné le développement de la recherche mathématique. Les grandes idées de Cantor et de Gödel font l'objet de développements intéressants : il peut y avoir confusion entre le vrai et le démontrable. Ainsi, le profane serait peut-être surpris d'apprendre qu'il existe des mathématiciens qui savent

un résultat faux, mais demeurent avec leurs pairs impuissants à trouver l'erreur, car il n'existe pour cela aucune méthode générale. Sans trop insister, Gilles Godefroy parle de l'outil ordinateur avec lequel les mathématiciens explorent désormais l'univers des très grands nombres. Il nous explique le caractère incontournable de cet outil dans la résolution numérique des problèmes techniques.

L'un des intérêts de ce «mode d'emploi» est aussi de nous faire ressentir que, malgré la complexité et la richesse immenses des mathématiques d'aujourd'hui, il est des terrains – la géométrie ou le traitement de masses importantes de données – où les théories adéquates manquent encore. C'est pourquoi j'ai particulièrement apprécié le dernier chapitre intitulé «Ceci n'est pas une conclusion», qui s'achève par ces mots : *Rien n'est fini. Nous n'en sommes qu'au début des mathématiques.*

→ Gérard Tronel

Mathématicien, Université Paris 6

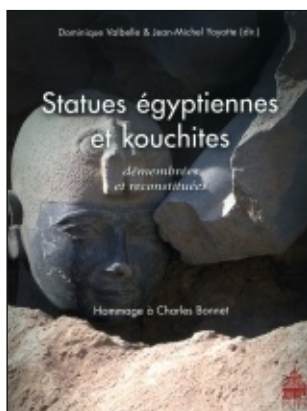
→ ARCHÉOLOGIE

Statues égyptiennes et kouchites

D. Valbelle et J.-M. Yototte (dir.)

PUPS, 2011
[200 pages, 32 euros].

Comme l'écrit Rita Freed dans l'introduction de ce livre, les découvertes majeures ne proviennent pas toujours de fouilles spectaculaires ! La conservatrice du Département d'art égyptien du *Museum of Fine Arts* de Boston a pu le vérifier dans son propre musée à partir de l'examen attentif de débris classés «inutiles» ou «sans intérêt»,



qui attendaient dans ses réserves depuis 100 ans...

Triés, étudiés de près, ces fragments ont permis de compléter des statues comme la belle tête en calcite de Képhren ou le cobra dressé du Gebel Barkal. Toujours en Nubie, d'autres fragments de statues royales brisées au cours d'expéditions guerrières avaient pour leur part été pieusement rassemblés dans une cachette.

On peut aujourd'hui leur rendre leur apparence première et reconstituer leurs histoires mouvementées. Celles de ces effigies de particuliers, emportées de la Moyenne-Égypte jusqu'au lointain Soudan pour y être ensevelies, sans doute en tant qu'objets de prestige, dans les tumuli des potentats locaux, ne le sont pas moins. On les retrouve aujourd'hui brisées et dispersées par les chercheurs de trésors modernes.

L'histoire peut aussi s'écrire en chambre, comme celle de la statue de Neshor, rapportée d'Italie par Bonaparte, intégrée aux collections du Louvre depuis Louis XVIII. Le personnage, agnouillé, présente une triade divine. Acéphale dans les dessins de Kircher, au XVII^e siècle, on le retrouve complet quelque 100 ans plus tard sur une autre gravure. Quel chemin parcouru pour cette œuvre venue d'Égypte dès l'Antiquité, bri-

sée, restaurée à plusieurs reprises, chacune de ses restaurations reflétant le goût d'une époque ! Il est plus rare d'appréhender une restauration antique, comme pour cette autre statue du Louvre, un buste d'Amon somme toute assez fade, mais qui prend soudain de l'intérêt, quand on se rend compte, à partir de ses caractéristiques techniques, qu'il a sans doute été façonné pour restaurer un groupe statuaire mis à mal pendant la période amarnienne (celle d'Akhénaton).

Le livre s'achève sur le gigantesque puzzle que constitue le temple funéraire d'Amenhotep III, s'ouvrant, sur la rive gauche de Louqsor, par les célestes colosses de Memnon. On reconstitue patiemment la structure et le décor sculpté de cet immense espace. Fruit d'un colloque savant, cet ouvrage se lit en fait comme une passionnante enquête policière...

→ Nadine Guilhou

Égyptologue,
Université de Montpellier II

→ COSMOLOGIE

L'univers en rebond

Martin Bojowald

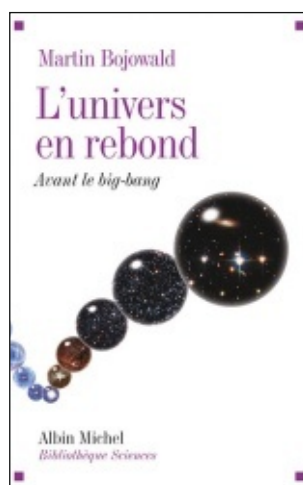
Albin Michel, 2011
(320 pages, 29 euros).

L'idée que notre Univers est né d'une conflagration générale est ancienne. Elle se rattache aux conceptions cycliques du monde. Au XX^e siècle, on la retrouve dès les débuts de la cosmologie relativiste. En se plaçant dans le cadre de la relativité générale d'Albert Einstein, certains chercheurs imaginèrent en effet que l'Univers, avant de se dilater, s'était contracté jusqu'à former un point, et avait rebondi

sur lui-même. Le problème est que ce scénario reposait sur une extrapolation de la relativité générale à des états de très forte densité de la matière. Or, dans ces situations, cette théorie de la gravitation devrait prendre en compte les effets quantiques de la matière, ceux décrits par la mécanique quantique. Mais pour cela, il faudrait que les chercheurs disposent d'une théorie quantique de la gravitation. À leur grand regret, elle n'existe pas encore.

Une des pistes de recherche est la « gravitation quantique à boucles ». Dans ce livre, l'auteur présente son développement et montre comment elle permet d'apporter une certaine légitimité à cette idée d'Univers rebondissant. Comme la théorie des cordes, sa grande rivale, la gravitation quantique à boucles ne fait pas de prédictions qui pourront être corroborées dans un avenir proche. Honnête, l'auteur le reconnaît. Mais il souligne, à juste titre, que cela n'empêche pas de continuer à développer ces deux théories, qu'il faut pour l'instant juger sur leur cohérence mathématique.

Dans la gravitation quantique à boucles, il n'y a pas que la matière à être composée d'entités discrètes (les atomes). L'espace aussi



Brèves

CAÏN, ABEL, ÖTZI

L'héritage néolithique,
Jean Guilaine,
Gallimard, 2011
(284 pages, 26 euros).



Le système néolithique, c'est-à-dire la sédentarisation, l'agriculture, l'élevage, la poterie... et l'exploitation des plus faibles par les élites, nous y sommes toujours ! L'auteur de ce livre, l'un de nos plus grands archéologues, explique cette évidence cruelle, mais riche d'enseignements.

CHOISIR UNE PSYCHOTHÉRAPIE EFFICACE

Jean Cottraux

Odile Jacob, 2011
(350 pages, 22,90 euros).



L'auteur nous livre un tour d'horizon du paysage formé par les 230 formes de psychothérapies existantes. Dans cette masse, il définit six grandes familles, qu'il caractérise en prenant comme critère l'efficacité. Psychiatre, il est aujourd'hui le directeur scientifique de l'Institut francophone de formation et de recherche en thérapie cognitive et comportementale (TCC), un courant de psychothérapie qu'il considère comme le principal aujourd'hui.

POUR UNE AGRICULTURE MONDIALE PRODUCTIVE ET DURABLE

Michel Petit

Quæ, 2011 (112 pages, 13 euros).

Dans cet essai concis, l'ancien directeur du Département « Agriculture et développement rural » de la Banque mondiale fait un point raisonné sur les tendances mondiales en agriculture et les débats qui les accompagnent. Idéal pour saisir quels conflits d'intérêts essentiels structurent l'activité vitale qu'est l'agriculture.



Brèves

CURIOSITÉS GÉOLOGIQUES
DE LA GUADELOUPEPierrick Graviou *et al.*BRGM Éditions / PLB Éditions, 2011
(100 pages, 19 euros).

Le volcan de la Soufrière est le site géologique de la Guadeloupe le plus connu, mais l'île en compte beaucoup d'autres, vestiges de mouvements tectoniques complexes. Fruit des recherches du BRGM, ce petit guide bien illustré en présente 18 de façon didactique en expliquant leur formation et en donnant quelques conseils pour leur visite.

LES PREMIÈRES CITÉS
ET LA NAISSANCE
DE L'ÉCRITURE

Pascal Vernus

(sous la présidence de)

Actes Sud, 2011 (208 pages, 24 euros).



L'écriture a-t-elle été inventée pour faciliter la gestion des biens dans les premières cités ? Ce n'est sans doute pas aussi simple, montre cet ouvrage collectif, issu d'un colloque tenu en 2009. De la Mésopotamie à l'Amérique du Sud en passant par l'Égypte, la vallée de l'Indus, le monde égéen et la Chine, archéologues, historiens et linguistes examinent cette question à la lumière des dernières découvertes archéologiques.

BIOLOGIE DE L'ÉVOLUTION
ET MÉDECINE

Christian Frelin

et Bernard Swynghedauw

Lavoisier, 2011

(178 pages, 39 euros).

Comprendre les maladies, les épidémies, les données génétiques, le vieillissement, à travers la biologie de l'évolution : c'est ce que propose cet ouvrage. Destiné aux étudiants et enseignants en médecine, il offre un aperçu d'une démarche médicale récente : la médecine évolutionniste.

est discontinu. La théorie doit son nom au fait que certaines propriétés de ces « atomes » d'espace peuvent être décrites mathématiquement comme des boucles. Concernant la cosmologie, cette approche fait disparaître la « singularité » lors de la contraction maximale de l'Univers. Plus exactement, elle prédit que la force gravitationnelle devient répulsive peu avant le moment où la singularité serait autrement apparue. Ce qui engendre le rebond de l'Univers.

S'il en est ainsi, il est possible que le rebond ne détruise pas toutes traces de l'avant Big Bang. Il serait même envisageable que des indices de cette « préhistoire » de l'Univers soient un jour observables. Pour l'instant, tout cela reste très spéculatif, mais le livre de M. Bojowald, qui a joué un rôle clef dans ces recherches, reflète bien une tendance actuelle des cosmologistes à essayer de penser « au-delà » du Big Bang. D'où son intérêt.

→ Thomas Lepeltier

Historien des sciences,
Université d'Oxford

→ ARCHÉOLOGIE

Le Liban,
de la Préhistoire
à l'AntiquitéGuillaume Gernez
et Ingrid Périssé-Valéro

Errance, 2011

[246 pages, 25 euros].

Ravi par mes visites au Pays du cèdre, j'ai découvert avec intérêt ce petit guide rappelant l'importance historique et culturelle du Liban.

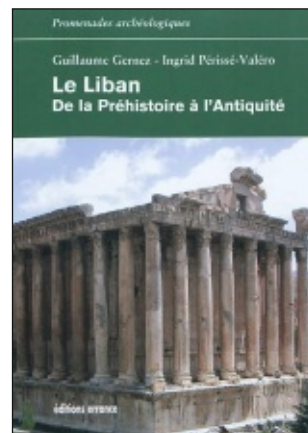
Ses auteurs retracent l'histoire de l'occupation humaine du Liban, en cherchant à redonner une cohérence aux vestiges archéologiques libanais, omni-

présents, mais dispersés et enchevêtrés. Cette tâche, ils l'accomplissent en nous conviant à une « promenade archéologique » agrémentée de commentaires aussi didactiques que pertinents sur le plan scientifique. On comprend pourquoi : Guillaume Gernez, de l'Université Panthéon-Sorbonne, est un ancien pensionnaire à l'Institut français du Proche-Orient à Beyrouth, tandis qu'Ingrid Périssé-Valéro est chercheuse associée à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée à Lyon.

Toutefois, les auteurs sont avant tout amoureux du Liban, et prennent manifestement un grand plaisir à nous entraîner sur des chemins improbables à la découverte de ces vestiges qu'ils savent si bien faire parler.

Une riche iconographie complète un texte découpé par grandes périodes successives : il débute par les premières traces de sédentarisation humaine, explore la période phénicienne depuis l'âge de bronze (vers 2000 avant notre ère), jusqu'à l'âge du fer récent, en passant par la période perse (-550 à -330), les époques grecque et romaine (-300). Lieu de passage et de brassage culturel, le Liban a toujours été l'enjeu de conquêtes à cause de sa façade maritime et de la fertilité de ses plaines et de ses montagnes. C'est là qu'est née la civilisation phénicienne, qui contrôla, à son apogée, le commerce méditerranéen. Nourrie des apports de ses puissants voisins, Égypte, Perse, Grèce et Empire romain, la Phénicie compta nombre de prestigieuses cités, telles Tyr, Sidon, Beyrouth ou Baalbek.

Témoins de l'histoire, les sites décrits se trouvent en général



sur les ruines d'implantations plus anciennes. Il n'est donc pas toujours aisé pour le profane de s'y retrouver, puisque les nombreuses périodes de l'histoire libanaise ont empilé des strates parfois difficiles à démêler. De plus, dans le Liban d'aujourd'hui, reconstruit après une guerre civile dévastatrice, le bétonnage urbain, la densification de l'habitat, le développement des infrastructures et l'extension de l'agriculture ont marqué de leur empreinte des lieux condamnés à la proximité avec la modernité, quand ils ne les ont pas détruits irrémédiablement.

Pour mieux saisir l'importance et la beauté de ces vestiges, il faut écouter ce témoignage sur un passé d'une richesse exceptionnelle et se laisser guider dans les méandres complexes du temps. Les auteurs de cet efficace petit ouvrage le font à merveille, sans omettre de gratifier le lecteur d'une bibliographie éclectique et du recensement des musées à ne manquer sous aucun prétexte.

→ Bernard Schmitt

CERNh, Lorient



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