



N° SPÉCIAL



POUR LA

SCIENCE

Décembre 1999

édition française de

SCIENTIFIC
AMERICAN

Fibres textiles et tissus biologiques

Canada : \$ 8,75 / Belgique : 277FB / Suisse : 11FS

M 2687 - 266 - 38,00 F



BLOC-NOTES de Didier Nordon

5

JEU-CONCOURS par Pierre Tougne

6

Héritage diophantien

TRIBUNE DES LECTEURS

7

POINT DE VUE

8

Séisme en Turquie

par M.-P. Bouin et J. B. de Chabaliar

SCIENCE ET GASTRONOMIE

10

Quiches, petits choux et pains à l'anis

par Hervé This

PERSPECTIVES SCIENTIFIQUES

12

- L'apocalypse? Pas pour cette fois ■ La mémoire en photos
- Énigmatique chimie interstellaire ■ Retard mental
- La montée du célibat ■ Magiques les noyaux?

LOGIQUE ET CALCUL

Promenade au pays des indécidables

196

par Jean-Paul Delahaye

IDÉES DE PHYSIQUE

La gravité sans pesanteur

202

par Roland Lehoucq

ANALYSES DE LIVRES

202

- *Le cas Spencer. Religion, science et politique*, de Daniel Becquemont et Laurent Mucchielli
- *Les rythmes du vivant (Origine et contrôle des rythmes biologiques)*, de Jean Boissin et Bernard Canguilhem

INDEX ANNUEL 1999

206

Les lecteurs trouveront, pages 69 à 85, un dossier 1999 : *Année internationale de la chimie*, réalisé avec l'aide du ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie.



INTRODUCTION

Fibres, fils et tissus, par Theo Tervoort et Paul Smith

20

Les recherches portent à la fois sur la conception de fibres dont la structure physico-chimique confère des qualités souhaitées aux fils, et sur leur fabrication.



Tissu copte

L'HISTOIRE DES TEXTILES

Les textiles des princes celtes, par Christophe Moulherat

36

Les textiles des sépultures aristocratiques de l'Europe celtique étaient très élaborés.

L'art de la soie, par Claudio Zanier

44

Au début du XIX^e siècle, la France a supplanté le Piémont dans la manufacture du fil de soie.

Les teintures naturelles, par Dominique Cardon

50

Les teintures naturelles suscitent l'intérêt des industriels, des chimistes et des archéologues.

L'avènement des colorants synthétiques, par G. Bram et Nguyễn T. Anh

56

Dès le milieu du XIX^e siècle, les colorants synthétiques balayèrent les colorants naturels.

Du coton naturellement coloré, par James Vreeland

62

Pendant 5 000 ans, les Indiens d'Amérique ont cultivé du coton naturellement coloré.

PHYSIQUE ET TEXTILES

La mécanique des tissus, par J.-F. Ganghoffer et M. Magno

88

Une analyse des tissus modélisés rend compte des déformations dues aux tractions.

Des tissus aux couleurs changeantes, par S. Berthier et J. Lafait

94

Des tissus aux couleurs iridescentes auraient la structure des ailes de papillons.

Halte aux taches, par Kenneth Wong et Daniel Joubert

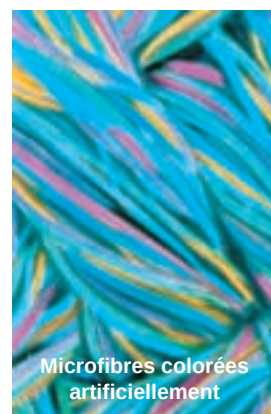
102

Les détachants modernes foisonnent d'astuces physico-chimiques conçues pour ôter les taches.

l'ensimage, par David Quéré

108

La vitesse de tirage d'un fil hors d'un bain détermine la quantité de liquide entraîné.



Microfibres colorées artificiellement

CHIMIE ET TEXTILES**Les fibres artificielles résistantes**, par D. Sikkema et M. Northolt **112**

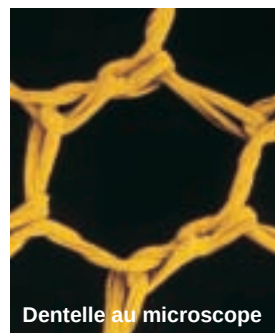
De la compréhension à la fabrication des fibres résistantes.

L'ennoblissement des textiles, par Pierre Viallier **118**

L'étude physico-chimique des fibres et celle des teintures ou des apprêts améliore les traitements.

Du crustacé au tissu, par Alain Domard **124**

On utilise la chitine de la carapace des crustacés pour confectionner des tissus.



Dentelle au microscope

R.E. Litchfield/Science Photo Library

BIOLOGIE ET TEXTILES**Les textiles antimicrobiens**, par F.N.R. Renaud et J. Freney **134**

Ces textiles contiennent des substances qui régulent la multiplication des bactéries.

Pour un mohair de qualité, par Daniel Allain **142**

Les éleveurs sélectionnent les chèvres angoras dont la laine est de qualité supérieure.

De l'étoffe à la main, par M.-A. Bigué-Bueno et M. Renner **144**

La connaissance théorique du toucher des textiles progresse.

La confection de tissus vivants, par Robert Langer et Joseph Vacanti **150**

La fabrication d'organes à partir de cellules et de polymères de synthèse est envisageable.

La peau reconstruite, par Marcelle Régnier et Marie-Jeanne Staquet **154**

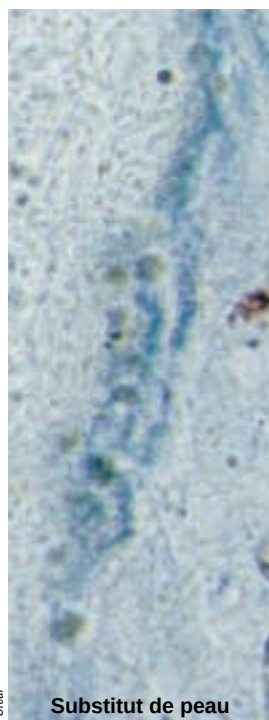
Aujourd'hui, les peaux de substitution contiennent tous les types de cellules de la peau.

Les cellules encapsulées, par Michael Lysaght et Patrick Aebischer **160**

Des implants contenant des cellules vivantes pourraient libérer des molécules thérapeutiques.

Les organes artificiels, par David Mooney et Antonios Mikos **168**

Faute d'organes que l'on peut greffer, on construit des organes vivants, en partie synthétiques.



Substitut de peau

L. Oréal

TECHNIQUE ET TEXTILES**Les textiles techniques**, par Klaus-Dieter Linsmeier **176**

Ils sont utilisés dans les films d'emballage ou les coussins de protection pour automobiles.

Des textiles à trois dimensions, par Jürgen Brandt et Klaus Dreschler **178**

Grâce à de nouvelles techniques de tissage, les textiles deviennent tridimensionnels.

Les renforts textiles brodés, par Konrad Gliesche **182**

On améliore la résistance des composites en ajoutant des fils sur leurs tissus de renfort.

Les fibres naturelles dans les composites, par A. Bledzki et J. Gassan **184**

Biodégradables et peu coûteuses, les fibres naturelles commencent à s'imposer dans les composites.

Des composites à partir de textiles, par Dominique Loubinoux **188**

On obtient des composites en fondant des filaments de verre et de matière plastique.

Textiles et enzymes de l'extrême, par Y. Gueguen et J. Dietrich **190**

Les enzymes des micro-organismes des sources chaudes résistent à certains procédés industriels.



Jeu de parasols

Sonderkonstruktionen und Leuchtbau - Leinfelden

Arbitrage défectueux

Ayant proposé un article à une revue, un chercheur a reçu la réponse suivante : «L'article contient de longs calculs qu'on peut trouver dans de nombreux livres de cours. La seule idée nouvelle (mais pas très originale) pourrait être développée de façon bien plus rapide. Le lectorat potentiel de cet article semble très limité.»

Se faire rembarasser aussi sèchement, serait-ce «perdre la face»? Point. La revue avait demandé l'opinion d'un autre rapporteur. Lequel a conclu : «L'article est la première application profonde, complètement développée et avec plein succès du programme de Colombeau. Il est à coup sûr hautement original dans son approche. Cet article est très important et peut devenir séminal.»

Non, il n'y a pas d'erreur. Les deux avis portent bien sur le même article. Pour l'éducation des naïfs qui veulent croire à une possibilité de jugement objectif en ce bas monde, signalons que l'article relève d'un domaine qui représente sans doute le *nec plus ultra* de l'objectivité : la physique mathématique. Et, à l'intention de ceux qui aiment les histoires se terminant bien, précisons que, finalement, l'article a été retenu pour publication. Chacun pourra donc le lire, et se faire par soi-même un jugement... objectif.

Trop c'est trop

Voici comment est présenté Dan Sperber dans *Des idées qui viennent* (Odile Jacob, 1999), ouvrage dont il est un des auteurs. «Après des études de sociologie et d'anthropologie, ses recherches ont porté sur la théorie anthropologique, l'ethnographie de l'Éthiopie

méridionale, la pragmatique linguistique, la psychologie évolutionniste, la psychologie expérimentale du raisonnement, et, unifiant le tout, l'étude philosophique des fondements communs aux sciences cognitives et aux sciences sociales.»

Pour faire des portraits, Arcimboldo peignait des fruits, des fleurs, des légumes, astucieusement disposés sur ses toiles. Cette végétation luxuriante offrait-elle une représentation fidèle de la tête de ses modèles? Espérons pour eux que non. Quant à la profusion ci-dessus de mots en -gique, en -isme et en -tique, on ne peut avoir, face à elle, que la même réaction : espérons pour Dan Sperber que l'image fleurie et joufflue ainsi donnée de son esprit n'est, elle non plus, pas un portrait fidèle.

Fais ce que je ne dis pas...

«**A**ucune société n'est plus darwinienne que les États-Unis, aucune n'agit si évidemment selon le processus de sélection par expérimentation et élimination constante des erreurs. En Amérique, les sociétés naissent et meurent aussi sûrement que les espèces animales. Les prédateurs éliminent les faibles. La société offre peu de garanties à l'individu entre le succès et l'extinction sociale. Le succès économique de l'Amérique s'explique par le fait que les États-Unis ont une approche darwinienne de la vie économique, alors que leurs rivaux européens excellent à considérer Darwin en tant qu'œuvre scientifique.» (*International Herald Tribune*, 21-22 août 1999.)

Autorisons-nous un brin de psychanalyse sauvage : peut-être l'observation ci-dessus fournit-elle une piste aidant à comprendre pourquoi les États-Unis ont tendance à rejeter la théorie de l'évolution,

voire à interdire son enseignement. Serait-ce simplement que, miroir trop fidèle, elle refléterait une image trop déplaisante?

Harnoo sur le Nobel

Que signifie le mot harnoo? Pour vous aider à deviner, sachez que c'est la transcription d'un mot prononcé en anglais par un homme dont la langue maternelle était l'allemand. Vous ne trouvez pas? Eh bien, dans la bouche d'Einstein, émigré aux États-Unis, harnoo était la façon dont il prononçait *hervé* (achenu).

Cette histoire est racontée par l'Américain Ralph Boas. Parmi les nombreux scientifiques européens qui ont émigré ou séjourné aux États-Unis, Boas en a rencontré un seul (le mathématicien Lars Ahlfors) qui, en arrivant, ait eu le bon sens de se faire expliquer par un collègue américain comment on prononce dans sa langue les termes techniques. Les autres se sont contentés de leurs souvenirs scolaires. Autrement dit, ils parlaient une langue qu'ils ne savaient pas parler, puisque l'école n'enseigne pas la langue scientifique. Comme leurs interlocuteurs devaient bien les comprendre!

Sans doute Descartes se trompait-il lorsqu'il affirmait que le bon sens est la chose du monde la mieux partagée. Mais, après tout, partager le bon sens commun, ce n'est pas cela que nous attendons d'un scientifique hors du commun.

Six milliards de sabords...

Le six-milliardième être humain devait naître le 16 juin 1999. La preuve : l'ONU avait retenu ce jour-là pour célébrer sa naissance. Mais l'ONU a reporté la célébration au 12 octobre. Les hommes auraient-ils soudainement ralenti leur rythme de reproduction? Les démographes auraient-ils commis quelque stupide erreur de calcul? Du tout. L'ONU a été contrainte à ce report pour cause de surcharge de travail en juin (Hervé Le Bras, *Libre arbitre et lois statistiques*, Éditions de l'Épure, 1999).

Entre ces deux dates sont nés plus de trente millions d'êtres humains, note H. Le Bras. Ainsi, l'incertitude quand on annonce des chiffres de population mondiale est de l'ordre d'une demi-France. Vu de notre petit village, cela paraît beaucoup. Mais vu de l'ONU, brouillilles.

Pléthorique park

Au palmarès des mystères scientifiques, la cause de la disparition des dinosaures occupe le numéro un. Non que les hypothèses manquent. Au contraire, il y en a trop. Seulement, aucune ne réussit à s'imposer. Les astronomes songent à une collision de la terre avec un astre errant. Les climatologues imaginent une variation mortelle de la température terrestre. Les évolutionnistes envisagent une inadéquation des dinosaures aux problèmes posés par l'émergence d'une nouvelle espèce. Les géologues supposent une éruption volcanique.

Qu'y a-t-il de commun à ces explications en apparence disparates? Ceci : chaque spécialiste est convaincu que la clé du mystère gît au sein de sa spécialité. Là, comme toujours, chacun veut être au centre du monde – ce centre du monde fût-il un anéantissement! Tant que le savoir humain restera éclaté en spécialités rivales, nous n'aurons aucune chance de savoir pourquoi les dinosaures ont disparu.



JEU-CONCOURS N° 66

PIERRE TOUGNE

HÉRITAGE DIOPHANTIN

Un vigneron possède 45 tonneaux de vin dont 9 sont pleins, 9 sont emplis aux trois quarts, 9 emplis à moitié, 9 emplis au quart et 9 vides. Il désire les donner en héritage à ses cinq enfants de façon équitable, mais sans transvasement et de telle sorte que chacun reçoive autant de vin et le même nombre de tonneaux, et que, de plus, chacun reçoive au moins un tonneau de chaque sorte, et qu'il n'y ait pas deux qui reçoivent le même nombre de chaque sorte de tonneau. Pourriez-vous aider ce vigneron à faire ce partage en trou-

vant les trois répartitions fondamentalement différentes (c'est-à-dire aux permutations près entre ses enfants) possibles ?

Envoyez vos réponses aux questions à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de décembre 1999, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 64

Commençons par le plus simple, le damier $n \times n$. Le premier joueur gagne en jouant sur une case quelconque des diagonales. En effet, quelle que soit la case jouée par le deuxième joueur, le premier peut toujours jouer sur une case diagonale contiguë et emmener son adversaire vers un coin du damier où celui-ci n'aura pas de case de sortie.

Sur le damier 5×6 , il y a plusieurs stratégies, gagnantes pour le premier joueur, toutes fondées sur la « diagonale infernale ». En voici une partant de la case 1×2 (ligne puis colonne) montrée sur les figures 1a et 1b. Les coups du premier joueur sont notés en gras par des nombres impairs, tandis que ceux du deuxième joueur sont notés par des nombres pairs (éventuellement doublés s'il y a deux coups équivalents). Remarquez que dans le cas 1a, l'adversaire entre d'emblée dans une « diagonale infernale » sur un sous-damier 5×5 et que s'il veut l'éviter cas 1b, le premier joueur l'emmène sur une « diagonale infernale » sur un sous-damier 3×3 et c'est l'idée sous-jacente de toute stratégie sur un damier $n \times m$.

Pour le damier $1 \times n$, remarquons, d'une part, que si l'on numérote les coups à partir de 1, le premier joueur ne joue que des coups impairs et, d'autre part, que le joueur gagnant est celui jouant le dernier. Par conséquent, si $n = 2p + 1$, le premier joueur est assuré de gagner en jouant son premier coup sur la première case du damier (à droite ou à gauche), car le dernier coup jouable sera $2p + 1$. Si $n = 2p$, après le premier coup, le damier sera scindé en deux damiers $1 \times k$, $1 \times m$ avec $k + m = 2p - 1$ donc l'un des deux entiers k ou m sera impair et le deuxième joueur en jouant dans

Figure 1a

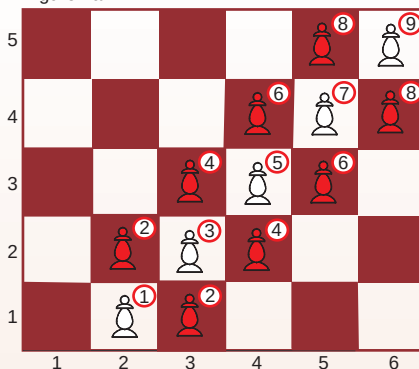


Figure 1b

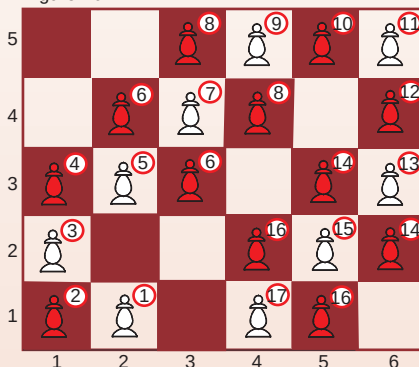


Figure 2a

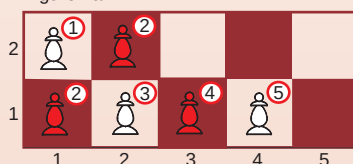
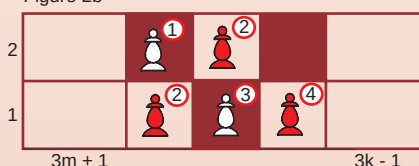


Figure 2b



ce damier impair gagnera en suivant la stratégie précédente.

En ce qui concerne le damier $2 \times n$, étudions le cas $n = 3p + 2$ où le premier joueur joue dans la case en haut et à gauche. Alors quel que soit le coup du deuxième joueur, le premier joueur peut atteindre la case 5 (voir figure 2a) et se retrouver au début d'un damier $2 \times 3(p-1) + 2$ et ainsi de suite jusqu'au damier 2×2 sur lequel il gagne. Si $n = 3p + 1$ ou $3p$, le premier joueur doit éviter de jouer sur une case laissant à droite ou à gauche un damier de la forme $2 \times 3k + 2$, auquel cas le deuxième joueur pourrait appliquer la stratégie précédente et gagner. Si $n = 3p$, le premier joueur peut toujours jouer sur une case laissant de part et d'autre des damiers $2 \times 2k + 1$ et $2 \times 2m + 1$ et forcer le deuxième joueur à lui laisser un damier $2 \times 3k - 1 = 2 \times (3k - 1) + 2$, comme le montre la figure 2b. Si $n = 3p + 1$, le premier joueur ne peut éviter de laisser un damier $2 \times 3k + 2$ qu'en jouant sur une case laissant deux damiers $2 \times 3k$ et $2 \times 3m$, mais alors le deuxième joueur en jouant sur la case de la même colonne le force au coup suivant à laisser un damier $2 \times 3k - 1$ ou $2 \times 3m - 1$ sur lequel il gagne (comme premier joueur). En résumé, si $n = 3p + 1$, le deuxième joueur gagne et dans les autres cas c'est le premier joueur.

Plus généralement, il semble que sur un damier $2n \times 2n$, quelle que soit la case de départ, le premier joueur gagne. En revanche, sur un damier $2n + 1 \times 2n + 1$, les quatre cases adjacentes à la case centrale sont perdantes pour le premier joueur. Sur un damier $n \times m$ avec $n, m \geq 3$, il semble aussi que le premier a une stratégie gagnante, mais les cases de départ gagnantes sont moins nombreuses. Ainsi sur le damier 5×6 , seules 18 cases sur 30 sont gagnantes.

Casus belli

On peut être tenté de provoquer la pluie sur tel ou tel pays défavorisé (voir *Pour la Science*, août 1999). Outre le fait que l'on n'a pas démontré que cela fonctionnait, on doit s'interroger sur la réaction des pays voisins qui verraient sûrement d'un mauvais œil disparaître des nuages dont ils auraient pu profiter. On introduirait là un nouveau *casus belli*, dont ces pays instables n'ont sûrement pas besoin.

Jean-Paul HERMANN, Massy

Le dobésilate

L'article «Pour prévenir les complications de la rétinopathie diabétique» (voir *Pour la Science*, septembre 1999) rapporte que des spécialistes réunis lors d'un symposium international à Genève ont clairement reconnu l'intérêt thérapeutique du dobésilate. Parallèlement, les experts de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé ont classé le Doxium® parmi les médicaments «inutiles». Or, le principe actif du Doxium® est le dobésilate. Quelle explication donner à cette apparente discordance ?

Pierre ALLAIN, Angers

Réponse de Gérard Normier

Doxium® (dobésilate de calcium) est un régulateur des fonctions des capillaires sanguins. Il est indiqué dans les micro-angiopathies (rétinopathie diabétique) et dans les manifestations cliniques de l'insuffisance veineuse chronique. Doxium® est enregistré et commercialisé en Europe depuis 1967. Il est vendu dans plus de 60 pays.

Plusieurs publications scientifiques ont montré l'efficacité clinique de Doxium®. Actuellement, et afin de moderniser le dossier d'enregistrement, de nouvelles études cliniques, effectuées selon les normes de bonnes pratiques cliniques et en double aveugle, sont en cours utilisant les techniques les plus modernes telles que la fluorophotométrie et l'analyse de l'épaisseur de la rétine pour la rétinopathie diabétique. Une de ces études se déroule actuellement en Europe, incluant 600 patients, et avec un suivi de cinq ans.

Pour l'insuffisance veineuse chronique, une nouvelle étude européenne contrôlée sur 286 patients, fondée sur une méthodologie répondant aux derniers critères de qualité, vient de se terminer. L'analyse préliminaire confirme l'efficacité du Doxium® sur des paramètres objectifs.

Les experts de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, et selon l'article du *Monde* du 18 septembre 1999, ont défini la classe thérapeutique veinotonique (contenant 184 médicaments) comme médicaments «inutiles». Doxium®, faisant partie de cette classe thérapeutique, est actuellement sous évaluation auprès de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé pour son Service médical rendu. La commission de la transparence n'a pas encore rendu les résultats.

Le symposium international, à Genève, a traité le sujet «pour prévenir les complications de la rétinopathie diabétique». Les experts, en majorité des ophtalmologistes, ont montré le rôle thérapeutique de Doxium® dans le ralentissement de l'évolution de la rétinopathie diabétique, une complication du diabète qui met l'acuité visuelle en danger et pour laquelle une alternative thérapeutique est quasi inexistante.

Gérard NORMIER, OM Pharma

Karl Marx

Dans votre dossier *Les mathématiques sociales*, au sein du premier article, la légende d'un encadré indiquait, à propos de Karl Marx, que l'application de ses théories avait abouti à un échec.

La formule «l'application de ses théories» dénote par rapport à la rigueur et la qualité de *Pour la science*. Je suppose que l'auteur de l'article, qui a soigné son texte, n'en est pas responsable. J'imagine que la formulation utilisée résulte du manque de vigilance à l'égard d'une expression, «appliquer une théorie», malheureusement répandue, qui véhicule une conception vulgaire et fautive de ce qu'est une théorie, et, qui est facteur d'illusion sur le rôle et le pouvoir de l'activité théorique.

Une telle formulation doit heurter tout scientifique ou épistémologiste qui étudie une réalité (un domaine de la réalité) pour en déduire une théorie. En mathématiques, il existe une théorie des groupes. Elle énonce les propriétés des ensembles qui en vérifient les axiomes, mais «appliquer la théorie» des groupes à un ensemble n'a pas de sens. Un ensemble est un groupe ou non. S'il n'en est pas un, la théorie ne le transforme pas en groupe. Une théorie ne modifie pas la réalité.

Un théoricien cherche à élaborer une théorie de la réalité, en partant des données factuelles sélectionnées par une théorisation précédente devenue insatisfaisante. Je pense qu'une théorie est une représentation (modèle, interprétation, description, trans-

cription, ... le choix du terme exact est ouvert au débat épistémologique) d'une réalité. Par conséquent, une construction intellectuelle qui ne représente pas une réalité existante, n'est pas une théorie puisqu'elle n'est pas théorie d'une réalité.

Si on admet l'existence d'une réalité en soi, objective (c'est ce qu'on suppose en considérant qu'une théorie est communicable, même imparfaitement, d'un individu à l'autre), on admet que la réalité ne dépend pas de la théorie. Tenter de conformer de force la réalité à une théorie importée d'ailleurs, n'est pas respecter l'élaboration théorique. Vouloir construire la «réalité d'une théorie», c'est confondre théorie et projet. On réalise un projet, pas une théorie.

Mais Karl Marx n'a rien écrit qui soit un «projet de société (future)» et il s'est au contraire distingué des «socialistes utopiques». Il a seulement élaboré une théorie du «capital». On peut débattre de sa validité ou même de sa scientificité. On peut discuter de la validité d'une «théorie de la société (actuelle)», mais renverser, par chiasme, le génitif de cette formule, c'est abandonner le terrain de la théorie.

Réaliser un projet de société ou une réforme de société, suppose néanmoins de prendre en compte les données actuelles et les prévisions mises en forme par une théorie satisfaisante (pour ne pas tomber dans l'utopie). Mais cette prise en compte ne garantit pas une fidélité à cette théorie ni à sa méthode. La réalité obtenue doit elle aussi faire l'objet d'une théorie qui n'est pas écrite d'avance. Un projet est lui-même une réalité (le résultat d'une activité intellectuelle basée sur des données factuelles et des prévisions) dont on peut tenter la théorie. La méthode utilisée par Marx pour étudier le capitalisme peut évidemment être transposée pour tenter de théoriser d'autres sociétés, sociétés antérieures ou sociétés contemporaines (incluant ou non une économie de marché), mais le résultat n'appartiendrait pas à Marx puisqu'il n'a pas fait ou n'a pas pu faire cette élaboration. Rendons à Marx ce qui est à Marx et seulement ce qui est à Marx.

Pierre RUSCASSIE, Pau

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : tribune@pouirlascience.fr. Découvrez d'autres contributions de lecteurs sur le site Web www.pouirlascience.com.



Séisme en Turquie

MARIE-PAULE BOUIN • JEAN BERNARD DE CHABALIER

La part des scientifiques dans une responsabilité collective.

Des deux tremblements de terre très destructeurs (Turquie et Taiwan) qui se sont produits ces derniers mois, celui du 17 août dernier dans la région d'Izmit était le plus « attendu » par la communauté scientifique de spécialistes. Ce séisme s'inscrit dans une série de tremblements de terre qui rompent successivement la faille nord-anatolienne d'Est en Ouest depuis 60 ans. Chaque secousse a déclenché la suivante, en cascade, décrivant ainsi une séquence unique dans les annales selon un mécanisme bien compris. Un séisme résulte du relâchement soudain des contraintes accumulées sur un segment de faille, chaque séisme met sous contrainte les segments de faille adjacents qui n'ont pas encore rompu. Des travaux récents (1997 et 1998) de scientifiques turcs, américains et français, publiés dans des revues scientifiques internationales, avaient montré que, selon ce scénario, les failles traversant la région d'Izmit étaient des candidates idéales pour une rupture majeure à moyen terme. Ces failles avaient été bien cartographiées après des campagnes de terrain et l'analyse des images satellitaires; nous connaissions leur parcours et leur potentiel destructeur. Donc nous savions. Nous savions où, nous savions comment, mais nous ne savions pas quand...

En revanche, sur place, la population avait été maintenue dans un état d'ignorance total. La prise de conscience fut brutale. Quinze jours après le séisme, une grande chaîne populaire turque organisait un débat télévisé réunissant sur un même plateau architectes, entrepreneurs, journalistes, médecins, scientifiques et habitants de la région d'Izmit épargnés par le drame. Cette émission aurait pu tourner à l'émeute tant le décalage était grand entre, d'une part, le discours posé des acteurs de la vie publique qui essayaient de justifier leur attentisme, et d'autre part, la colère des survivants qui réalisaient qu'ils avaient été les seuls composants de la société à avoir ignoré l'inéluctabilité de ce drame. Ce paradoxe est intolérable; il met en évidence

les dysfonctionnements d'une société toute entière et pose le problème du rôle social de chacun dans la prévention des séismes. Où s'arrête la fonction des géophysiciens et leur responsabilité ?

Ce séisme a constitué une véritable catastrophe, engendrant un traumatisme social et ravageant l'économie nationale. Plusieurs raisons, dont on a débattu dans la presse internationale, expliquent une telle situation : une région en développement économique très rapide, la corruption généralisée autour de la spéculation immobilière en Turquie, le fait qu'il n'existe pas de contrôle des normes parasismiques des constructions récentes, ni de sanction, l'absence d'une volonté politique à préparer les populations.

La situation actuelle est la suivante : la ville d'Istanbul est menacée. Le séisme d'Izmit a mis sous tension les failles adjacentes, augmentant le risque de rupture, comme le montre le tremblement de terre du 12 novembre dernier. Or, à l'Ouest, les segments de faille mis sous contrainte courent au fond de la mer de Marmara et certains passent à dix kilomètres au Sud de la ville. Ces segments n'ont pas rompu depuis le milieu du XVIII^e siècle; ils sont pris en étau entre la rupture d'Izmit à l'Est et celle de 1912 à l'Ouest de la mer de Marmara. Ceci place Istanbul dans une situation encore plus critique que Tokyo ou Los Angeles en termes de risque sismique : le séisme à venir bouclera le cycle sismique. L'étude des séquences historiques nous montre que la période d'occurrence des séismes le long de cette faille est de quelques mois à 30 ans. Mais si la population est maintenant convaincue de la nécessité d'une protection parasismique, il est actuellement impossible de discuter de la situation d'Istanbul sans créer de mouvements de panique.

Pour sortir de cette impasse et avancer, l'état d'ignorance alimentant la terreur, il faut dès maintenant informer les populations. L'exposition au risque sismique doit être librement consentie : les citoyens doivent être responsabilisés

pour que le jeu des contre-pouvoirs démocratiques puisse agir. Ensuite, il n'y a pas d'alternative : le gouvernement turc doit relever le défi et s'engager dans un processus de réglementation stricte en matière de construction parasismique, de contrôle non seulement des constructions à venir mais aussi du bâti existant, d'information et de préparation de la population, de formation des professionnels des travaux publics.

Si un tel engagement était pris par les autorités, les scientifiques trouveraient alors naturellement le cadre où ils pourraient remplir leurs rôles : leur rôle pédagogique, de l'éducation scolaire à la formation universitaire ; leur rôle de chercheurs dans l'élaboration des cartes de risques et des normes parasismiques au côté des ingénieurs et techniciens. Quant au rôle social d'information, il passe nécessairement par l'intermédiaire des médias. Ce rôle est primordial pour permettre la diffusion de l'information scientifique auprès des citoyens, alimenter les débats, développer l'intelligence critique vitale pour assurer un bon fonctionnement de la société.

L'analyse a posteriori de beaucoup de catastrophes, au regard des connaissances scientifiques de l'époque, montre souvent que bien des drames auraient pu être évités si des mesures avaient été prises à temps. Ce constat est vrai aussi bien pour les catastrophes naturelles que pour celles de santé publique. Le rôle social des scientifiques est tributaire de la bonne volonté des intermédiaires institutionnels publics et privés : les géophysiciens turcs se sont heurtés à un mur d'indifférence au cours des dix dernières années. Puisse le drame d'Izmit réveiller les consciences de tous les acteurs de la vie publique pour que dès aujourd'hui se mettent en place les processus qui éviteront demain à Istanbul le sort d'Izmit.

Marie-Paule BOUIN et Jean-Bernard de CHABALIER sont sismologues à l'Institut de Physique du Globe de Paris.



Quiches, petits choux et pains à l'anis

HERVÉ THIS

Leur gonflement n'est qu'indirectement dû aux œufs qu'ils contiennent et la cuisson vaporise l'eau qui gonfle la pâte.

La quiche ne doit pas trop cuire, sans quoi elle perd de sa tendreté ; elle n'est pas «chevelotte», disent les Lorrains. D'où la règle culinaire : on doit arrêter la cuisson quand on la quiche commence à gonfler. À gonfler ? Pourquoi ce gonflement ? Et pourquoi serait-il l'indication d'une juste cuisson ?

Pour répondre à la question, examinons un autre plat qui gonfle également : la quenelle. Qu'elle soit de poisson ou de viande, c'est généralement de la chair qu'on a malaxée avec de la crème, des œufs et une panade, c'est-à-dire une pâte obtenue en travaillant de la farine dans de l'eau bouillante. Une fois pochée, les quenelles sont mises dans une sauce et, dans les bons cas, elles gonflent, même quand les œufs n'ont pas été battus.

La quenelle et la quiche ont donc en commun la crème et les œufs : lequel des deux ingrédients est-il nécessaire au gonflement ? Si la crème chauffée ne gonfle pas, l'examen des recettes de petits choux, composés de panade et d'œufs, montre que l'œuf est le dénominateur commun des plats qui gonflent. Certains chefs le savent : dès 1905, dans un *Manuel culinaire*, l'auteur (anonyme) écrivait que «les plats qui contiennent des œufs peuvent souffler».

Pourquoi cette vertu gonflante des œufs ? Des expériences de confection de quiches, avec diverses proportions de blancs, de jaunes, de crème ou de lard ne donnent pas la solution que procure un peu de réflexion : il n'existe aucune raison pour que des bulles d'air nais-

sent spontanément dans de l'œuf chauffé, mais ce dernier contient de l'eau (90 pour cent dans le blanc, 50 pour cent dans le jaune) qui peut s'évaporer lors de la cuisson. D'ailleurs, toute personne qui a déjà observé la cuisson d'un œuf sur le plat a vu le blanc se soulever, poussé par de l'eau du blanc qui était évaporée au contact de la poêle et piégée sous la couche coagulée.

Connaissant l'origine du gonflement, comment l'optimiser ? Si l'on chauffait un blanc d'œuf par le sommet, ce serait l'eau de la face supérieure qui serait évaporée et s'échapperait sans faire gonfler. En revanche, si l'on chauffe par le fond, comme quand on cuit un œuf sur le plat, on observe le gonflement précédemment décrit. On conclut ainsi que les produits qui sont censés gonfler doivent être chauffés par le fond. Un soufflé ? Posons-le sur la sole du four. Des macarons, des petits pains à l'anis ? Posons-les sur une plaque métallique. Des quenelles ? Évitions leur le gril et préférons-lui une plaque chauffée par dessous...

Continuons sur la voie de l'optimisation : de combien un produit qui contient de l'œuf peut-il gonfler sous l'action de la seule vaporisation de l'eau ? Comme un blanc d'œuf pèse environ 30 grammes et qu'il contient donc environ 27 grammes d'eau, il peut engendrer un volume de vapeur supérieur à 30 litres ! Pourquoi alors les gonflements limités des soufflés, macarons, pains à l'anis, gougères, etc. ? Parce qu'une partie notable de la vapeur for-

mée est perdue par diffusion dans la masse supérieure : un examen attentif de la cuisson de ces produits montre d'ailleurs des bulles qui s'échappent. Pour obtenir un gonflement maximal, il faudrait d'abord confectionner une couche supérieure imperméable à la vapeur.

Revenons à la quiche. Pourquoi son gonflement serait-il un indice de cuisson juste à point ? Le liquide coulé dans la pâte, autour des lardons, est essentiellement composé de matière grasse, d'eau et de protéines. Or les protéines qui coagulent forment un gel : en se liant, elles établissent un réseau qui piège l'eau et la matière grasse. Plus l'eau est abondante, plus le gel est tendre (*a contrario*, une viande, un poisson ou un œuf dont l'eau a été complètement évaporée sont des solides coriaces). Autrement dit, l'évaporation de l'eau, si elle fait gonfler une quiche, révèle aussi le début de sa perte de tendreté. Le dicton lorrain a du bon.

Est-il suffisant ? Non, car le gonflement ne se produit que si l'on cuit la quiche en la chauffant par dessous. Nous devons donc corriger le dicton traditionnel : une quiche est cuite quand, chauffée par le fond, elle commence à gonfler.

Et c'est ainsi que la quiche est chevelotte.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 28 décembre 1999, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Alban Gaillard