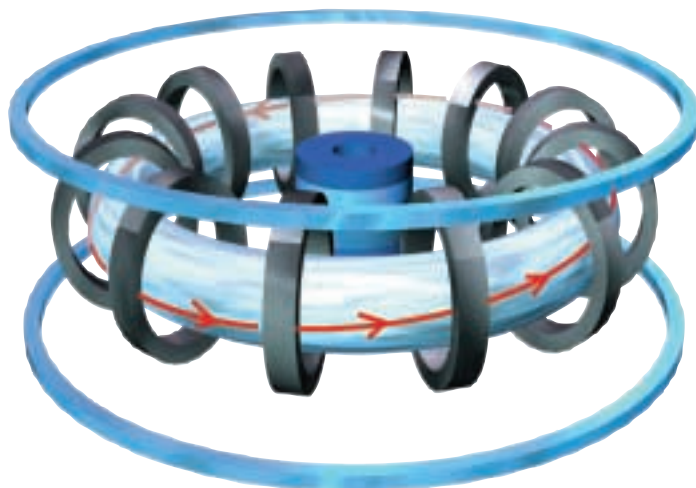


ITER... ations

FRANCIS TROYON

Les attaques récurrentes contre ITER, la prochaine génération de tokamak qui constitue un pas essentiel vers la fusion contrôlée, mélangent arguments politiques et scientifiques.



La recherche sur la fusion contrôlée est périodiquement attaquée : l'espoir de produire de l'énergie économiquement par ce moyen serait chimérique, pensent certains. Et le mépris dédaigneux d'une partie de la communauté scientifique se transforme en hostilité dès que des financements sont en jeu. Les spécialistes de la fusion magnétique, sur la sellette, craignent que le premier réacteur expérimental, ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) de type tokamak ne soit pas construit.

Il convient de dépassionner le débat en rappelant ce qu'est ITER, et ce qu'il n'est pas, et de mieux séparer les arguments qui relèvent de considérations scientifiques et techniques, de ceux qui sont du ressort de la politique...

Le Programme Fusion Européen a pour objectif ultime le développement d'un réacteur à fusion. Au cours de ses 35 années d'existence, le programme a construit et exploité un ensemble d'installations de tailles croissantes avec leurs systèmes de mesure, développé des systèmes capables de chauffer un plasma aux températures requises de 100 millions de degrés et plus, mis au point un ensemble de technologies, supraconduction à haut champ et haut courant, matériaux résistant aux bombardements énergétiques, robots, etc. Le plus grand tokamak du monde, JET, fonctionne depuis 1983 et il opère aujourd'hui avec des plasmas de deutérium et tritium. Il a non seulement fourni des données fondamentales permettant d'extrapoler le comportement du plasma aux tailles et conditions physiques de ITER, mais aussi permis de tester des éléments techniques essentiels pour ITER.

L'intégration de tous ces développements dans une nouvelle installation est prévue depuis les années 1980. Une équipe de physiciens et d'ingénieurs a

étudié les paramètres d'une telle installation, qui est devenue ITER.

L'objectif de ITER est d'associer un cœur de réacteur en fusion, formé d'un plasma où se produisent les réactions de fusion en régime quasi stationnaire, et les technologies, matériaux, bobines supraconductrices, appareils de chauffage et de mesure, déjà disponibles ou proches de l'être. Il a pour but de délimiter le domaine de fonctionnement accessible, de valider les technologies développées spécifiquement à cet usage et d'identifier les paramètres de fonctionnement d'un réacteur producteur d'énergie. Trois milliards de francs ont déjà été investis dans la recherche et le développement par les partenaires d'ITER dans cette phase de préparation.

ITER n'est pas un réacteur de démonstration : il n'a pas de couverture régénératrice du tritium, ne fournit pas d'énergie électrique et n'utilise pas les matériaux structuraux à faible radioactivité en développement pour le réacteur.

Les premières attaques contre ITER sont d'ordre financier (projet trop coûteux?). Les secondes portent sur la validité scientifique et technique de l'entreprise (projet trop risqué?).

L'argument du coût est politique et peut être discuté. Les politiciens sont amenés à faire des choix douloureux fondés sur leurs propres priorités. Mais dans le cas d'un refus de construction de ITER à cause de son coût, les politiques doivent donner une argumentation claire, assumer leur décision et ne pas demander, comme actuellement aux États Unis, à des opposants scientifiques de fournir une argumentation adéquate, de type alibi. Le programme pourra alors ajuster sa stratégie, qui sera différente si la raison du refus est conjoncturelle, donc temporaire, ou définitive. Auquel cas, les politiques devront clairement annoncer

que cette filière de production d'énergie est abandonnée avec toutes les conséquences sur l'avenir énergétique du monde : qui peut prédire quelle sera la situation de la production d'énergie dans 50 ans? Une décision concernant ITER doit être prise avant juillet 1998.

Certaines attaques contre ITER sont le fait de spécialistes de la fusion inertielle qui luttent pour la survie de leur laboratoire. C'est regrettable, mais compréhensible. D'autres scientifiques de renom pensent que plus de recherches en physique des plasmas, dans de petites installations, sans les contraintes opérationnelles imposées par l'environnement d'un réacteur, se traduira par un coût moindre pour ITER.

Cet argument me semble erroné. Les paramètres de ITER résultent d'un compromis entre une multitude de contraintes physiques et techniques. Laisser chacun dans son coin optimiser sa physique ou sa technique coûtera finalement beaucoup plus et les interfaces si importants entre tous ces aspects continueront à être ignorés. Il faut tester ce qui peut l'être aujourd'hui, et se préparer comme toujours à des surprises, bonnes et mauvaises : il en est toujours ainsi, il n'en sera pas autrement pour ITER...

Enfin, puisque politique il y a, ne faut-il pas évaluer les enjeux? L'humanité a-t-elle le droit d'abandonner une filière énergétique aussi difficile que prometteuse? Le projet ITER coûte six milliards d'écus répartis sur une durée de construction de sept ans. L'ensemble du monde industrialisé ne peut-il supporter cet investissement?

Francis TROYON est directeur de l'Institut de Physique des plasmas de l'École polytechnique fédérale de Lausanne et président du Conseil de JET.



Les chimistes et l'affaire Dreyfus

G. BRAM • M.-P. HAMACHE • N. PIGEARD

Auguste Scheurer-Kestner, chimiste et sénateur, déclenche la révision du procès Dreyfus.

L'«Affaire Dreyfus», scandale politico-militaire, a divisé la France. À la fin de l'année 1897 et au début de l'année 1898, divers rebondissements aboutissent à la révision du procès d'Alfred Dreyfus, puis à sa réhabilitation. Le chimiste Auguste Scheurer-Kestner est l'un de ceux qui se battent pour obtenir la révision du procès. Quel est son rôle, dans cette bataille où d'autres chimistes se montrent également motivés et efficaces ?

Le 9 décembre 1894, le capitaine Alfred Dreyfus, officier d'état-major, juif, alsacien, est condamné par le conseil de guerre à la détention perpétuelle pour trahison. Dans le dossier de l'accusation, une seule pièce à conviction, non datée, non signée, le «bordereau», annonce l'envoi à l'attaché militaire allemand de documents relevant de la défense nationale. C'est sur la base de ce bordereau et d'un «dossier secret» communiqué uniquement aux membres du conseil de guerre pendant leurs délibérations que, malgré ses dénégations, Dreyfus est condamné.

Quatre ans plus tard, la demande en révision est admise. Jugé par un second conseil de guerre à Rennes, le 9 septembre 1899, Dreyfus est à nouveau déclaré coupable, mais bénéficie de circonstances atténuantes. Condamné à dix ans de détention, il est gracié par le président de la République Émile Loubet dix jours après sa condamnation. Il est réhabilité par la Cour de Cassation le 12 juillet 1906.

Par des batailles rhétoriques véhémentes, par l'intermédiaire de journaux qui les soutiennent, par les attaques diffamatoires que lancent d'autres quotidiens, les pro- et les anti-dreyfusards se déchaînent. Scheurer-Kestner prend une part active au débat.

Né en 1833 à Mulhouse, où son père possède une usine d'impression sur étoffes, Scheurer-

Kestner s'intéresse à la chimie, à Paris, dès 1852, et travaille dans le laboratoire d'un autre alsacien, Charles-Adolphe Wurtz, «l'apôtre» de l'école atomiste en France (deux écoles s'affrontaient alors : ceux qui, derrière le chimiste Marcellin Berthelot, sont hostiles à la notion d'atomes, et les partisans de la théorie atomique).

À la mort de son beau-père, en 1870, Scheurer-Kestner prend la direction technique des usines de fabrication de produits chimiques situées à Thann, que dirigeait le défunt. Il renforce l'activité de ces établissements qui, en 1884, deviennent les Fabriques de produits chimiques de Thann et de Mulhouse, qui existent encore aujourd'hui. Il y développe la chimie appliquée, sans négliger les aspects fondamentaux des problèmes techniques qu'il rencontre.

Il s'intéresse au pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux,

étude théorique qui servira à l'optimisation de divers procédés industriels ; il tente d'optimiser la fabrication industrielle de l'acide sulfurique. Depuis le début du XIX^e siècle, la «soude artificielle» est l'un des produits de base de l'industrie chimique ; on l'obtient en faisant réagir du sel marin, de l'acide sulfurique et de la craie. Scheurer-Kestner établit le mécanisme de la réaction et il optimise son rendement. Il s'intéresse également à l'industrie de l'aniline et des matières colorantes qui en sont dérivées. En 1894, il devient président de la Société chimique de France, sur les instances de Charles Friedel, un autre chimiste d'origine alsacienne.

Scheurer-Kestner a très tôt une activité politique. Né dans un milieu farouchement républicain, il prend part d'emblée à l'opposition au second Empire, aux côtés de Clemenceau et de Gambetta. En 1862, il est condamné à quatre mois de prison et à 2 000 francs d'amende pour «excitation à la haine et au mépris du gouvernement». Après l'annexion de l'Alsace et de la Lorraine par l'Allemagne, il «opte» pour la France. En 1871, il est élu député de Paris. En 1875, il est nommé sénateur inamovible représentant de l'Alsace.

En janvier 1895, juste après la condamnation de Dreyfus, il est élu premier vice-président du Sénat. «Républicain modéré, mais pas modérément républicain», il jouit d'une réputation de droiture et de désintéressement ; il refuse la Légion d'honneur, incompatible, selon lui, avec les idéaux républicains, et les postes ministériels qui lui sont proposés. Introduit dans le monde industriel et politique, Scheurer-Kestner est une figure emblématique de l'Alsace exilée à Paris, après la guerre de 1870.

Pour toutes ces raisons, Mathieu Dreyfus, industriel alsacien et frère du capitaine, lui rend



1. Les caricaturistes se déchaînent contre Scheurer-Kestner, lorsqu'il tente d'obtenir la révision du procès Dreyfus. Le 18 décembre 1897, *Le Rire* publie un dessin intitulé «Scheurer-Kestner, ou un crâne sous une tempête».

visite le 7 février 1895. Il sollicite son appui pour prouver l'innocence du condamné. Scheurer-Kestner raconte dans ses *Mémoires d'un sénateur dreyfusard*, publiées en 1988, qu'il accueille Mathieu Dreyfus assez froidement et refuse de s'engager sans avoir recueilli des renseignements supplémentaires. Convaincu de la culpabilité de Dreyfus «condamné à l'unanimité par des officiers français», Scheurer-Kestner est pourtant troublé par certains aspects confus de l'accusation. Pendant plus d'un an, il poursuit ses investigations, mais ne parvient pas à une conclusion définitive. Le 13 juillet 1897, il apprend de source autorisée, mais sous le sceau du secret, le nom du véritable coupable : le commandant Esterhazy. Dès le lendemain, il affirme à ses collègues du Sénat qu'il est convaincu de l'innocence de Dreyfus.

Persuadé de l'honnêteté politique de ses amis au pouvoir, il est persuadé que le gouvernement réparera rapidement cette erreur judiciaire dramatique. Très vite, il déchant. Il découvre une réalité politique qu'il ne soupçonnait pas : un gouvernement résolu à défendre à tout prix le «respect de la chose jugée» et «l'honneur de l'armée». Parmi ses amis de longue date, le président de la République Félix Faure le reçoit le 29 octobre 1897, mais préfère «ne rien savoir et ne rien entendre». Le lendemain, il rend au général Billot, ministre de la Guerre, une visite dont le seul résultat sera d'amplifier la campagne de presse qui s'est déchaînée contre lui.

Dans la presse ou dans les lettres qu'il reçoit, on le traite de «vieux singe, vieille crapule, sale huguenot, sale juif, fripouille». Un correspondant écrit qu'il lui envoie «ses crachats microbiens». On l'accuse d'être à la solde des Allemands.

LA BATAILLE POUR LA RÉVISION

Au début de novembre 1897, indépendamment de Scheurer-Kestner, Mathieu Dreyfus identifie Esterhazy comme l'auteur du «bordereau» attribué à son frère. Ses conclusions sont alors confirmées par Scheurer-Kestner, qui connaît la vérité depuis six mois. Il décide de publier la vérité. Le 15 novembre 1897, *Le Temps* publie une lettre où Scheurer-Kestner affirme l'innocence de Dreyfus, indique qu'il connaît le vrai coupable et qu'il a soumis en vain au gouvernement des pièces démontrant l'innocence de l'ex-capitaine.

Le 7 décembre au Sénat, il interpelle le gouvernement et obtient une nouvelle expertise du bordereau. Celle-ci se tient dans le cadre de la comparaison d'Esterhazy devant le conseil de guerre de Paris ; elle a lieu les 10 et 11 jan-

vier 1898, à la suite de la plainte officielle déposée par Mathieu Dreyfus. La nouvelle expertise innocente à nouveau Esterhazy.

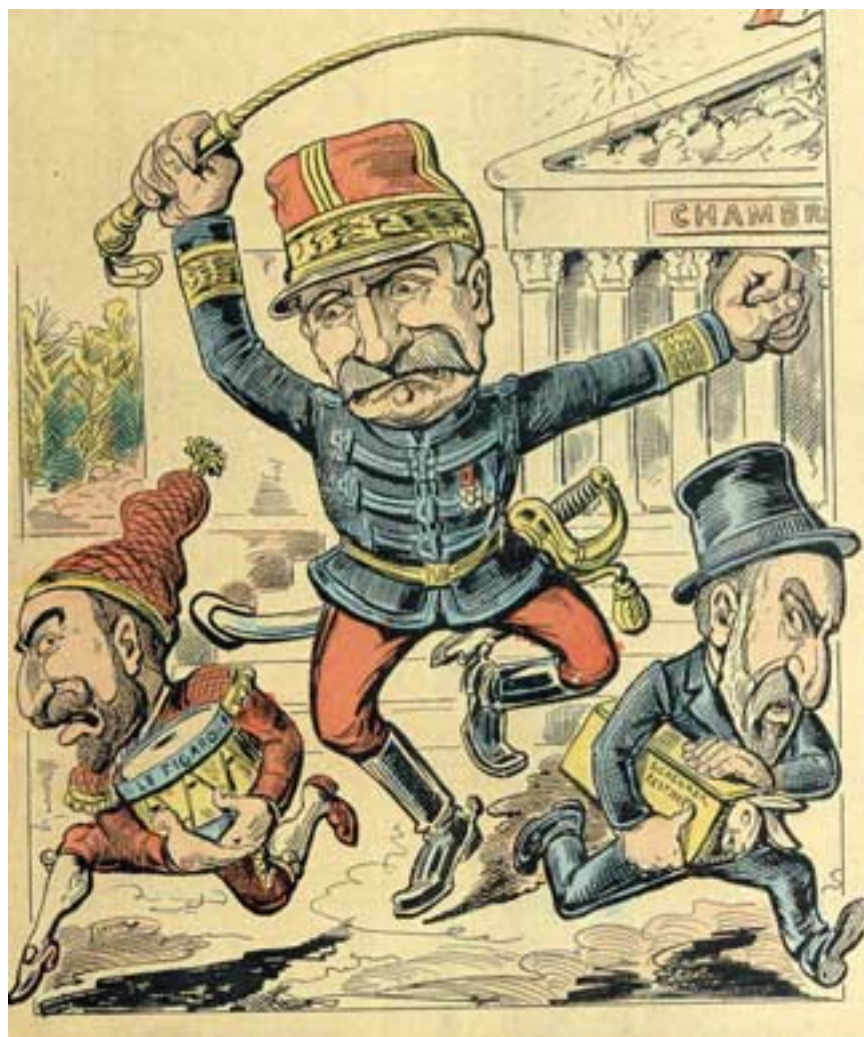
Le 13 janvier 1898 lors du renouvellement du bureau du Sénat, Scheurer-Kestner n'est pas réélu à la vice-présidence. Le même jour *L'aurore* publie la lettre «J'accuse» d'Émile Zola au président de la République. Il prend violemment à parti les ministres et anciens ministres de la Guerre et les cadres supérieurs de l'état-major, tous nommément désignés.

Ainsi, parmi les dreyfusards, il y a deux tendances : ceux qui pensent convaincre les hommes d'État de l'innocence de Dreyfus afin qu'ils demandent la révision du procès et sauvent l'honneur de la République, et ceux qui, convaincus de la complicité du gouvernement, pensent que cette révision doit être obtenue par la pression populaire. D'un côté, Scheurer-Kest-

ner, farouche républicain, pétri de légalisme, de l'autre Zola.

Fatigué, désabusé par l'attitude de la plupart de ceux qu'il considérait comme ses amis politiques, atteint d'un cancer de la gorge, Scheurer-Kestner se retire de la lutte active en 1898 après avoir soutenu Zola, lors du procès qui lui est intenté à la suite de la parution de «J'accuse». Scheurer-Kestner meurt le 19 septembre 1899, le jour même où Émile Loubet, président de la République, signe la grâce de Dreyfus.

En janvier 1898, à la suite de l'acquiescement d'Esterhazy, paraissent des pétitions d'écrivains, de scientifiques, d'artistes, d'«intellectuels» demandant soit la révision du procès de Dreyfus, soit le maintien des garanties légales des citoyens contre tout arbitraire. Parmi les jeunes signataires Paul Langevin, Jean Perrin, Émile Borel ou Jacques Hadamard. L'originalité de cette mobilisation intellectuelle



2. Scheurer-Kestner, qui a acquis la conviction de l'innocence de Dreyfus, mais ne peut révéler ses sources, est représenté dans divers journaux, ici *Le Pili*, comme un médiocre prestidigitateur faisant sortir un lapin d'une boîte. Le général Billot, ministre de la Guerre, pourchasse le sénateur et *Le Figaro*, qui vient de publier un article compromettant pour Esterhazy. Scheurer-Kestner ne sera pas réélu à la vice-présidence du Sénat à cause de sa position dreyfusarde.

En 1898, Charles Friedel est membre de l'Institut. Depuis 1884, il est titulaire de la chaire de chimie organique à la Sorbonne. Il y a succédé à son maître Adolphe Wurtz. Créateur de la chimie organique du silicium, il est surtout, avec son collègue américain Crafts, le découvreur de la réaction qui porte leur nom, la réaction de Friedel-Crafts, qui reste encore une méthode très utilisée de synthèse en chimie orga-



nique. Il a été à plusieurs reprises le très actif président de la Société chimique de France et celui du premier congrès international de chimie réuni à Genève en 1890. Il s'attacha à créer et à développer un enseignement supérieur technique de la chimie en France. Il fonda à Paris le Laboratoire d'enseignement pratique de chimie appliquée, qui deviendra l'École nationale supérieure de chimie de Paris.

En 1898, Charles Lauth est directeur de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris, dont il a été le principal promoteur en 1882. Il a aussi travaillé dans le laboratoire de Wurtz. Il a fait sa carrière industrielle dans le domaine des colorants artificiels, à la manufacture de Sèvres, dont il a été le directeur de 1879 à 1888. Charles Lauth qui, comme Friedel et Grimaux, a présidé la Société chimique de France, a préconisé dès 1878 la création, à Paris, d'une École nationale de chimie pour former les cadres supérieurs dont l'industrie chimique française manquait.



Édouard Grimaux est aussi un ancien élève de Wurtz. En 1898, il est professeur de chimie, spécialiste des alcoïdes ; il enseigne à l'École polytechnique et à l'Institut agronomique, et il est membre de l'Institut. Président de la Société chimique de France, il fut l'auteur d'ouvrages qui ont fait date dans l'histoire de la chimie, notamment sur Lavoisier.

entraîne de vives réactions dans les milieux nationalistes, mais très peu de scientifiques rejoindront la «Ligue de la patrie française» anti-dreyfusarde, créée à la fin de l'année 1898 pour répondre à la «Ligue des droits de l'homme» : les seuls noms notables sont ceux des mathématiciens Camille Jordan et Georges Humbert et du physicien Pierre Duhem.

Selon toute vraisemblance, Scheurer-Kestner a convaincu trois autres chimistes, Charles Friedel, Édouard Grimaux et Charles Lauth de signer la pétition. Ce ne sont pas les seuls chimistes à s'être ainsi engagés, mais Friedel, Lauth et Grimaux appartiennent tous trois à un réseau de relations constitué bien avant l'Affaire et dont fait également partie Scheurer-Kestner.

Ils sont élèves du chimiste alsacien Charles Adolphe Wurtz ; par l'intermédiaire du bulletin de la Société chimique de Paris, ils diffusent la théorie atomique, alors bannie de l'enseignement ; ils créent l'École alsacienne, pour que leurs enfants bénéficient du type d'éducation dispensée au gymnase protestant de Strasbourg ; grâce à des subventions que Scheurer-Kestner avait récoltées auprès des industriels alsaciens à la demande de Wurtz, ils fondent l'Association française pour l'avancement des sciences (AFAS).

UNE COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE DIVISÉE

Charles Friedel est très lié à Scheurer-Kestner ; il lui rend visite lors de son incarcération en 1862, et la correspondance qu'ils entretiennent ne cesse qu'avec leur mort, la même année, en 1899. Non seulement il signe la pétition du 15 janvier 1898, mais il est aussi membre du comité directeur de la Ligue des droits de l'homme, fondée en avril 1898, pour animer l'action dreyfusarde.

Charles Lauth signe la pétition en faveur de la révision du procès de Dreyfus, et manifeste publiquement ses sentiments dreyfusards à l'occasion des obsèques de Scheurer-Kestner et de celles d'Édouard Grimaux.

Dès novembre 1897, le troisième chimiste, Grimaux, envoie des lettres de soutien à Scheurer-Kestner. Il n'est pas alors certain de l'innocence de Dreyfus, mais il n'accepte pas que la recherche de la vérité coûte à son ami les insultes proférées par la presse. Après le procès d'Esterhazy, sa conviction est faite, et il signe la pétition du 15 janvier 1898 ; il devient le vice-président de la Ligue des droits de l'homme. Il témoigne au procès de Zola : il est mis

à la retraite d'office et on lui retire le laboratoire qu'il dirigeait à l'École polytechnique. Ensuite, il est la cible de violentes manifestations anti-dreyfusardes réclamant son départ de la présidence du congrès annuel de l'Association française pour l'avancement des sciences.

Dans sa déposition au procès Zola, Grimaux explique que c'est grâce à son esprit d'analyse scientifique qu'il s'est convaincu de l'innocence de Dreyfus. L'esprit d'analyse scientifique ne semble pas avoir alors été partagée par tous les chimistes : Marcellin Berthelot, savant «officiel» et homme politique (il est ministre des Affaires étrangères en 1895 et en 1896) saura résister à toutes les démarches faites pour l'intéresser au sort de Dreyfus. Il manifeste une fois encore «un caractère qui élève l'abstention à la hauteur d'une règle de bonne conduite», comme l'a écrit son biographe, le chimiste Jean Jacques.

Georges BRAM est professeur de chimie à l'Université Paris-Sud. Magy-Paul HAMACHE prépare une thèse sur l'histoire des Juifs de France à l'Université Paris IV-Sorbonne. Nathalie PIGEARD est chargée d'études en histoire des sciences à la Bibliothèque nationale de France.

JEU-CONCOURS

PIERRE TOUGNE

N° 40

DE L'ART DE DEMANDER SON CHEMIN

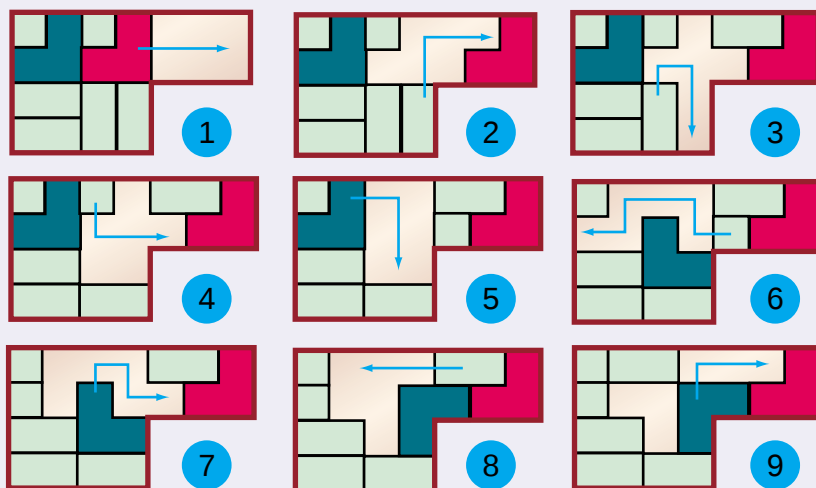
Un classique du casse-tête logique est le suivant ; un voyageur arrive à l'embranchement de deux routes menant soit à Rome, soit à Paris, mais dont les poteaux indicateurs ont été effacés. À l'intersection se trouvent deux autochtones se connaissant parfaitement dont l'un dit toujours la vérité et l'autre est un menteur invétéré. Comment le voyageur peut-il connaître la route de Paris en ne posant qu'une seule question ? Il suffit de poser à n'importe lequel des deux autochtones la question suivante : « Si je demande à votre collègue la route de Paris, quelle sera sa réponse ? ». La route de Paris sera toujours le contraire de celle indiquée. Pour

le jeu-concours de ce mois-ci, compliquons légèrement le casse-tête en ajoutant un troisième autochtone fantasque qui selon son humeur ment ou dit la vérité. Quel est le nombre minimum de questions que devra poser le voyageur aux autochtones et quelles sont ces questions pour connaître avec certitude la route de Paris.

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à *Pour la Science*, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois d'octobre 1997, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°38

Un nombre important de lecteurs ont su répondre au « Petit puzzle pour les vacances ». Qu'ils soient remerciés de leurs bons neuf mouvements et qu'ils veuillent nous pardonner d'avoir interverti les couleurs des structures rouge et bleue.



ERRATUM

De nombreux lecteurs m'ont fait remarquer, à juste titre, que la solution « à la physicien » du jeu-concours n° 36 était fautive. En effet, si l'on suspend un triangle (ou toute autre figure plane) par un fil en un point, la direction du fil passera bien par le centre de gravité du triangle, mais les deux surfaces ainsi délimitées ne seront pas égales, car l'équilibre est obtenu quand les moments des deux poids de chaque partie du triangle par rapport au point d'attache sont égaux. On a l'égalité des masses (aires) que si les distances des centres de gravité de chaque partie à la direction du fil sont égales, ce qui, en général, n'est pas le cas.