

Qu'est-ce que la science? Quelle importance?

Conférence prononcée le 23 mai 2013
à l'École Normale Supérieure, Paris

Alan Sokal

*Department of Physics
New York University*

and

*Department of Mathematics
University College London*

E-mail: SOKAL@NYU.EDU

Je me propose de partager avec vous cet après-midi quelques réflexions générales à propos de la nature de l'investigation scientifique et à propos de son importance pour la vie publique. A un niveau superficiel on pourrait dire que j'aborderai quelques aspects de la relation entre science et société; mais comme vous le verrez bientôt, mon but réel est de discuter l'importance, non pas de la *science* en tant que telle, mais plutôt de ce qu'on pourrait appeler la *vision scientifique du monde*¹: une notion qui va bien au-delà de la physique, la chimie, la biologie et cetera. En bref, je vais insister sur l'importance de la pensée claire et du respect des preuves empiriques — et surtout des preuves qui *contredisent* nos préconceptions.

[Laissez-moi dire entre parenthèses qu'une grande partie de mon exposé cet après-midi s'articulera autour d'une notion pour laquelle il n'existe aucun mot satisfaisant en français, ni dans les autres langues latines: c'est ce qu'on désigne en anglais par le mot *evidence* — c'est-à-dire, tous les éléments, tous les indices, toutes les données empiriques qui font raisonnablement croire qu'une certaine théorie est plus probable ou moins probable qu'une autre. Par commodité j'utiliserai souvent le mot *preuve*, mais il faut toujours se rappeler qu'il s'agit là de preuves dans le sens juridique, pas dans le sens mathématique — car dans la science empirique on n'a affaire qu'aux probabilités, jamais aux certitudes.]

Bien sûr, vous pourriez penser que plaider pour la pensée claire et pour le respect des preuves est un peu comme plaider pour ce que les Américains appellent “Motherhood and Apple Pie” — c'est-à-dire, des principes évidents que personne ne contesterait — et en un sens vous auriez raison. Guère personne ne défendrait *ouvertement* la pensée confuse ou le fait de ne pas respecter les preuves. Plutôt, ce qu'on fait c'est d'entourer ces pratiques d'un brouillard de verbiage visant à cacher à ses auditeurs — et le plus souvent, j'imaginerais, aussi à soi-même — les véritables implications de son mode de pensée. George Orwell avait raison lorsqu'il a fait remarquer que le principal avantage qu'il y a à parler et écrire clairement c'est que “quand vous faites une remarque stupide, sa stupidité sera évidente, même à vous-même”.² J'espère donc être aussi clair cet après-midi qu'Orwell l'aurait souhaité. Et je propose d'illustrer le manque de respect envers les preuves par une série d'exemples, venant de la Gauche et de la Droite et du Centre. Je commencerai par des exemples sans grande conséquence sociale, et je finirai par des exemples en ayant au contraire beaucoup. J'ai l'intention de démontrer que prendre au sérieux une vision du monde fondée sur les preuves a des implications bien plus radicales qu'on ne le pense.

Permettez-moi donc de commencer en soulignant, peut-être de façon un peu pédantique, quelques distinctions importantes.

Le mot *science*, tel qu'il est couramment utilisé, a au moins quatre significations différentes: il désigne une démarche intellectuelle visant à une compréhension rationnelle du monde naturel et social; il désigne un corpus de connaissances actuellement acceptées; il désigne la communauté des scientifiques, avec ses mœurs et sa structure sociale et économique; et, finalement, il désigne la science appliquée et la technologie. Dans cette conférence je me concentrerai sur les premiers deux aspects, avec quelques références secondaires à la sociologie de la communauté scientifique; je n'aborderai pas du tout la technologie. Donc par la *science* j'entends, tout d'abord, une vision du monde qui

accorde la primauté à la raison et à l'observation, et une méthodologie visant à acquérir des connaissances fiables et précises du monde naturel et social. Cette méthodologie est caractérisée, avant tout, par *l'esprit critique*: à savoir, l'engagement à mettre toutes nos assertions à des tests probants à travers les observations et/ou les expériences, et à réviser ou rejeter toutes les théories qui échouent à ces tests.³ Un corollaire de l'esprit critique c'est le *faillibilisme*: c'est-à-dire, la reconnaissance que toutes nos connaissances empiriques sont des essais incomplets et ouverts à la révision lorsque se présentent de nouvelles preuves ou de nouveaux arguments plus convaincants (bien qu'il est peu probable que les aspects les mieux établis de la connaissance scientifique soient entièrement rejetés).

Il est important d'observer que les théories bien testées dans les sciences mûres sont en général soutenues par un puissant réseau de preuves provenant de sources très diverses. En outre, les progrès de la science tendent à relier ces théories dans un cadre unifié, de sorte que (par exemple) la biologie doit être compatible avec la chimie, et la chimie avec la physique. La philosophe Susan Haack a proposé une analogie fructueuse entre la science et le problème de faire un mot croisé, alors que toute modification d'un mot entraînera des modifications dans les mots qui le croisent; dans la plupart des cas, les modifications requises seront assez locales, mais dans certains cas il peut s'avérer nécessaire de retravailler de grandes régions du puzzle.⁴

Je souligne que mon utilisation du terme "science" ne se limite pas aux seules sciences de la nature; elle comprend toutes les démarches visant à acquérir des connaissances fiables à propos de questions factuelles, quel que soit le sujet, en utilisant des méthodes empiriques et rationnelles analogues à celles qui sont employées dans les sciences de la nature. (Je tiens à souligner la limitation aux questions de fait. J'exclus délibérément de ma discussion les questions d'éthique, d'esthétique, de buts ultimes, et ainsi de suite.) Ainsi, la "science" (telle que j'utilise le terme⁵) est pratiquée couramment non seulement par les physiciens, les chimistes et les biologistes, mais aussi par les historiens, les détectives, les plombiers et en fait par tous les êtres humains dans (certains aspects de) leurs vies quotidiennes.⁶ (Bien entendu, le fait que nous pratiquons tous la science de temps en temps ne signifie pas forcément que nous la pratiquons tous aussi bien les uns que les autres, ou que nous la pratiquons aussi bien dans tous les domaines de notre vie.)

Les réussites extraordinaires des sciences de la nature ces 400 dernières années en fournissant une compréhension du monde, allant des quarks aux quasars, sont bien connues de chaque citoyen moderne: la science constitue une méthode faillible mais extrêmement puissante pour obtenir des connaissances objectives (bien que approximatives et incomplètes) du monde naturel et (dans une moindre mesure) du monde social.

Mais, étonnamment, tout le monde n'accepte pas cela; et ici je viens à mon premier — et plus léger — exemple d'adversaires de la vision scientifique du monde, à savoir les postmodernes universitaires et les constructivistes sociaux extrêmes. Ces gens affirment que les prétendues connaissances scientifiques ne constituent en fait *pas* des connaissances objectives d'une réalité extérieure à nous-mêmes, mais qu'elles sont plutôt une simple construction sociale, sur un pied d'égalité avec les mythes et les religions, qui peuvent donc prétendre à la même validité. Si un tel point de vue semble telle-

ment invraisemblable que vous vous demandez si j’ai quelque peu exagéré, considérez les affirmations suivantes faites par d’éminents sociologues:

[L]a validité des propositions théoriques dans les sciences n’est aucunement affectée par des preuves factuelles. (Kenneth Gergen)⁷

Le monde naturel a un rôle mineur ou inexistant dans la construction de la connaissance scientifique. (Harry Collins)⁸

Pour le relativiste [comme nous] il n’y a aucun sens attaché à l’idée selon laquelle certaines normes ou croyances sont vraiment rationnelles par opposition à seulement localement acceptées comme telles. (Barry Barnes and David Bloor)⁹

Etant donné que le règlement d’une controverse est *la cause* de la représentation de la nature et non sa conséquence, *on ne doit jamais avoir recours à l’issue finale — la nature — pour expliquer pourquoi et comment une controverse a été réglée.* (Bruno Latour)¹⁰

Beaucoup de citations similaires pourraient être données, mais je n’y insisterai pas car les arguments contre le relativisme postmoderne sont assez bien connus.¹¹ Qu’il suffise de dire que les écrits postmodernes confondent systématiquement la vérité avec les affirmations *prétendant* à la vérité, les faits avec les *assertions* de fait, et les connaissances avec les *prétentions* à la connaissance — et parfois ils vont jusqu’à nier que ces distinctions ont même un sens.

Or, il est intéressant de noter que les écrits postmodernes que je viens de citer datent tous des années 80 ou début 90. En fait, au cours de la dernière décennie, les postmodernes universitaires et les constructivistes sociaux semblent avoir fait marche arrière par rapport aux idées les plus extrêmes qu’ils préconisaient précédemment. Peut-être puis-je, parmi d’autres critiques du postmodernisme, recevoir un tout petit peu de crédit pour cela, grâce au débat public qui a permis une critique rigoureuse de ces points de vue et a forcé certaines retraites stratégiques. Mais à mon avis la plupart du crédit doit être attribuée à George W. Bush et ses amis, qui ont montré là où les attaques à la science peuvent conduire dans le monde réel. Aujourd’hui, même le sociologue des sciences Bruno Latour, qui a passé plusieurs décennies à souligner la prétendue “construction sociale des faits scientifiques”¹², déplore désormais les munitions qu’il craint d’avoir donné à la droite américaine, en les aidant à nier ou à occulter le consensus scientifique sur le changement climatique mondial, l’évolution biologique et un tas d’autres questions.¹³

Permettez-moi maintenant de passer à une deuxième série d’adversaires de la vision scientifique du monde, à savoir les partisans des pseudosciences.¹⁴ Il s’agit là bien sûr d’une matière énorme, donc je me concentrerai sur un aspect restreint de cette question qui semble avoir une certaine importance sociale, à savoir ce qu’on appelle les “thérapies complémentaires et alternatives” en médecine. Et dans ce cadre, je propose de regarder

un peu dans le détail l'une des thérapies alternatives les plus utilisées, au moins en France, à savoir l'homéopathie — qui constitue un cas intéressant car ses défenseurs prétendent parfois qu'il *existe* des preuves, provenant des méta-analyses des essais cliniques, que l'homéopathie fonctionne réellement.

Or, un principe de base dans toute la science est GIGO: “garbage in, garbage out”. Ce principe est particulièrement important dans les méta-analyses statistiques: car si vous avez un tas d'études de basse qualité méthodologique, chacune basée sur de petits échantillons, et que vous les soumettez ensuite à une méta-analyse, ce qui peut arriver, c'est que les biais systématiques dans chaque étude — s'ils pointent principalement dans la même direction — peuvent atteindre une signification statistique lorsque les études sont regroupées. Et cette possibilité est particulièrement pertinente en l'espèce, car les méta-analyses de l'homéopathie trouvent invariablement une corrélation inverse entre la qualité méthodologique de l'étude et l'efficacité observée de l'homéopathie: c'est-à-dire, les études les moins soignées trouvent les meilleures “preuves” en faveur de l'homéopathie.¹⁵ Lorsque l'on se limite aux seules études de haute qualité méthodologique — à savoir, celles qui sont randomisées et en double aveugle, qui utilisent des critères d'évaluation prédéfinis, et cetera — les méta-analyses ne trouvent aucun effet statistiquement significatif (que ce soit positif ou négatif) de l'homéopathie par rapport au placebo.¹⁶

Mais le manque de preuves statistiques convaincantes de l'efficacité de l'homéopathie n'est *pas*, en fait, la principale raison pour laquelle moi et d'autres scientifiques sommes sceptiques (pour dire le moins) à propos de l'homéopathie; et il vaut la peine de prendre quelques instants pour expliquer cette raison principale car elle fournit une perspective importante sur la nature unifiée de la science.

La plupart des gens — peut-être même la plupart des utilisateurs des médicaments homéopathiques — ne comprennent pas clairement ce qu'est l'homéopathie. Ils la considèrent probablement comme une espèce de plantes médicinales. Or les plantes contiennent une grande variété de substances, dont certaines peuvent être biologiquement actives (avec des conséquences bénéfiques ou néfastes, comme Socrate l'a appris). Mais les remèdes homéopathiques, en revanche, sont de l'eau pure accompagnée d'amidon; l'ingrédient actif présumé est tellement dilué que dans la plupart des cas *pas une seule molécule* ne reste dans le produit final.

Et donc, la raison fondamentale pour rejeter l'homéopathie c'est qu'il n'y a aucun mécanisme plausible par lequel l'homéopathie pourrait fonctionner, à moins que l'on ne rejette tout ce que nous avons appris au cours des 200 dernières années au sujet de la physique et la chimie: à savoir que la matière est faite d'atomes, et que les propriétés de la matière — y compris ses effets chimiques et biologiques — dépendent de sa structure atomique. Il n'y a tout simplement aucun moyen par lequel un “ingrédient” *absent* puisse avoir un effet thérapeutique. Les essais cliniques de haute qualité ne trouvent aucune différence entre l'homéopathie et le placebo car les remèdes homéopathiques *sont* des placebos.¹⁷

[Il convient aussi de noter que les “différents” remèdes homéopathiques sont le *même* placebo. Une démonstration amusante de ceci s'est produite en France en 2007, lorsqu'on a découvert que l'un des principaux producteurs des produits homéopathiques, les

Laboratoires Boiron, avait accidentellement interchangé les étiquettes sur des bouteilles de *Gingko biloba* et *Equisetum arvense*. Apparemment, aucun des milliers d’usagers n’a rien remarqué d’inhabituel au cours des cinq mois de cet essai involontaire en double aveugle.]

Or, les partisans de l’homéopathie répondent parfois à cet argument fondé sur la physique atomique en affirmant que l’effet curatif des remèdes homéopathiques découle d’une “mémoire” de l’ingrédient actif disparu qui est en quelque sorte retenue par l’eau dans laquelle cet ingrédient a été dissout (et puis par l’amidon lorsque l’eau est évaporée!). Mais le problème, encore une fois, n’est pas simplement l’absence de preuves expérimentales fiables d’une telle “mémoire de l’eau”. Le problème est plutôt que l’existence d’un tel phénomène entrerait en contradiction avec la science bien testée, en l’espèce la mécanique statistique des fluides. Les molécules d’un liquide se heurtent constamment les unes aux autres — c’est ce que les physiciens appellent les fluctuations thermiques — de sorte qu’ils perdent rapidement toute “mémoire” de leur configuration passée. (Et quand je dis “rapidement”, je parle de picosecondes, pas de mois.)

En bref, tous les millions d’expériences confirmant la physique et la chimie modernes constituent également des preuves puissantes *contre* l’homéopathie. Pour cette raison, la faille dans la justification de l’homéopathie n’est pas simplement l’absence de données statistiques montrant l’efficacité des remèdes homéopathiques par rapport au placebo au niveau de confiance de 95% ou 99%. Même un essai clinique au niveau de confiance de 99,99% ne pourrait jamais entrer en concurrence avec l’ensemble de preuves en faveur de la physique et la chimie modernes. Tout simplement, les affirmations extraordinaires exigent des preuves extraordinaires. (Et dans le cas peu probable qu’il y aura un jour de telles preuves convaincantes, la personne qui les fournit gagnera assurément un triple prix Nobel en physique, chimie et biologie — en l’emportant sur Marie Curie, qui n’en a remporté que deux.)

Malgré l’absolue invraisemblance scientifique de l’homéopathie, les produits homéopathiques bénéficient dans l’Union Européenne d’un traitement de deux poids, deux mesures: ils peuvent être commercialisés *comme s’ils* étaient de véritables médicaments mais *sans que* le fabricant ait fourni les preuves d’efficacité qui sont exigées de tous les autres médicaments. Je cite la Directive 2001/83/EC du 6 novembre 2001, article 14, paragraphes 2 et 3:

Les critères et règles de procédure prévus par l’article 4, paragraphe 4 [...] sont applicables par analogie à la procédure d’enregistrement simplifiée spéciale des médicaments homéopathiques, à l’exception de la preuve de l’effet thérapeutique.

La preuve de l’effet thérapeutique n’est pas requise pour les médicaments homéopathiques
...¹⁸

Permettez-moi maintenant d’en venir à un troisième et encore plus dangereux ensemble d’adversaires de la vision du monde fondée sur les preuves, à savoir les partisans de la religion.

Avant d'analyser la religion il convient de faire quelques distinctions. Tout d'abord, les doctrines religieuses contiennent généralement deux composantes: une partie factuelle, constituée par une série d'affirmations à propos de l'univers et de son histoire; et une partie éthique, constituée par un ensemble de prescriptions sur la façon de vivre. En outre, toutes les religions font, au moins implicitement, des affirmations épistémologiques concernant les méthodes par lesquelles les êtres humains peuvent acquérir des connaissances plus ou moins fiables à propos des questions factuelles ou éthiques. Ces trois aspects de chaque religion doivent évidemment être évalués séparément.

Par ailleurs, lorsqu'on discute un ensemble d'idées — soient-elles religieuses ou non — il faut distinguer soigneusement entre la valeur intellectuelle intrinsèque de ces idées, le rôle objectif qu'elles jouent dans le monde, et les raisons subjectives pour lesquelles différentes personnes les défendent ou les attaquent.

(Hélas, beaucoup de discussions sur la religion ne parviennent pas à faire ces distinctions élémentaires: par exemple, elles confondent la valeur intrinsèque d'une idée avec les effets bénéfiques ou néfastes qu'elle peut avoir dans le monde.)

Ici je me limiterai à la question la plus fondamentale, à savoir, les mérites intrinsèques des doctrines factuelles de chaque religion. Et plus spécifiquement, je me concentrerai sur la question épistémologique, c'est-à-dire, la relation entre croyance et preuve. Après tout, ceux qui croient dans les doctrines factuelles de leur religion le font sans doute pour ce qu'ils considèrent comme de bonnes raisons. Il est donc naturel de se demander: Quelles sont ces prétendues bonnes raisons? Autrement dit, quelle est l'épistémologie implicite ou explicite qui sous-tend la vision religieuse du monde?

Chaque religion avance des centaines d'affirmations prétendument factuelles sur des sujets qui vont de la création de l'univers à l'au-delà. Mais pour quelles raisons les croyants peuvent-ils penser de savoir que ces affirmations sont *vraies*? Les raisons qu'ils offrent sont diverses, mais pour la plupart des croyants la justification ultime est simple: nous croyons ce que nous croyons *parce que nos Écritures saintes le disent*. Mais alors, comment savoir que nos Écritures saintes sont factuellement exactes? Et la réponse explicite ou implicite est: *Parce que les Écritures elles-mêmes le disent*.¹⁹ Bien sûr, les théologiens sont experts dans le tissage de toiles élaborées de verbiage pour éviter de dire les choses si ouvertement que ça, mais ce petit bijou de raisonnement circulaire est réellement la base épistémologique sur laquelle toute la "foi" est fondée. Dans les paroles du Pape Jean-Paul II: "Le Dieu qui se fait connaître dans l'autorité de sa transcendance absolue apporte aussi des motifs pour la crédibilité de ce qu'il révèle."²⁰ Il va sans dire que cela soulève la question de savoir si les textes en question ont vraiment été rédigés ou inspirés par Dieu, et sur la base de quelles preuves on le sait. La "foi" n'est pas en réalité un rejet de la raison, mais tout simplement une acceptation paresseuse de mauvaises raisons. La "foi" n'est autre que la pseudo-justification que certaines personnes donnent lorsqu'ils veulent faire des affirmations factuelles *sans* les preuves nécessaires.

Mais bien sûr nous n'appliquons jamais ces critères laxistes aux affirmations formulées dans les écritures saintes des *autres* religions: les croyants sont aussi rationnels que les non-croyants lorsqu'il s'agit des religions autres que la leur. Seule notre propre religion, quelle qu'elle soit, semble mériter une dispense spéciale des normes générales de preuve.

Et c'est ici, à mon avis, le nœud du conflit entre la religion et la science. Le principal

problème n'est pas le rejet religieux de théories scientifiques spécifiques (que ce soit l'héliocentrisme au 17ème siècle ou la biologie évolutive aujourd'hui); au fil du temps la plupart des religions trouvent un moyen de faire la paix avec la science bien établie. Plutôt, les démarches scientifique et religieuse entrent en conflit sur une question bien plus fondamentale: à savoir, ce qui constitue une *preuve*.

La science s'appuie sur l'expérience sensorielle publiquement reproductible (c'est-à-dire, les observations et les expériences) associée à la réflexion rationnelle sur ces données empiriques. Les croyants reconnaissent la validité de cette méthode mais prétendent être en possession de méthodes *supplémentaires* pour obtenir des informations fiables sur les questions factuelles — des méthodes qui vont au-delà de la simple évaluation des preuves empiriques — telles que l'intuition, la révélation ou la lecture de textes sacrés. Mais le problème est le suivant: Quelles bonnes raisons avons-nous de croire que de telles méthodes *fonctionnent*, dans le sens de nous orienter systématiquement (même si pas inévitablement) vers des croyances vraies plutôt que vers des croyances fausses?²¹ Au moins dans les domaines où nous avons pu tester ces méthodes — par exemple, l'astronomie, la géologie et l'histoire — elles ne se sont pas révélées terriblement fiables. Pourquoi devrions-nous nous attendre à ce qu'elles fonctionnent mieux lorsque nous les appliquons à des problèmes encore plus difficiles, tels que la nature fondamentale de l'univers?

Last but not least, ces méthodes non-empiriques souffrent d'un problème logique insurmontable: Que devrions-nous faire lorsque les intuitions ou les révélations de différentes personnes entrent en conflit? Comment pouvons-nous savoir *lesquels* des nombreux textes prétendument sacrés le sont vraiment?

Dans tous ces exemples j'ai pris soin de distinguer clairement entre les questions *factuelles* et les questions *éthiques* ou *esthétiques*, parce que leurs enjeux épistémologiques sont si différents. Et j'ai limité ma discussion presque entièrement aux questions factuelles, tout simplement à cause des limites de ma propre compétence.

Mais si je suis préoccupé par la relation entre les croyances et les preuves, ce n'est pas uniquement pour des raisons intellectuelles. Au contraire, insister pour que le débat public soit fondé sur les meilleures preuves disponibles est avant tout une préoccupation d'ordre *éthique*.

Pour illustrer le lien que j'envisage entre épistémologie et éthique, permettez-moi de commencer par un exemple fantaisiste: Supposons que le dirigeant d'un pays militairement puissant croit, sincèrement mais à tort, sur la base de "renseignements" erronés, qu'un petit pays possède des armes de destruction massive; et supposons en outre qu'il lance sur cette base une guerre préventive, qui tue des dizaines de milliers de civils innocents en tant que "dommages collatéraux". Ne devrions-nous pas dire que lui et ses partisans sont *éthiquement* coupables à cause de leur négligence épistémique?

Je tiens à souligner que cet exemple est entièrement fantaisiste. L'écrasante prépondérance des preuves actuellement disponibles suggère que les administrations Bush et Blair ont décidé *d'abord* de renverser Saddam Hussein, et *puis* ont cherché un prétexte publiquement présentable, en utilisant des "renseignements" douteux ou même falsifiés,

pour “justifier” ce prétexte et tromper le Congrès, le Parlement et le public afin qu’ils soutiennent cette guerre.²²

Et cela m’amène au dernier et plus dangereux exemple d’adversaires de la vision du monde fondée sur les preuves: à savoir, les propagandistes et les façonneurs d’image, ainsi que les hommes politiques et les entreprises qui les emploient — en bref, tous ceux dont le but n’est pas d’analyser honnêtement les arguments pour et contre une politique donnée, mais est tout simplement de manipuler l’opinion publique afin qu’elle parvienne à une conclusion prédéterminée, et cela par n’importe quel procédé qui marche, si malhonnête ou frauduleux soit-il.

Il ne s’agit donc plus de la simple pensée confuse: il s’agit de la fraude.

Je n’insisterai pas ici sur les détails de cette fraude anglo-américaine car vous les connaissez sûrement déjà et vous pouvez sans doute proposer des exemples analogues de plus près de chez vous. En effet, nous savons parfaitement que nos hommes politiques (ou du moins certains d’entre eux) nous mentent; nous prenons cela pour acquis; nous y sommes insensibles. Et c’est peut-être précisément là le nœud du problème. Les mensonges politiques sont devenus une telle banalité, et nous tellement cyniques, que nous avons perdu notre capacité à nous indigner comme il faut. Nous avons perdu notre capacité à appeler un chat un chat, un mensonge un mensonge, une fraude une fraude. Au lieu de cela, nous l’appelons “les relations publiques”.

Nous venons maintenant de parcourir un long chemin depuis “la science”, au moins si vous entendez “science” au sens étroit de la physique, la chimie, la biologie et cetera. Mais le problème vient justement du fait que toute définition étroite de la “science” est malavisée. Nous vivons dans un monde réel unique; les divisions utilisées dans nos universités pour la commodité administrative ne correspondent pas en fait à des frontières philosophiques naturelles. Il n’y a aucune justification pour utiliser un certain ensemble de critères de preuve en physique, chimie et biologie et puis soudain de relaxer les critères lorsqu’il s’agit de la médecine, la religion ou la politique. Et si dire cela vous semble peut-être l’impérialisme d’un scientifique, je tiens à souligner que c’est exactement le contraire. Comme l’observe lucidement la philosophe Susan Haack,

Nos critères pour l’évaluation de la qualité des enquêtes et de la solidité des preuves ne sont pas internes à la science. Pour juger quand la science a réussi et quand elle a échoué, dans quels domaines et à quels moments elle a fait mieux ou a fait pire, nous faisons appel aux critères *généraux* par lesquels nous jugeons la solidité des croyances empiriques et la rigueur des enquêtes empiriques.²³

Au fond, la science n’est pas qu’un sac de trucs astucieux qui se révèlent être utiles pour résoudre certaines questions ésotériques à propos des mondes inanimés et biologiques. Tout au contraire, les sciences de la nature ne sont ni plus ni moins qu’une application particulière, bien qu’exceptionnellement réussie, d’une vision rationaliste plus générale, centrée sur l’insistance modeste que les affirmations empiriques doivent être étayées par des preuves empiriques.

Inversement, les leçons philosophiques tirées de quatre siècles de travail en sciences naturelles peuvent être d'une valeur réelle — si elles sont bien comprises — dans d'autres domaines de la vie humaine. Bien sûr, je ne prétends pas que les historiens ou les décideurs politiques doivent utiliser exactement les mêmes méthodes que les physiciens — ce serait absurde. Mais les biologistes non plus n'utilisent pas exactement les mêmes méthodes que les physiciens; ni, d'ailleurs, les biochimistes utilisent les mêmes méthodes que les écologistes, ou les physiciens de la matière condensée les mêmes que les physiciens des particules élémentaires. Les modalités détaillées d'enquête doivent bien sûr être adaptées à l'objet qu'on étudie. Cependant, ce qui reste inchangé dans tous les domaines de la vie c'est la philosophie sous-jacente: à savoir, de contraindre nos théories aussi fortement que possible par les données empiriques, et de modifier ou de rejeter les théories qui échouent à ces tests. C'est cela ce que j'entend par la vision scientifique du monde.²⁴

C'est à cause de cette leçon philosophique générale, beaucoup plus qu'en vertu de découvertes spécifiques, que les sciences de la nature ont eu un effet tellement profond sur la culture humaine depuis l'époque de Galilée et de Francis Bacon. Le côté affirmatif de la science, composé de ses théories bien vérifiées sur le monde physique et biologique, est peut-être la première chose qui vient à l'esprit quand les gens pensent à "la science"; mais c'est le côté critique et sceptique de la science qui est le plus profond et le plus intellectuellement subversif. La vision scientifique du monde entre inévitablement en conflit avec tous les modes de pensée non-scientifiques qui font des affirmations prétendument factuelles sur le monde. Et comment pourrait-il en être autrement? Après tout, les scientifiques soumettent sans cesse leurs théories à l'examen approfondi, à la fois théorique et empirique, de leurs collègues. Sur quelles bases pourrait-on rejeter la chimie phlogistique, la fixité des espèces, ou la théorie corpusculaire de la lumière de Newton — sans parler des milliers d'autres théories scientifiques plausibles mais fausses — et pourtant accepter l'astrologie, l'homéopathie ou l'imaculée conception?

La poussée critique de la science s'étend même au-delà du domaine des faits, pour influencer l'éthique et la politique. Bien entendu, j'accepte pleinement la distinction entre faits et valeurs, et je suis d'accord que logiquement on ne peut pas déduire l'un de l'autre.²⁵ Mais historiquement — à partir des 17^{ème} et 18^{ème} siècles en Europe et puis s'étendant progressivement à plus ou moins le monde entier — le scepticisme scientifique a joué le rôle d'un acide intellectuelle, qui a dissout lentement les croyances irrationnelles qui légitimaient l'ordre social établi et ses autorités supposées, qu'il s'agisse de la prêtrise, la monarchie, l'aristocratie, ou et des races et des classes sociales prétendument supérieures.²⁶ Quatre cents ans plus tard, il semble malheureusement évident — comme j'ai essayé de le démontrer aujourd'hui — que cette transition révolutionnaire d'une vision dogmatique du monde à une vision fondée sur des preuves, commencée par les grands penseurs du siècle des Lumières, est très loin d'être complète.

Je remercie Sophie Roux d'avoir réparé les blessures que j'ai infligées à la langue française dans mon premier brouillon.

Notes

1. Dans la discussion après la conférence il est devenu clair que ce terme a entraîné pas mal de malentendus, malgré mon effort de clarifier (voir plus bas) ce que j’entends par le mot *science* et, par extension, par le mot *scientifique*. Pour éviter ces malentendus, j’aurais peut-être dû utiliser partout une expression comme *vision du monde fondée sur les preuves*.
2. Orwell (1953 [1946], p. 171).
3. See Bricmont (2005) for an illuminating discussion of the critical/skeptical aspect of science.
4. Haack (1993, 1998, 2003).
5. Si en revanche vous préférez restreindre le terme “science” aux seules sciences de la nature, il suffit de remplacer le mot “science” partout dans mon texte par la phrase “démarche visant à acquérir des connaissances fiables à propos de questions factuelles en utilisant des méthodes empiriques et rationnelles analogues à celles qui sont employées dans les sciences de la nature”.
6. The allusion to historians and detectives was employed previously by Haack (1993, p. 137): “there is no reason to think that [science] is in possession of a special method of inquiry unavailable to historians, detectives, and the rest of us”. See also Haack (1998, pp. 96–97; 2003, pp. 18, 24, 95, 102 and *passim*).
7. Gergen (1988, p. 37).
8. Collins (1981, p. 3). Two qualifications need to be made: First, this statement is offered as part of Collins’ introduction to a set of studies (edited by him) employing the relativist approach, and constitutes his summary of that approach; he does not *explicitly* endorse this view, though an endorsement seems implied by the context. Second, while Collins appears to intend this assertion as an empirical claim about the history of science, it is possible that he intends it neither as an empirical claim nor as a normative principle of epistemology, but rather as a methodological injunction to sociologists of science: namely, to act *as if* “the natural world ha[d] a small or non-existent role in the construction of scientific knowledge”, or in other words to *ignore* (“bracket”) whatever role the natural world may in fact play in the construction of scientific knowledge. I have argued elsewhere (Bricmont and Sokal 2001, 2004) that this approach is seriously deficient *as methodology* for sociologists of science.
9. Barnes and Bloor (1981, p. 27), clarification added by me.
10. Latour (1987, pp. 99, 258), emphasis in the original. See Sokal and Bricmont (1998, chapter 4) for a detailed analysis of this claim and its various possible meanings.
11. See e.g. Brown (2001).
12. C’est le sous-titre de Latour et Woolgar (1979).

13. Latour (2004). See Mooney (2005) for an extensively documented account of the assault on science being carried out by Republican politicians on behalf of an unholy (and uneasy) alliance of big corporations seeking to escape environmental and safety regulations and religious fundamentalists seeking to impose their dogmas on education and health policy.
14. Voir aussi Sokal (2006) pour une exploration préliminaire du lien curieux entre pseudo-science et postmodernisme.
15. Kleijnen *et al.* (1991), Linde *et al.* (1997, 1999), Linde and Melchart (1998), Cucherat *et al.* (2000), Shang *et al.* (2005). See also Ernst (2002) for a useful review of meta-analyses of homeopathy. In fairness, it should be pointed out that the inverse correlation between methodological quality and observed treatment efficacy holds also in conventional medicine: see e.g. Schulz *et al.* (1995), Khan *et al.* (1996), Moher *et al.* (1998), Shang *et al.* (2005), and Poolman *et al.* (2007). The difference is that, in at least some cases of conventional medicine, analyses restricted to high-quality studies can show an indisputably significant treatment effect. For a lucid explanation of the importance of allocation concealment and double-blinding — and the distinction between the two — see Schulz (2000).
16. There was one apparent exception: a 1997 meta-analysis of homeopathy published in the *Lancet* (Linde *et al.* 1997), which is frequently cited by advocates of homeopathy because it found positive effects that were statistically significant at the 95% confidence level even when restricting attention to the 26 studies (out of 119) that met the authors' criteria for "high quality". However, a subsequent reanalysis of the same data by the same group (Linde *et al.* 1999), paying greater attention to the effects of study quality, found "clear evidence that in the study set investigated more rigorous trials tended to yield smaller effects" (p. 634), with the five highest-quality studies showing an effect that is no longer statistically significant at the 95% confidence level (Table 2: odds ratio 1.55 for homeopathy over placebo, with the 95% confidence interval running from 0.77 to 3.10). The authors conclude that

The most plausible explanation of this finding is bias. . . . The evidence of bias weakens the findings of our original meta-analysis. . . . It seems, therefore, likely that our meta-analysis at least overestimated the effects of homeopathic treatments. (pp. 634–635)

Furthermore, in response to a letter-writer who suggested "an analysis restricted to good-quality studies . . . with a clear predefined main endpoint" (Seed 1998), the authors admitted that "there are insufficient studies to conduct a useful analysis of only high-quality investigations with predefined outcome measures" (Linde and Jonas 1998, p. 367) — which suggests that the small residual effect in the "highest-quality" studies might itself be a result of bias. See also Ernst (2002).

17. Moreover, "different" homeopathic remedies — for instance, *nux vomica* and *excrementum caninum* — are the *same* placebo. This was inadvertently admitted by Kate Chatfield of the (British) Society of Homeopaths in testimony before the House of Lords Select Committee on Science and Technology (21 February 2007):

Q538 Lord Broers: I have a simple, technical question about homeopathy and drugs. Is it possible to distinguish between homeopathic drugs after they have been diluted? Is there any means of distinguishing one from the other?

Ms Chatfield: Only by the label.

(U.K. House of Lords 2007)

18. In the United Kingdom, by contrast, homeopathic products do not receive any overt exemption from the requirement of efficacy; rather (and even more scandalously in my opinion), the word “efficacy” is given — for homeopathic products only — a special *redefinition* that allows those products to be declared “efficacious” even if they completely lack efficacy in the ordinary sense of the word. If you don’t believe me, go read U.K. Secretary of State for Health (2006) and U.K. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency (2006) and see for yourself.
19. This important point was made by Harris (2004, p. 35).
20. Jean-Paul II (1998, paragraphe 13).
21. Of course, the same question can and should be posed about scientific methods, but in this case there is a strong answer: the fact that we are able to make accurate predictions of the results of experiments that have *never yet been performed* — sometimes to extraordinary accuracy — strongly suggests that our scientific theories must be correctly capturing *at least something* about the world. [See Sokal (2008, Chapter 7) for further details of this argument.] If “direct experience” of “spiritual reality” has some equally compelling argument in favor of its reliability, I would very much like to hear it.
22. See e.g. Prados (2004), Miller (2006, chapter I) or Rich (2006) for extensive documentation. As the 23 July 2002 Downing Street Memo candidly put it (for private consumption within the Prime Minister’s inner circle), “the intelligence and facts were being fixed around the policy” (Smith 2005).
23. Haack (1998, p. 94).
24. Voir la note 1 ci-dessus.
25. Beaucoup de postmodernes rejettent la distinction entre faits et valeurs, mais je la soutiens fortement.
26. L’argument (ainsi que certaines phrases) dans les deux paragraphes précédents est plagié de Bricmont (2005, pp. 21–23 et 32–33).

Bibliography

Albert, Michael. 1992. Not all stories are equal. *Z Papers Special Issue on Postmodernism and Rationality*. Available on-line at <http://www.zmag.org/ScienceWars/index.htm>

American Law Institute. 1977. *Restatement of the Law, Second: Torts 2d*, vol. 3. As adopted and promulgated by the American Law Institute at Washington, D.C., May 19, 1976. St. Paul, Minn.: American Law Institute Publishers.

Aronowitz, Stanley. 1988. *Science as Power: Discourse and Ideology in Modern Society*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Barnes, Barry and David Bloor. 1981. Relativism, rationalism and the sociology of knowledge. In: *Rationality and Relativism*, edited by Martin Hollis and Steven Lukes, pp. 21–47. Oxford: Blackwell.

Belasco, Amy. 2007. CRS report for Congress: The cost of Iraq, Afghanistan, and other global war on terror operations since 9/11. Congressional Research Service. November 9, 2007. Available on-line at <http://www.fas.org/sgp/crs/natsec/RL33110.pdf>

Bilmes, Linda and Joseph E. Stiglitz. 2008. *The Three Trillion Dollar War: The True Cost of the Iraq Conflict*. New York: W.W. Norton.

Black, Henry Campbell. 1916. *A Treatise on the Rescission of Contracts and Cancellation of Written Instruments*, vol. 1. Kansas City, Mo.: Vernon Law Book Co.

Black, Henry Campbell. 1979. *Black's Law Dictionary: Definitions of the Terms and Phrases of American and English Jurisprudence, Ancient and Modern*, 5th ed. Edited by Joseph R. Nolan, Michael J. Connolly, and the publisher's editorial staff. St. Paul, Minn.: West Publishing Co.

Bricmont, Jean. 1999. Science et religion: l'irréductible antagonisme. In: *Où va Dieu?*, edited by Antoine Pickels and Jacques Sojcher, Revue de l'Université de Bruxelles, Éditions Complexe, pp. 247–264. [Reprinted in *Agone* **23** (2000): 131–151; and in Jean Dubessy and Guillaume Lecointre, eds., *Intrusions spiritualistes et impostures intellectuelles en sciences* (Paris: Éditions Syllepse, 2001), pp. 121–138.] Also available on-line at <http://www.dogma.lu/txt/JB-Science01.htm>

Bricmont, Jean. 2005. Préface. In: Alan Sokal, *Pseudosciences et postmodernisme: Adversaires ou compagnons de route?*, pp. 7–38. Paris: Odile Jacob.

Bricmont, Jean and Alan Sokal. 2001. Science and sociology of science: Beyond war and peace. In: *The One Culture?: A Conversation about Science*, edited by Jay Labinger and Harry Collins, pp. 27–47, 179–183 and 243–254. Chicago: University of Chicago Press. Also available on-line at <http://www.physics.nyu.edu/faculty/sokal/>

Bricmont, Jean and Alan Sokal. 2004. Reply to Gabriel Stolzenberg. *Social Studies of Science* **34**(1): 107–113. Also available on-line at <http://www.physics.nyu.edu/faculty/sokal/>

Brown, James Robert. 2001. *Who Rules in Science?: An Opinionated Guide to the Wars*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Burnham, Gilbert, Riyadh Lafta, Shannon Doocy and Les Roberts. 2006. Mortality after the 2003 invasion of Iraq: a cross-sectional cluster sample survey. *The Lancet* **368**: 1421–1428. [See also letters to the editor and authors' reply, in *The Lancet* **369**: 101–105 (2007).]

Chomsky, Noam. 1992. Rationality/science. *Z Papers Special Issue on Postmodernism and Rationality*. Available on-line at <http://www.zmag.org/ScienceWars/index.htm>

Chomsky, Noam. 1993. *Year 501: The Conquest Continues*. Boston: South End Press.

- Collins, Harry M. 1981. Stages in the empirical programme of relativism. *Social Studies of Science* **11**: 3–10.
- Cucherat, M., M.C. Haugh, M. Gooch and J.-P. Boissel, for the HMRAG group. 2000. Evidence of clinical efficacy of homeopathy: A meta-analysis of clinical trials. *European Journal of Clinical Pharmacology* **56**: 27–33.
- Dobzhansky, Theodosius. 1973. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher* **35**: 125–129.
- Ehrenreich, Barbara. 1992. For the rationality debate. *Z Papers Special Issue on Postmodernism and Rationality*. Available on-line at <http://www.zmag.org/ScienceWars/index.htm>
- Ernst, E. 2002. A systematic review of systematic reviews of homeopathy. *British Journal of Clinical Pharmacology* **54**: 577–582.
- Gergen, Kenneth J. 1988. Feminist critique of science and the challenge of social epistemology. In: *Feminist Thought and the Structure of Knowledge*, edited by Mary McCanney Gergen, pp. 27–48. New York: New York University Press.
- Gould, Stephen Jay. 1999. *Rocks of Ages: Science and Religion in the Fullness of Life*. New York: Ballantine.
- Haack, Susan. 1993. *Evidence and Inquiry: Towards Reconstruction in Epistemology*. Oxford: Blackwell.
- Haack, Susan. 1998. *Manifesto of a Passionate Moderate: Unfashionable Essays*. Chicago: University of Chicago Press.
- Haack, Susan. 2003. *Defending Science — Within Reason: Between Scientism and Cynicism*. Amherst, N.Y.: Prometheus Books.
- Hameed, Salman. 2008. Bracing for Islamic creationism. *Science* **322**: 1637–1638 (12 December).
- Harris, Sam. 2004. *The End of Faith: Religion, Terror, and the Future of Reason*. New York: W.W. Norton.
- Hassan, Riaz. 2007. On being religious: Patterns of religious commitment in Muslim societies. *The Muslim World* **97**: 437–478.
- Hayles, N. Katherine. 1992. Gender encoding in fluid mechanics: Masculine channels and feminine flows. *Differences: A Journal of Feminist Cultural Studies* **4**(2): 16–44.
- Heuston, R.F.V. and R.A. Buckley. 1996. *Salmond and Heuston on the Law of Torts*, 21st ed. London: Sweet & Maxwell.
- Iraq Family Health Survey Study Group [Amir H. Alkhuzai *et al.*]. 2008. Violence-related mortality in Iraq from 2002 to 2006. *New England Journal of Medicine* **358**: 484–493.
- John Paul II. 1998. *Encyclical Letter Fides et Ratio of the Supreme Pontiff John Paul II to the Bishops of the Catholic Church on the Relationship between Faith and Reason*, September 14, 1998. Washington, D.C.: United States Catholic Conference. Also available on-line at http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/encyclicals/
- Khan, K.S., S. Daya and A. Jadad. 1996. The importance of quality of primary studies in producing unbiased systematic reviews. *Archives of Internal Medicine* **156**: 661–666.

- Kleijnen, Jos, Paul Knipschild and Gerben ter Riet. 1991. Clinical trials of homoeopathy. *British Medical Journal* **302**: 316–323 + correction **302**: 808.
- Latour, Bruno. 1987. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Latour, Bruno. 2004. Why has critique run out of steam? From matters of fact to matters of concern. *Critical Inquiry* **30**: 225–248.
- Latour, Bruno and Steve Woolgar. 1979. *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Leonhardt, David. 2007. What \$1.2 trillion can buy. *New York Times*, January 17.
- Levitt, Norman. 1996. Response to Freudenberg. *Technoscience: Newsletter of the Society for Social Studies of Science* **9**, no. 2 (Spring). Available on-line at <http://www.rpi.edu/dept/sts/technoscience/news/s96/s96debate.html>
- Linde, Klaus, Nicola Clausius, Gilbert Ramirez, Dieter Melchart, Florian Eitel, Larry V. Hedges and Wayne B. Jonas. 1997. Are the clinical effects of homoeopathy placebo effects? A meta-analysis of placebo-controlled trials. *The Lancet* **350**: 834–843.
- Linde, Klaus and Wayne B. Jonas. 1998. Meta-analysis of homoeopathy trials: authors' reply. *The Lancet* **351**: 367–368.
- Linde, Klaus and Dieter Melchart. 1998. Randomized controlled trials of individualized homeopathy: A state-of-the-art review. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* **4**: 371–388.
- Linde, Klaus, Michael Scholz, Gilbert Ramirez, Nicola Clausius, Dieter Melchart and Wayne B. Jonas. 1999. Impact of study quality on outcome in placebo-controlled trials of homeopathy. *Journal of Clinical Epidemiology* **52**: 631–636.
- Lindsey, Lawrence B. 2008. What the Iraq war will cost the U.S. *Fortune* (Internet edition), January 11, 2008. Available on-line at <http://money.cnn.com/2008/01/10/news/economy/costofwar.fortune/>
- McDonnell, Denis Lane and John George Monroe. 1952. *Kerr on the Law of Fraud and Mistake*, 7th ed. London: Sweet & Maxwell.
- Miller, Anita, ed. 2006. *George W. Bush Versus the U.S. Constitution*. With a foreword by Representative John Conyers, Jr. and an introduction by Ambassador Joseph C. Wilson. Chicago: Academy Chicago. [Also available on-line, under the title “The Constitution in Crisis”, at <http://www.afterdowningstreet.org/constitutionincrisis>]
- Miller, Jon D., Eugenie C. Scott and Shinji Okamoto. 2006. Public acceptance of evolution. *Science* **313**: 765–766 (11 August). See also the Supporting Online Material available at http://cdn.cloudfiles.mosso.com/c148221/Science_evolution_2006_SOM.pdf
- Moher, David, Ba’ Pham, Alison Jones, Deborah J. Cook, Alejandro R. Jadad, Michael Moher, Peter Tugwell and Terry P. Klassen. 1998. Does quality of reports of randomised trials affect estimates of intervention efficacy reported in meta-analyses? *The Lancet* **352**: 609–613.
- Mooney, Chris. 2005. *The Republican War on Science*. New York: Basic Books.
- Opinion Research Business. 2007. More than 1,000,000 Iraqis murdered. September 2007. Available on-line at http://www.opinion.co.uk/Newsroom_details.aspx?NewsId=78

Opinion Research Business. 2008. Update on Iraqi casualty data. January 2008. Available on-line at http://www.opinion.co.uk/Newsroom_details.aspx?NewsId=88

Orszag, Peter. 2007. Estimated costs of U.S. operations in Iraq and Afghanistan and of other activities related to the war on terrorism. Testimony before the Committee on the Budget, U.S. House of Representatives, October 24, 2007. Available on-line at <http://www.cbo.gov/publications/collections/collections.cfm?collect=4>

Orwell, George. 1953 [1946]. Politics and the English language, in *A Collection of Essays*, pp. 156–171. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Pickering, Andrew. 1984. *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Chicago: University of Chicago Press.

Pius XII. 1950. *Humani Generis: Encyclical of Pope Pius XII Concerning Some False Opinions Threatening to Undermine the Foundations of Catholic Doctrine*, August 12, 1950. Available on-line at http://www.vatican.va/holy_father/pius_xii/encyclicals/

Poolman, Rudolf W., Peter A.A. Struijs, Rover Krips, Inger N. Sierevelt, René K. Marti, Forough Farrokhyar and Mohit Bhandari. 2007. Reporting of outcomes in orthopaedic randomized trials: Does blinding of outcome assessors matter? *Journal of Bone and Joint Surgery (American)* **89**: 550–558.

Prados, John. 2004. *Hoodwinked: The Documents that Reveal how Bush Sold Us a War*. New York: New Press.

Prosser, William Lloyd. 1971. *Handbook of the Law of Torts*, 4th ed. St. Paul, Minn.: West Publishing Co.

Rich, Frank. 2006. *The Greatest Story Ever Sold: The Decline and Fall of Truth in Bush's America*. New York: Penguin Press.

Schulz, Kenneth F. 2000. Assessing allocation concealment and blinding in randomised controlled trials: why bother? *Evidence-Based Medicine* **5**: 36–38.

Schulz, K.F., I. Chalmers, R.J. Hayes and D.G. Altman. 1995. Empirical evidence of bias. Dimensions of methodological quality associated with estimates of treatment effects in controlled trials. *Journal of the American Medical Association* **273**: 408–412.

Seed, Paul. 1998. Meta-analysis of homoeopathy trials [letter]. *The Lancet* **351**: 365.

Shang, Aijing, Karin Huwiler-Müntener, Peter Jüni, Stephan Dörig, Jonathan A.C. Sterne, Daniel Pewsner and Matthias Egger. 2005. Are the clinical effects of homoeopathy placebo effects? Comparative study of placebo-controlled trials of homoeopathy and allopathy. *The Lancet* **366**: 726–732. [See also letters to the editor in *The Lancet* **366**: 2081–2086, along with a reply from the authors that gives information that was unfortunately omitted from the original report.]

Smith, Michael. 2005. Blair planned Iraq war from start. *The Sunday Times* [London], May 1. Available on-line at <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/article387237.ece> and <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/article387374.ece> [The complete texts of the publicly available Downing Street Memos can be found at <http://downingstreetmemo.com/>]

Sokal, Alan. 2006. Pseudoscience and postmodernism: Antagonists or fellow-travelers? In: *Archaeological Fantasies: How Pseudoarchaeology Misrepresents the Past and Misleads the*

Public, edited by Garrett G. Fagan, pp. 286–361. London–New York: Routledge. [Reprinted in Sokal 2008, Chapter 8.] Also available on-line at <http://www.physics.nyu.edu/faculty/sokal/>

Sokal, Alan. 2008. *Beyond the Hoax: Science, Philosophy and Culture*. New York: Oxford University Press.

Sokal, Alan and Jean Bricmont. 1998. *Fashionable Nonsense: Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*. New York: Picador USA. [Published in the U.K. under the title *Intellectual Impostures: Postmodern Philosophers' Abuse of Science*. London: Profile Books, 1998. Originally published in French under the title *Impostures intellectuelles*. Paris: Odile Jacob, 1997.]

Spencer Bower, George and K.R. Handley. 2000. *Actionable Misrepresentation*, 4th ed. London–Edinburgh–Dublin: Butterworths.

Toedtman, James. 2002. Bush's top economic adviser led Enron study. *Newsday*, January 17. Available on-line at <http://www.chicagotribune.com/business/showcase/sns-enron-lindsey-nyn,1,5191633.story>

U.K. House of Lords. 2007. Select Committee on Science and Technology. Minutes of Evidence. Examination of Witnesses (Questions 520-539), 21 February 2007. Available on-line at <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld200607/ldselect/ldsctech/166/7022105.htm>

U.K. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency. 2006. Explanatory Memorandum to The Medicines for Human Use (National Rules for Homoeopathic Products) Regulations 2006. 19 July 2006. Available on-line at www.senseaboutscience.org.uk/pdf/ExplanatoryMemorandumSI2006No1952.pdf

U.K. Secretary of State for Health. 2006. The Medicines for Human Use (National Rules for Homoeopathic Products) Regulations 2006. Statutory Instrument 2006 No. 1952, 19 July 2006. Came into force 1 September 2006. Available on-line at <http://www.opsi.gov.uk/SI/si2006/20061952.htm>

U.S. Food and Drug Administration. 2010. Compliance Policy Guide Section 400.400: Conditions Under Which Homeopathic Drugs May be Marketed. Available on-line at <http://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm074360.htm>

U.S. House of Representatives. 2004. Iraq on the record: The Bush Administration's public statements on Iraq. Prepared for Representative Henry A. Waxman by the Special Investigations Division of the Minority Staff of the Committee on Government Reform. Available on-line at <http://oversight.house.gov/IraqOnTheRecord/>

Wallsten, Scott and Katrina Kosec. 2005. The economic costs of the war in Iraq. Working paper 05-19 (September 2005), AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies. Available on-line at <http://www.aei-brookings.org/publications/abstract.php?pid=988>

Wigner, Eugene P. 1960. The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. *Communications in Pure and Applied Mathematics* **13**: 1–14.