

ATTENTION : CHIMIQUE !

POUR UNE AUTOCRITIQUE DE LA COMMUNICATION DE LA CHIMIE

Richard-Emmanuel EASTES est professeur agrégé de sciences physiques, chargé de mission au *Département d'études cognitives* de l'*École normale supérieure* (Paris), chercheur au *Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences* de l'*Université de Genève* (Suisse), membre de la *Commission Chimie et Société* de la *Fondation de la Maison de la Chimie* (Paris) et président de l'association de vulgarisation scientifique *Les Atomes Crochus*.

« Savons 100 % naturels, sans colorant chimique ni conservateur ! » annonce ce fabricant¹ ; « L'usine chimique dont les solvants avaient empoisonné une rivière d'Indre-et-Loire en 1988, n'a pas retenu la leçon... » informe ce magazine² ; « Ecotoxicité des substances chimiques » titre ce site de l'Education Nationale³ ; « Pollution chimique : 3 millions de morts chaque année ! » alerte ce guide santé⁴...

Une recherche des occurrences du mot « chimique » sur les sites non-scientifiques de la toile montre que d'une part, il n'est quasiment jamais employé dans un sens favorable et que d'autre part, sa signification est souvent éloignée de celle que lui donnent les chimistes eux-mêmes (figure 1)⁵. Dans le langage courant, ce qui est « chimique » est en général connoté négativement : au mieux, c'est anti-naturel et au pire, une source de dangers pour la santé et l'environnement.



Figure 1.

Sac de caisse distribué par une chaîne de supermarchés suisse promouvant le label « biologique » *Naturaplan*.

C'est d'ailleurs les deux sens principaux qu'il convient de distinguer dans la perception de ce terme par nos concitoyens : « chimique » contient à la fois l'idée d'artifice (Bernadette Bensaude-Vincent parlera de factice, au sens étymologique de « faites par l'homme » ou « manu-facturées »⁶) et l'idée de risque. Ces deux conceptions se mêlant généralement pour conduire à une vision simpliste qui revient à donner à l'acception courante du mot « chimique » le sens de : « C'est artificiel, donc potentiellement malsain »⁷.

Les chimistes ont en général conscience de cette difficulté. Mais là où ils se trompent peut-être, c'est lorsqu'ils croient percevoir simultanément une critique ou un rejet général de la chimie, voire de la communauté des chimistes toute entière (et donc de leur intégrité). Car comme le fait remarquer le didacticien de la chimie Roger Barlet avec grande pertinence⁸, les termes chimie et chimiste ne souffrent pas, dans la perception courante de cette discipline, des mêmes *a priori* que leur cousin « chimique ». Il écrit notamment : « Le terme *chimie* évoque une science positive, créatrice de produits, omniprésente, utile et réparatrice, qui possède un champ scientifique, une pratique et un langage » et « Le terme *chimiste* évoque une profession honorable et intéressante ».

La raison nous en semble relativement simple : les deux premiers termes sont nettement moins ambigus que le troisième. La chimie, bien qu'à la fois science de la nature et industrie, tout autant descriptive de phénomènes naturels que productrice d'objets artificiels, est avant tout une activité humaine bien identifiée : celle qui a trait à l'étude et à l'exploitation de la structure, des propriétés, de la réactivité et des transformations de la matière. Le chimiste quant à lui, est identifié avec encore moins d'ambivalence, tout simplement comme celui qui pratique la chimie, qu'il soit enseignant-chercheur ou industriel.

Hélas, le mot « chimique » est nettement plus difficile à définir et à cerner dans ses multiples sens... « Chimique » qualifie sans aucun doute les produits et les objets de la chimie ; mais désigne-t-il également ce qu'elle se contente de décrire ? Certes le concept de molécule relève indéniablement de la chimie ; mais la molécule d'eau, qui n'a pas attendu les chimistes pour exister, peut-elle sans hésitation être qualifiée de chimique ?

Là pourrait bien résider la clé du problème. Car comme tout concept multiforme, l'adjectif « chimique » est sujet à des interprétations maladroitement et fallacieuses, au point même d'en devenir flou dans certaines situations. Or les chimistes eux-mêmes pourraient bien porter la responsabilité de sa fatale ambiguïté...

CE QUE LES GENS DISENT ET CE QUE LES CHIMISTES ENTENDENT

« Chimique = artificiel, donc potentiellement malsain » : il convient ici de ne pas négliger l'importance du mot « potentiellement ». Car les détracteurs du « chimique » acceptent souvent bien volontiers de se soigner à l'aide de médicaments ou d'utiliser des objets qui contiennent des matières plastiques. Ce qui est en cause ici n'est pas nécessairement de l'ordre du rationnel (ce qui complique encore la tâche des chimistes, rompus à l'objectivité et à la logique scientifiques) : ce sont essentiellement des valeurs et des peurs. Ainsi, Bernadette Bensaude-Vincent écrit : « [Les] arguments rationnels répétés à satiété ne peuvent rien contre les attitudes du public dans la mesure où ils ne s'attaquent pas à la racine du problème. Car les sciences en général et la chimie en particulier ne procèdent pas d'une « raison pure ». Elles participent d'une culture et d'une société dont dépend leur légitimité ».

Des *valeurs*, au sens où si l'on accepte d'ingérer des substances synthétisées et purifiées dans des réacteurs d'usines lorsque le but est de se soigner ou de faire son ménage, on ne l'accepte plus nécessairement au moment de choisir les ingrédients que l'on destine à ses petits plats, l'alimentation revêtant un caractère sacré qui ne concerne pas la pharmacopée ou les produits d'entretien. Notons même qu'en la matière, les choses peuvent encore évoluer. Ainsi, on craint bien plus aujourd'hui les nourritures artificielles qu'il y a trente ans, comme en témoigne l'avènement du « bio » ou la préoccupation pour le bien-être animal (figure 2), et il n'est pas impossible que les médications suivent le même chemin, comme le laissent présager le succès et le développement des « médecines naturelles ». La tendance à la hausse que suit la consommation des produits ménagers « verts », quant à elle, ne fait que confirmer cette perspective.



Figure 2.

Sac de caisse distribué par une chaîne de supermarchés suisse promouvant le label « biologique » *Naturaplan*.

Des *peurs*, car si le fumeur accepte les risques bien identifiés liés au tabac, il n'est pas nécessairement prêt à assumer ceux, peut-être moins importants et bien moins établis, mais largement plus inquiétants car justement incertains, que présentent la combustion des PCB, l'exposition aux éthers de glycol⁹ ou l'utilisation extensive d'herbicides à la nocivité mal contrôlée¹⁰.

Est-il en outre nécessaire de rappeler ici le caractère de plus en plus artificiel du monde dans lequel nous vivons ? Entraînés dans une révolution éthique permanente par la bionique et la bioinformatique, la peau et le sang synthétiques, le clonage ou les OGM, nos habitudes et nos paradigmes sont constamment bouleversés par les innovations technologiques et leurs effets pervers, possibles ou avérés.

Dans un tel contexte, les peurs sanitaires et environnementales, tout comme le renouveau de certaines valeurs naturalistes, ne sont finalement que très légitimes. Et citer ici Bernadette Bensaude-Vincent est encore pertinent puisqu'elle écrit : « Aucune des sciences de la nature n'a autant œuvré [que la chimie] pour la promotion et à la valorisation des techniques. [...] Mais cette promotion se paye au prix fort. Car l'artifice est une valeur extrêmement ambivalente : le factice évoque moins les exploits des techniques humaines que le faux, le frelaté. Pour donner aux artifices des lettres de noblesse, il fallut rien moins que transmuter les valeurs fondamentales associées à tout ce qui relève de la nature. »

Or que percevons-nous, nous chimistes, lorsque nous entendons « Attention ! C'est chimique ! » ? Généralement pas ces peurs et ces valeurs. Au contraire, faute d'avoir pris conscience des nuances de sens que portent les termes « chimique » et « chimie » dans leur perception collective, nostalgiques d'un âge d'or où la chimie n'avait qu'une image de science salvatrice et noble, nous y voyons une attaque en règle de notre activité ; une attaque irrationnelle et injuste, nous qui œuvrons justement quotidiennement pour l'amélioration des conditions de vie de l'humanité !

J'évoquerai plus loin comment il conviendrait probablement de réagir. Mais commençons par analyser comment nous le faisons généralement et profitons-en pour nous instruire sur notre propre perception de la chimie.

« TOUT EST CHIMIQUE ! »

La première réponse observée chez les chimistes consiste à répondre raisonnablement en deux temps à la confusion « chimique = toxique » évoquée plus haut. Tout d'abord en faisant remarquer à leurs interlocuteurs qu'ils emploient maladroitement le mot « chimique » au sens de « synthétique », puis en leur expliquant :

- Que les substances synthétiques n'ont aucune raison d'être plus toxiques que les substances naturelles ;
- Que pour preuve, on peut par exemple reproduire par synthèse et de manière très contrôlée, des substances naturelles totalement inoffensives.

Malheureusement, si l'acceptation de la première affirmation dépend à 100 % de la crédibilité de celui qui l'énonce, la deuxième est beaucoup moins percutante pour le profane que pour le chimiste. Car si ce dernier, en parfait spécialiste de la structure de la matière, n'émet aucun doute sur l'identité (au sens de ce qui est identique) des molécules naturelles et synthétisées, il n'en est pas nécessairement de même du profane qui, sans être animiste pour autant, est en droit de se demander si la matière n'a pas « perdu quelque chose » dans ce passage du naturel à l'artificiel. Car contre les valeurs les mieux ancrées, l'argumentation rationnelle est bien souvent fort impuissante. Qui en effet aurait l'idée de convaincre un chrétien de l'inutilité de la communion et de récuser la transsubstantiation à l'aide d'arguments rationnels, sous prétexte que les molécules constitutives de l'hostie n'ont rien de charnel (voire également figure 3) ?

Et d'ailleurs, les effets isotopiques, qui s'exercent de manières différentes dans les processus biochimiques et dans les mécanismes des voies de synthèse, ne conduisent-ils pas à des compositions isotopiques différentes dans les substances naturelles et synthétiques ? Certes elles sont insignifiantes au niveau de leurs propriétés, mais cette simple remarque permet de prendre conscience du fait que la question n'est pas si simple... et que l'acceptation de la réponse repose à nouveau sur la crédibilité de celui qui l'énonce.



Figure 3.

Eau-bénite et H₂O : deux conceptions de l'eau incommensurables.

Face à la difficulté de convaincre à l'aide de ces deux seuls arguments, advient souvent ce que j'appellerai un premier « dérapage ». Car il est alors aisé, pour le chimiste désireux d'appuyer son point de vue, d'ajouter :

- Que d'ailleurs, il existe des substances naturelles extrêmement toxiques (composants du curare, toxine botulinique, digitaline...);
- Que les substances naturelles sont souvent non purifiées, c'est-à-dire non contrôlées, contrairement aux substances synthétiques.

Certes, personne n'en doutera. Mais répondre ainsi à côté de la question, c'est déjà faire preuve de manque d'honnêteté, puisque ces arguments reviennent à masquer la toxicité de certaines molécules de synthèse par l'évocation de la dangerosité de leurs cousines naturelles.

En outre, tout interlocuteur convaincu et un peu sensé aura beau jeu de répondre que, si des millénaires de pratiques ont permis d'apprendre à connaître et à gérer les substances naturelles dangereuses (à quelques exceptions près telles que l'amiante, il faut tout de même le préciser), il est impossible d'en dire autant pour les milliers de substances nouvelles élaborées chaque année dans les laboratoires de chimie et introduites dans notre quotidien après seulement quelques mois de tests épidémiologiques. Ajoutons que ses inquiétudes « animistes » ne seront pas dissipées par le deuxième argument, auquel on pourra répondre qu'une substance naturelle non purifiée sera peut-être plus proche des besoins de l'organisme. Ne préfère-t-on pas le sucre roux au sucre blanc ou le sel de Guérande au chlorure de sodium pur ?

Face à ce constat d'impuissance, qu'entend-on alors apparaître ? L'argument choc, le parangon de la communication de la chimie, l'imparable : « La chimie est partout ! Tout est chimique ! L'air, l'eau et les mécanismes biologiques qui gouvernent la vie ; je suis chimique, vous êtes chimique ! ». Sous-entendu : « Si nous deux, l'air et l'eau sommes chimiques, alors ce qui est chimique ne peut être mauvais... ».

Exemple : « Tout ce qu'on trouve dans le monde physique qui nous entoure est fait de produits chimiques. Le sol sur lequel nous marchons, l'air que nous respirons, la nourriture que nous mangeons, les voitures que nous conduisons et les maisons dans lesquelles nous vivons sont tous faits de divers produits chimiques. Les organismes vivants tels que les plantes, les animaux et les êtres humains sont également faits de produits chimiques » indique ce site canadien d'hygiène et de sécurité au travail¹¹.

L'argument frise la mauvaise foi... Car si dans une certaine mesure, la chimie est partout (au sens où ses productions nous entourent et nous rendent d'immenses services dans notre vie occidentale de tous les jours), dire que « je » suis chimique pour sous-entendre que la chimie ne peut pas être mauvaise est non seulement trompeur, mais également faux du point de vue de la logique la plus élémentaire.

Bien plus : si l'argument a toutes les chances de ne pas convaincre car il esquivé à nouveau la vraie question des peurs et des valeurs évoquée ci-dessus, il risque en outre d'induire une idée fautive des plus préjudiciables à la chimie elle-même.

« TOUT » EST CHIMIQUE ?

Tout. Ainsi donc, forcément, la pollution est chimique, d'où qu'elle vienne (figure 4). Et avec elle le pétrole, les poisons, les émanations des incinérateurs, les déchets plastiques, les oxydes d'azote émis par les voitures, si ce n'est même par les volcans, les toxines de la cigarette ! Difficile à croire ? Certes, mais plus lorsque durant un cours sur les méfaits du tabac, à l'évocation des substances que contient la fumée de cigarette, des enfants vous demandent avec des yeux ronds d'étonnement : « Mais pourquoi est-ce « qu'ils » les ont mis dedans ? ».

Je retournerai la question et la poserai en ce sens : comment avons-nous pu si mal communiquer que les enfants croient à présent que ce sont les chimistes qui mettent du benzène, du mercure et des cyanures dans les cigarettes ? Peut-être justement en répétant à qui voulait l'entendre que tout était chimique...

Et s'il est un message qu'ils ont réussi à faire passer, c'est bien celui que la chimie était partout, à tel point que dans l'inconscient collectif, elle se retrouve à présent là ou, justement, elle ne devrait pas être ! Car évidemment, dans tous les exemples cités ci-dessus, c'est l'usage qui est fait des produits manufacturés qui est en cause, non leur conception elle-même ! Quand il ne s'agit pas tout simplement de cas que la chimie a contribué à expliciter et à élucider, comme l'illustre l'exemple de la toxicité de la cigarette.

Dans un précédent article¹², nous citons un exemple qui illustre parfaitement ces deux aspects, celui des CFC. D'abord « commandés » aux chimistes pour servir de fluides propulseurs dans les bombes aérosols parce qu'ils ne présentaient pas de toxicité humaine, on les a ensuite soupçonnés de contribuer à la destruction de la couche d'ozone. Le mécanisme a bien entendu été élucidé par des chimistes, dont les travaux ont été récompensés par le Prix Nobel en 1995¹³. De nouvelles recherches ont alors été entreprises par les chimistes, auxquels a été confiée la tâche de remplacer les CFC bannis par des substances inoffensives à la fois pour la santé et pour l'environnement.

Ainsi, à chacune de ces étapes, toutes liées aux idées de toxicité ou de pollution, la chimie est là mais pour comprendre ou résoudre les problèmes que lui pose la société.



Figure 4.

Les émanations de méthane issues de l'élevage intensif : une pollution chimique ?

Bien entendu, on ne peut plus se contenter de la réponse invoquant d'une part la responsabilité du consommateur et d'autre part, les simples éclairages que la chimie viendrait apporter aux problèmes de toxicité. A ce titre, les industriels qui lancent de nouveaux produits sur le marché sont aujourd'hui tenus de réfléchir à la fois au devenir de leurs productions et aux dérives potentielles des utilisations qui en sont faites. Mais sous cet angle, l'industrie chimique n'est pas dans une position différente de celles de l'agriculture intensive ou des télécommunications, faces aux questions soulevées respectivement par l'élimination du lisier des porcs et le contrôle de la nocivité des ondes électromagnétiques. Le problème devient une question de société, au nom de laquelle tous les acteurs, du producteur au consommateur, doivent s'unir pour trouver des solutions « durables ».

L'APPEL DE PARIS ET LA PROCEDURE REACH

Si tout est chimique, ne nous étonnons pas, alors, de l'émergence de manifestations apparemment hostiles à notre discipline, telles que la récente initiative de l'ARTAC (*Association pour la Recherche Thérapeutique*

Anti-Cancéreuse)¹⁴. En dénonçant un contrôle insuffisant des nouvelles substances mises sur le marché et en leur attribuant entre autres la responsabilité de l'augmentation des cancers infantiles, l'*Appel de Paris* déclenche les foudres et les atermoiements des chimistes, convaincus de leur côté de la sécurité de leurs propres contrôles (figure 5). Pourtant, les éminents signataires de cette pétition (pour certains, membres de l'*Académie des Sciences*) ne se font que l'écho des peurs d'une partie du public et des valeurs qu'elle défend. Et pas nécessairement celui des partisans de la *deep ecology*¹⁵, des soixante-huitards éleveurs de chèvres du Larzac et autres « éco-intégristes ».



Figure 5.

Chimie : un visage rassurant pour les uns, inquiétant pour les autres.

A ce titre, il est condescendant et sans doute vain de leur opposer des fables catastrophistes décrivant soit des mondes moyenâgeux dans lesquels la chimie n'existerait pas, soit des sociétés soudain en panne parce que les chimistes se seraient mis en grève. Pour ne pas être chimistes, ils n'en sont pas pour autant ignorants des progrès que nos sociétés doivent à la chimie.

En revanche, ils ont alors beau jeu de reprendre à leur compte, à l'envers cette fois, les arguments des prosélytes de la chimie en dénonçant : « Méfiez-vous, la chimie est partout ! ».

Sur la question des chimistes en croisade contre l'ignorance du public, Bernadette Bensaude-Vincent écrit notamment : « Et c'est ainsi que les compagnies industrielles, les sociétés savantes et associations professionnelles ont coutume d'affronter le problème. Les professionnels de la chimie, sûrs de leur bon droit, ne cessent de déplorer l'attitude du public. Leur réflexe est de lancer à grands frais des campagnes de publicité destinées à « redorer leur blason », ou des entreprises de vulgarisation destinées à convaincre chacun de nous que sans la chimie on croupirait dans la misère et la maladie. Servante industrieuse, la chimie procure des engrais pour nourrir une population sans cesse en expansion, des vêtements légers, colorés et bon marché, des molécules merveilleuses pour soulager les maux et combattre les fléaux ».

Ne nous trompons donc pas de combat. Comme l'évoque notre collègue Paul Rigny¹⁶, ce qui est remis en cause, c'est davantage l'organisation des sociétés modernes, contre laquelle lutte une partie grandissante de la population au sein de courants en structuration constante, que la chimie qui, en l'occurrence, doit voir plus loin que simplement midi à sa porte. A ce propos, les industriels qui, de manière relativement compréhensible, s'insurgent maladroitement contre la procédure *REACH*^{17,18} au nom de leurs intérêts économiques, ne font que conforter la perception par le public d'une gestion du risque chimique qui serait essentiellement gouvernée par la recherche du profit. Bernadette Bensaude-Vincent conforte ces points de vue en précisant : « La dichotomie « chimique ou naturel » [...] ne procède pas de l'ignorance ou de la crédulité d'un public assez ingrat pour rester aveugle à tout ce qu'il doit à la chimie. Elle repose sur un trait historique de l'industrie chimique, à savoir son développement dans le contexte d'une économie visant la production de masse et la société de consommation. [...] C'est moins la chimie elle-même qui est en cause que le système économique et social dans lequel elle s'est développée ».

Hélas ! Tous ces éléments ont fortement fait converger le débat vers l'impasse : les partisans d'un monde plus humain s'appuient sur la dénonciation des « pollutions chimiques » pour fustiger une forme de dérégulation marchande et une course aux innovations qu'ils estiment imprudente, les chimistes prennent

leurs critiques au pied de la lettre et s'enlisent dans une « défense de la chimie » qui les décrédibilisent et les isole toujours un peu plus, les premiers font alors fi de l'expertise des chimistes qu'ils jugent corrompue et partisane, ce qui conduit les seconds à user d'arguments qui non seulement sont inopérants, mais contribuent peu à peu à opacifier le débat...

C'est pourquoi je propose, pour éviter que ne soit qualifié de « chimique » ce qui ne l'est pas, que nous, chimistes, commençons par mener une réflexion sur la question. Non pas seulement sur les formules utilisées, la question n'est pas que rhétorique ; mais sur nos propres valeurs et sur ce que nous voulons réellement dire aux gens lorsque nous leur lançons maladroitement : « La chimie est partout, pour votre plus grand bien ».

SORTIR DE L'IMPASSE...

Chacun des points évoqués plus haut permet d'imaginer des solutions pour mieux communiquer autour de la chimie, et nous proposons de regrouper ces dernières en cinq grandes catégories : l'éducation, la concertation, la coopération, l'information et la communication.

L'éducation : une démarche très insuffisante

C'est presque un truisme, bien des peurs du public relèvent d'un manque de connaissance des ordres de grandeurs, de la signification des normes ou des notions de dose, d'exposition et de toxicité, ou encore des procédures industrielles de synthèse et de contrôle. Un effort pédagogique constant est donc nécessaire sur ce plan pour que les bases de discussion soient assainies. Par ailleurs, des éclaircissements autour de l'opposition classique entre « synthétique » et « naturel » ne sont certainement pas inutiles pour faciliter la clarification des valeurs. Ces points sont en général bien perçus – bien que mal gérés, comme nous l'avons explicité plus haut – par notre communauté, aussi n'est-il pas nécessaire de s'y attarder davantage.

Toutefois, se contenter d'actions éducatives reviendrait à rester cantonnés dans un mode de communication simpliste inspiré de ce que le sociologue Michel Callon nomme le « modèle de l'instruction publique »¹⁹ ou « modèle de la guerre froide »²⁰. Dans ce modèle, en effet, la tâche prioritaire et principale est l'éducation d'un public atteint d'illettrisme scientifique : « Le modèle de l'instruction publique repose sur l'irréductible opposition entre connaissances scientifiques et croyances populaires. Aucune discussion n'est possible avant que les superstitions, ces supposés poisons de la démocratie, n'aient été éradiquées : l'ouverture du débat politique est tout entière suspendue aux résultats du contrôle préalable des connaissances ».

C'est également ce que dénonce Jean-Marc Lévy-Leblond²¹ lorsqu'il démontre l'ineptie des sondages qui prétendent « tester les connaissances scientifiques du public ». Voulant convaincre qu'« une appréciation plus fine de la nature et des effets de ces problèmes est nécessaire », il écrit notamment, en réaction aux pourcentages lamentables traditionnels relatifs à la définition de la molécule ou à la température d'ébullition de l'eau : « Ces résultats me semblent plutôt révélateurs de l'inadéquation des sondages que de l'inculture du public. [...] Peut-être la situation est-elle moins catastrophique qu'on le dit usuellement, et en tout cas ses remèdes sans doute quelque peu différents de cette « diffusion de la culture scientifique » invoquée à répétition et sans guère de résultats ».

Dans ce contexte et comme nous l'avons montré plus haut, le débat se situant davantage au niveau des peurs et des valeurs que des connaissances, l'approche strictement « éducative » ne peut que s'avérer très insuffisante. En particulier, développant la critique des sondages évoqués plus haut, Jean-Marc Lévy-Leblond nous rappelle que « la nature contextuelle et sociale de la connaissance scientifique échappe complètement au questionnement hors situation et individuel de trop simplistes sondages d'opinion ».

De même que la diffusion des connaissances académiques produites par les chimistes ne saurait être séparée de la discussion des implications sociales de leurs productions et de leurs projets, ce qui est pourtant trop souvent le cas. C'est pourquoi il ajoute : « Cette nature contextuelle et sociale de la connaissance scientifique [...] échappe aussi trop souvent à la conscience des scientifiques eux-mêmes. Il est grand temps d'ajouter à nos études et activités visant à une meilleure connaissance de la science par le public, des études et activités visant à une meilleure connaissance du public par les scientifiques ». Et il ajoute : « Le problème à résoudre est non tant celui d'un hiatus de savoir qui séparerait les profanes des scientifiques, que celui d'un hiatus de

pouvoir qui fait échapper les développements technoscientifiques au contrôle démocratique de l'ensemble des citoyens ».

La concertation : un premier pas vers la compréhension mutuelle

Pour regagner la confiance des citoyens et assouplir les discussions polémiques, seule une certaine forme de *démocratie technique* semble aujourd'hui avoir quelque chance de succès. Michel Callon parle alors d'un « modèle du débat public » : « Dans ce modèle, la lumière ne vient pas d'une science rayonnante et sûre d'elle-même ; elle naît de la confrontation des points de vue, de savoirs et de jugements qui, séparés et distincts les uns des autres, s'enrichissent mutuellement. Les acteurs, au lieu de se voir imposer des comportements et une identité dans lesquels, éventuellement, ils ne se reconnaissent pas, sont en position de les négocier » (figure 6).



Figure 6.

Concertation, coopération et communication : des compétences à développer dès le plus jeune âge.
Séance d'accompagnement scientifique à l'Ecole primaire de l'Arbalète (75005 Paris).

Du point de vue du chimiste, la première étape en est simplissime : pourquoi ne pas commencer par écouter les peurs de nos interlocuteurs, par les inciter à énoncer leurs valeurs, ce à quoi ils tiennent vraiment, en laissant dans nos laboratoires nos certitudes et nos affirmations péremptoires ? Et tant qu'à faire, pourquoi ne pas en profiter pour nous interroger sur ce à quoi nous tenons nous-mêmes, dans une attitude d'ouverture prospective et critique, plutôt que de défiance et de défense corporatiste qui semble relever d'un autre âge ? Car la complexité du monde moderne ne peut plus se satisfaire de réponses disciplinaires. La science elle-même (et *a fortiori* la chimie) n'est plus à même d'apporter *seule* les solutions aux problèmes qui se posent. Ces derniers, et notamment ceux que soulève l'ARTAC, relèvent en effet de manière très générale de ce que le sociologue Bruno Latour désigne comme la gestion collective des nouveaux êtres produits par l'activité scientifique, les « êtres » désignant aussi bien les concepts théoriques que les objets matériels²². Or justement parce que ces « êtres » influencent tous les aspects de la société, de nos vies quotidiennes aux ordonnances politiques, cette gestion ne saurait plus être confiée aux seuls spécialistes de la chimie. Cette forme de prise de décision implique par suite une participation de tous aux choix qui concernent la société et ses modes de consommation. Il est à ce titre légitime qu'à la fois la classe politique et les associations de consommateurs s'en emparent.

Aux chimistes revient de ne pas s'en offusquer et de ne pas se sentir pour autant exclus des débats ! Car « ce qui est mobilisé, dans ce cas, c'est [simplement] la compétence irremplaçable qu'ont les non-spécialistes d'apprécier les enjeux politiques, culturels et éthiques de certaines recherches » (Callon). Ce que confirme Jean-Marc Lévy-Leblond lorsqu'il écrit avec malice, après avoir montré combien « dans l'état actuel d'ultra-spécialisation de la recherche, le niveau d'ignorance concernant un domaine particulier est pratiquement aussi élevé dans la communauté scientifique que parmi les profanes » : « Si les scientifiques ne sont pas des experts cultivés, à l'inverse, les non-scientifiques ne sont pas davantage des non-experts incultes ».

Les conférences de citoyens initiées au Danemark et en Suisse avant d'être développées en France en témoignent^{23,24} : les clés du succès du dialogue science-société et d'une confiance réciproque retrouvée relèvent autant des initiatives de concertation individuelles des chimistes avec les non-chimistes, que des volontés politiques exprimées par les communautés scientifiques et industrielles d'inscrire leurs prises de

décision dans un modèle du débat public. Cette forme de prise de décision qualifiée de « démocratie participative », repose sur un pari, certes risqué : « le pari que la conscience prévaut sur la compétence » (Jean-Marc Lévy-Leblond) ; mais « nous ne demandons pas [non plus] un niveau de connaissance expert, ni même amateur, en matière de droit pénal aux membres d'un jury d'assises, appelés, il y a peu encore, à trancher de la vie ou de la mort de criminels présumés, ni en matière de droit constitutionnel aux électeurs qui décident de l'avenir du pays. Pourquoi alors serions-nous plus exigeants en ce qui concerne les sciences et les techniques ? ».

La coopération : un idéal à rechercher

Bien entendu, les efforts ne peuvent être attendus que d'un seul côté et les citoyens ont eux aussi des efforts à faire pour faciliter la gestion objective et raisonnable des objets techniques. En particulier, l'exemple des pollutions dues à l'utilisation des productions de la chimie par la société permet de mettre le doigt sur un point central : si les industriels ne peuvent plus lancer sur le marché de nouvelles substances sans s'inquiéter de leur devenir à long terme, ils ne peuvent pas non plus mener cette tâche sans la coopération de leurs utilisateurs. Pour illustrer cette affirmation, il suffirait de citer le recyclage et le retraitement des matières plastiques, impossible sans un tri préalable des déchets organisé à deux niveaux : celui des consommateurs et celui des municipalités. De même, sans une bonne gestion des engrais et des pesticides de la part des agriculteurs (et des jardiniers amateurs), les efforts des producteurs de l'agrochimie pour endiguer la pollution des sols et des eaux seront sans effet.

Ainsi les solutions doivent être imaginées non seulement en *concertation*, mais également mises en œuvre dans le cadre d'une coopération optimale. Au mieux, cette coopération pourra être initiée au moment même de la conception des objets techniques et des prises de décision relatives à leur mise sur le marché ou à leur contrôle. Cela conduit Michel Callon à proposer un troisième modèle, celui de la « co-production des savoirs » : « Le savoir produit par les laboratoires est aussi crucial que dans les deux premiers modèles, mais il est encadré, nourri par les actions des profanes, vascularisé par le flux des connaissances et des questions que ceux-ci élaborent. Ce que [le laboratoire] produit est d'autant plus riche et plus pertinent que ces relations sont étroites et constantes. Participant à l'action collective de production, de dissémination de savoirs et de savoir-faire le concernant, le profane ne vit pas ses relations avec les spécialistes sur le mode de la confiance ou de la méfiance puisqu'il est de plain pied avec eux. Il ne se contente pas non plus de revendiquer une identité qu'il estimerait menacée : il participe à la construction d'une identité nouvelle, reconfigurée et qui lui donne accès à la reconnaissance sociale ».

Non seulement à la reconnaissance sociale, mais également à la confiance envers les découvertes scientifiques et les innovations techniques, puisqu'il y a lui-même contribué. Vision utopiste ? Dans certains domaines comme la physique des particules, certes. Mais pas dans celui des maladies auto-immunes, où les patients peuvent déjà contribuer à accroître les connaissances des symptômes de manière extraordinaire, ou dans celui de l'informatique libre, où les logiciels sont améliorés en permanence par les utilisateurs, à la fois opposés à l'hégémonie de *Microsoft* et conscients de l'intérêt que peut représenter la coopération avec les internautes de la terre entière. Dans le domaine de la chimie, gageons par exemple que les scientifiques sauraient tirer profit du dialogue avec la société pour développer les nouveaux matériaux et, de manière plus spécifique et plus sensible peut-être, les nanotechnologies.

L'information : une remise en cause des pratiques habituelles

Pour qu'un dialogue d'égal à égal soit possible, nul besoin en revanche pour le profane d'apprendre à utiliser les modèles sophistiqués de la chimie, ses langages et ses concepts. Les expériences de conférences citoyennes déjà citées plus haut le montrent, il n'est pas nécessaire de connaître parfaitement la nature d'un gène pour pouvoir décider en son âme et conscience de l'intérêt de la génomique. Nul besoin non plus, cela va sans dire, de connaître la théorie des orbitales moléculaires pour comprendre les enjeux d'une amélioration des procédures de mise sur le marché des substances nouvelles.

En d'autres termes, il n'est pas nécessaire de devenir un spécialiste pour pouvoir discuter des sujets qui nous concernent ; les spécialistes sont là pour ça, justement. En revanche, s'il est une donnée indispensable, c'est l'accès à une information claire et précise.

Pourquoi ? Parce que le risque n'est accepté que s'il est connu par celui qui le prend, c'est-à-dire s'il lui est possible de décider en son âme et conscience s'il vaut la peine d'être pris (figure 7). Ainsi, paradoxalement, le fumeur n'attaquera pas sa marque de cigarettes en justice si elle a pris la précaution d'écrire « Fumer tue » sur le paquet qu'elle lui a vendu. Et justement, les procès intentés par les fumeurs en France et aux Etats-Unis portaient non pas sur le danger que présente la cigarette, mais sur l'absence d'informations données aux fumeurs à ce sujet. Dans un éditorial récent, le site *drogue-danger-débat*²⁵ explique notamment : « Pour ne pas s'être tenue à l'obligation qui lui est faite d'informer le consommateur sur le produit qu'il utilise, la *Seita* est aujourd'hui sur le banc des accusés. La *Seita* devait en effet informer le consommateur de la dangerosité de la cigarette. Ce qu'elle ne fit qu'à partir de 1976. ».



Figure 7.

La cigarette : un concentré de produits chimiques !
Campagne de publicité anti-tabac, www.jeuxlaverite.com, 2003.

Il n'est bien sûr pas question d'apposer les formules « Fertiliser son jardin tue » ou « Repeindre son appartement tue » sur les récipients de pesticides ou les pots de peinture, si l'innocuité de ces produits a été démontrée. En revanche, rechigner à ce que la chimie soit mise à l'épreuve à travers une procédure de contrôle des substances qu'elle met sur le marché, c'est sans aucun doute contribuer à faire croire qu'elle a des choses à cacher. Informer et accepter les contrôles et les mises en cause relèvent donc d'une « bonne pratique » des relations science-technologie-industrie-société.

La communication : accepter les zones d'ombre

Partis de l'éducation puis passés par la concertation, la coopération et l'information, nous en revenons donc à une problématique de communication. A ce niveau, informer sur les dangers réels des substances chimiques ne suffit pas et on ne peut que réproucher la répugnance qu'éprouvent certains d'entre nous à évoquer les catastrophes industrielles ou sanitaires, les armes chimiques et les drogues. La réprocher autant que s'en étonner d'ailleurs. Car s'ils sont considérés dans le cadre des modes de concertation et de coopération évoqués plus haut, ces événements relèvent évidemment de la responsabilité commune de tous les acteurs, qu'ils soient politiques, économiques ou sociaux ; la chimie en tant que telle n'est alors mise en cause que de manière très relative.

En tout état de cause, peut-on vraiment se contenter, comme on le voit souvent²⁶, de communiquer sur « les bienfaits de la chimie » pour faire oublier ces accidents ? Là n'est pas la vraie communication de la chimie, qui passe au contraire par une analyse systémique de tous les enjeux sociaux, éthiques, économiques et politiques liés, de près ou de loin, à la production et à l'utilisation de ses nouveaux « êtres », pour revenir à la formule de Bruno Latour.

Certains collègues jugeront dangereuse cette injonction à tendre des verges pour se faire battre. A juste titre, tant il est vrai que les arguments des plus farouches opposants à la mise en œuvre dans la société de nouveaux projets technoscientifiques, quels qu'ils soient, peuvent s'avérer gravement fallacieux et faire preuve de la plus extrême mauvaise foi. Autant ne pas en rajouter, me rétorquera-t-on. Or, plutôt que de mentir par omission, pourquoi ne pas réfléchir à ces situations extrêmes dans lesquelles se font jour ou se maintiennent, même dans le cadre de la démocratie participative vantée plus haut, des résistances radicales et robustes à l'égard des arguments valides des experts ?

Le sociologue Rémi Barbier s'est intéressé à cette question des limites de la démocratie participative, dans le cadre d'une réflexion qui dépasse le cadre de cet article mais dont l'évocation apporte non seulement des

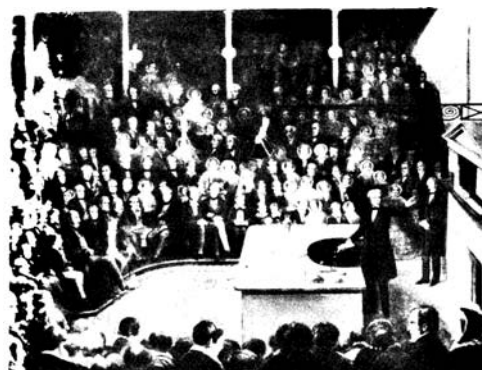
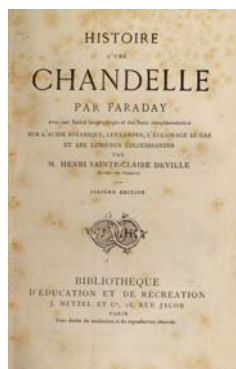
pistes originales, mais également une compréhension éclairante de ces résistances²⁷. Ayant mis en évidence la prise de distance de certaines personnes avec les mondes de la politique et de la science, il montre que celle-ci « relève de l'exercice d'une réelle compétence de jugement », susceptible de conduire à une attitude « ironique » envers ces deux « mondes du public ». Il en distingue deux topiques (« au sens de deux manières générales d'exprimer cette attitude ») qui sont la *lucidité* et le *désenchantement*, et que l'on peut résumer sous la forme d'un tableau à double entrée (Tableau).

Tableau. Les topiques de l'ironie (d'après Barbier R., *Natures Sciences Sociétés* 13, 258-265, 2005)

	Lucidité	Désenchantement
Monde public du débat politique	« la décision est confisquée par les gros »	« Finalement, la démocratie technique est impossible ! »
Monde public des controverses scientifiques	« L'expert est aux ordres »	« Finalement, on ne sait rien... »

Cette ironie serait apparue lors de la déstabilisation du « pacte de confiance de la modernité » entre science et société (Giddens, cité par Barbier), une partie du public ayant spontanément basculé de la déférence au scepticisme à l'égard de la science. Ce basculement peut en particulier être attribué aux hésitations des chercheurs lors des récentes crises sanitaires aux conséquences économiques extraordinaires (lucidité) ou aux controverses scientifiques surmédiatisées (désenchantement), ces dernières ayant en outre contribué à désacraliser la « vérité scientifique » et son caractère quasi-démiurgique, accomplissant dans les pires conditions « le travail de contextualisation des énoncés que la vulgarisation scientifique n'avait jamais souhaité entreprendre » (figures 8a et 8b).

Entre déférence à l'ancienne et ironie paralysante, la voie est étroite. Mais avec Stengers, Barbier propose de remplacer l'ironie par l'humour, défini comme ce qui « produit [...] la possibilité d'une perplexité partagée, qui met effectivement à égalité ceux qu'il réunit »²⁸. Un humour selon lequel « il ne s'agirait plus de dire : « Nous n'avons rien à nous apprendre », mais plutôt : « Nous avons des choses à nous dire, nous sommes susceptibles de nous intéresser réciproquement » ». Et dans notre cas, un humour qui nous pousserait, nous chimistes, à écouter nos plus farouches détracteurs, non pour mieux démonter leurs arguments et nous enfoncer dans une bataille verbale échevelée, mais par simple intérêt. Pour parvenir, peut-être, à comprendre comment certains en arrivent à penser si différemment de nous.



Figures 8a et 8b.

Faraday : la vulgarisation « à l'ancienne » d'une science... rayonnante.

A ce stade de la réflexion, la formule magique « Moi, vous : tout est chimique ! » apparaît à présent extrêmement pauvre et peu pertinente au regard des vraies questions posées par le rapport de la société avec la matière, avec les substances naturelles et synthétiques. Pour autant, ne nous privons pas d'y réfléchir et tentons, juste pour le plaisir, de déterminer...

CE QUI EST CHIMIQUE... ET CE QUI NE L'EST PEUT-ETRE PAS

Compte tenu des arguments développés plus haut, je proposerai en premier lieu d'adopter un point de vue simplement constructiviste, qui consisterait à dire que ne peuvent être qualifiés de « chimiques » que les objets matériels et théoriques qui sont *postérieurs* à la naissance de la chimie. Dans le cadre de cette

définition, il convient de considérer la chimie comme une activité humaine, dont les objectifs sont d'une part, la compréhension de la matière et de ses transformations et d'autre part, l'utilisation de cette compréhension pour agir sur le monde. Pour atteindre ces deux objectifs, la chimie produit des théories, des concepts et des modèles, dont l'application permet d'imaginer et de produire de nouvelles substances et de nouveaux matériaux.

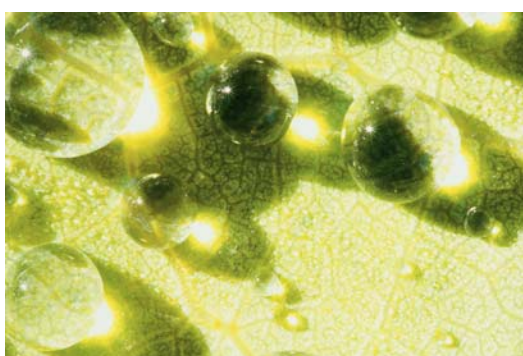
Ainsi, à moins que mes artères ne soient en téflon, la tête de mon fémur en zircone, mes dents en résine polymère à base de bisphénol-A, mon cristallin en polyméthacrylate de méthyle et ma poitrine remplie de gel de silicone (dieu merci, je suis un homme), *je* ne suis en aucun cas chimique car je n'ai pas besoin de la chimie pour exister en tant que tel. Cela signifie que les transformations que subissent les substances qui me composent naturellement *ne sont pas* intrinsèquement chimiques. Il en va de même pour la molécule d'ozone choisie au hasard dans la stratosphère, le nuage de dioxyde de soufre et de chlorure d'hydrogène qui s'échappe du volcan Pinatubo ou l'ADN des cellules gliales de mon chat.

En revanche, et la nuance est fondamentale, le mécanisme du cycle de Krebs est chimique, en tant qu'*élaboration théorique* descriptive d'un phénomène naturel. Le *concept* de molécule est chimique, comme la théorie des orbitales moléculaires, les descripteurs de la chiralité, le formalisme de l'équation-bilan. Le procédé de synthèse du chlore et de la soude l'est également, comme toutes les industries dont le rôle est de transformer la matière. Que l'*Union des Industries Chimiques*²⁹ soit rassurée, elle n'aura pas besoin de changer de nom...

Même si elle prétend reproduire les propriétés de la matière, la classification périodique des éléments est également chimique, soit en tant que catégorisation, soit en tant que produit de la théorie des orbitales atomiques, selon la période de l'histoire depuis laquelle on la considère. Et enfin, le polychlorure de vinyle, le paracétamol et l'héroïne le sont évidemment, puisqu'on ne les trouve pas originellement dans la nature.

Ainsi donc, une molécule d'eau interstellaire n'a de « chimique » que la caractéristique d'avoir été conceptualisée par les chimistes. Pour le reste, en tant que brique élémentaire de la matière, elle est tout à fait « naturelle ». Pourtant, ce discours n'est pas le plus habituel et les chimistes ont malheureusement pris l'habitude de qualifier de « chimiques », non seulement les concepts et les modèles de la chimie, mais également les objets que ces modèles décrivent (figures 9a et 9b).

Notons que si nous réprouvons cette habitude, nous ne pensons pas qu'elle soit totalement incohérente pour autant, à condition de savoir de quoi on parle, ce qui est le cas au sein de la communauté des chimistes. Ainsi, à la suite de la citation évoquée plus haut et liée à la note 11, on trouve la phrase : « Les produits chimiques naturels et anthropiques peuvent tous avoir des effets toxiques ». La distinction produit chimique/produit naturel y est donc remplacée par la distinction produit chimique anthropique/produit chimique naturel. Pourquoi pas, même si nous trouvons l'idée contestable d'un point de vue épistémologique.



Figures 9a et 9b.

L'eau : substance naturelle et représentation chimique.

Mais n'oublions pas que cet article se situe au cœur de la problématique de la communication de la chimie : hors de la communauté des chimistes, cette distinction est porteuse d'ambiguïtés qui s'avèrent absolument dramatiques, pour toutes les raisons évoquées plus haut. Ainsi, que pensera le profane de la phrase qui suit dans le même texte : « Pourquoi les produits chimiques sont-ils toxiques ? », alors qu'elle entend simplement demander : « Pourquoi certaines substances sont-elles toxiques ? ». Manifestement, le mot « chimique » est encore une fois de trop...

La confusion n'est pas propre qu'à la chimie et elle reflète peut-être le lointain héritage d'un certain *Monsieur Jourdain* (Molière, 1670). On peut ainsi voir des enseignants s'étonner à juste titre d'apprendre, après 30 ans de pratique intuitive et réfléchie de l'enseignement, qu'ils pratiquent une pédagogie « socio-constructiviste ». Ou des responsables de communication aguerris se voir affirmer que leur approche est « mémétique »... Certes le modèle socio-constructiviste décrit particulièrement bien l'apprentissage des élèves dans certaines situations, parmi lesquelles, peut-être, le cours de tel enseignant ; certes la mémétique, en tant que théorie de la contagion des idées fondée sur une analogie avec la sélection naturelle, est capable d'apporter un éclairage sur les raisons du succès de tel mode de communication. Mais on ne peut pour autant prétendre que l'enseignement et le mode de communication en question sont respectivement « socio-constructiviste » ou « mémétique » !

A moins, bien sûr, qu'ils ne soient des applications directes des modèles des mêmes noms...

NUANCES CONCLUSIVES

Il en va point par point de même pour la chimie. Même s'il est des cas, c'est vrai, où la frontière n'est pas si nette, et c'est le sort de toute tentative de rationalisation. Car si la molécule d'eau évoquée ci-dessus n'est plus interstellaire mais provient cette fois de l'océan, si en outre, par le plus grand des hasards, il s'agit de l'une de celles que Lavoisier synthétisa en 1783, elle devient un *produit de la chimie* et à ce titre, mérite le qualificatif de « chimique » !

Dont acte... Les molécules d'eau pourront être chimiques ou naturelles, selon leur origine. Mais grâce à quoi les pollutions seront bien moins souvent chimiques qu'on ne l'a fait croire en insistant sur le fait que *tout*, des productions de la chimie aux objets qu'elle se contentait de décrire, était chimique. Car si les frontières des tentatives de rationalisation sont souvent floues, c'est également de ce flou que peuvent émerger de nouvelles richesses.

Ainsi toutes les productions de la chimie seront chimiques, même si les molécules correspondantes existent par ailleurs dans la nature. Plus subtilement, une substance purifiée, même si elle n'a pas été synthétisée, pourra être qualifiée de chimique : le sel de Guérande sera naturel, mais une fois recristallisé et conditionné pour une utilisation en laboratoire, il sera devenu un « produit chimique ».

Qu'en est-il des polluants urbains ? A nouveau la question est délicate, car leur caractère polluant est autant lié à une utilisation individuelle de véhicules et de systèmes de chauffage... qu'à la fourniture par la pétrochimie de combustibles raffinés destinés à être brûlés (figure 10). Peut-être faudra-t-il alors s'autoriser à considérer que, comme la molécule d'eau évoquée plus haut, les polluants urbains ont une double nature : chimique et... sociétale.



Figure 10.

Polluants urbains : une double nature, chimique et sociétale.

Ce dernier exemple dérange. En matière de pollutions, la recherche d'un qualificatif qui ne mette pas la chimie en cause est-elle la question la plus urgente à résoudre ? Car finalement, qu'elles soient chimiques ou sociétales, les pollutions les plus préoccupantes sont d'abord et par-dessus tout anthropiques, c'est-à-dire liées aux activités humaines, quelles qu'elles soient. Par suite, c'est par les humains tous ensemble que les solutions doivent être élaborées, chimistes et profanes réunis.

Mais ce n'est que lorsque les chimistes auront appris à écouter les peurs et à respecter les valeurs des profanes qu'ils pourront leur parler de leur discipline sans s'isoler et se décrédibiliser, et qu'ils auront une

chance de les convaincre qu'ils ne sont pas des apprentis sorciers. Gageons que les profanes retrouveront alors leur confiance perdue et s'empresseront d'associer les chimistes à leurs réflexions environnementales et sanitaires. Car finalement, qui mieux que les chimistes connaissent les propriétés de la matière, qu'elle soit synthétique ou naturelle ?

Alors seulement seront réunies les conditions d'une coopération durable dans la mise en œuvre de projets communs, pour le bien de l'humanité.



Richard-Emmanuel Eastes

Département d'Études Cognitives - Ecole normale supérieure
45, rue d'Ulm – 75005 Paris – FRANCE

Commission Chimie & Société – Maison de la Chimie
28, rue Saint Dominique – 75007 Paris – FRANCE

Laboratoire de didactique et d'épistémologie des sciences
Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation
40, boulevard du Pont d'Arve – CH-1211 Genève – SUISSE

Tel : 33 6 82 80 35 26 – Fax : 33 1 44 32 36 10

E-mail : richard-emmanuel.eastes@ens.fr

Page portail personnelle : <http://eastes.free.fr>

BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE

BENSAUDE-VINCENT B., *Faut-il avoir peur de la chimie ? Les empêchés de penser en rond*, Seuil, 2005, Paris.

STENGERS I., BENSAUDE-VINCENT B., *100 mots pour commencer à penser les sciences*, Les Empêchés de penser en rond, 2003, Paris.

CALLON M., LASCOURMES P., BARTHE Y., *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Le Seuil, 2001, Paris.

LATOURET B., *La science en action*, Folio, 1995, Paris.

¹ Site d'*Aroma-zone* : <http://www.aroma-zone.com/aroma/savons.asp>

² Site de *L'Express* : <http://www.lexpress.fr/info/sciences/dossier/pollution/dossier.asp?ida=429548>

³ Site de l'*Académie de Nancy-Metz* : <http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Bidon/ECOTOX/present-ecotox.HTM>

⁴ Site *e-santé.fr* : <http://www.e-sante.fr/magazine/article.asp?idArticle=5062&idRubrique=4>

⁵ Notons tout de même que les Suisses, bien que confrontés à des problèmes similaires à ceux de la chimie française, n'hésitent pas à porter leur linge « au chimique », c'est-à-dire dans les boutiques de nettoyage à sec dont les enseignes indiquent sans vergogne *Nettoyage chimique*.

⁶ Lire à ce sujet son excellent article *Chimie et Société : des relations sulfureuses* dans *Le Chimiste et le Profane : Partager, dialoguer, communiquer, vulgariser, enseigner... L'Actualité Chimique*, n°280/281, novembre-décembre 2004, sous la direction de EASTES R.-E. et PELLAUD. F. Numéro consacré à la problématique générale de la médiation de la chimie.

⁷ Paradoxalement, *l'alchimie* (en tant que métaphore de relations amoureuses ou professionnelles particulièrement réussies, telles que celles qui se développent entre un homme et une femme ou dans un groupe de travail efficace) a parfois même acquis un sens plus favorable que la chimie elle-même.

⁸ BARLET R., *L'espace épistémologique et didactique de la chimie*, *L'Actualité Chimique*, n°4, avril 1999.

⁹ Site du Ministère des solidarités, de la santé et de la famille : <http://www.sante.gouv.fr/html/pointsur/ethersglycol/>

¹⁰ Le *Roundup* n'intoxique pas que les mauvaises herbes, *Le Monde*, 12/03/05.

¹¹ Site du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail : <http://www.cchst.ca/reponsesst/chemicals/poisonou.html>

-
- ¹² Bureau de la Commission Chimie et Société, *Chimie et Société : Quel dialogue ? L'Actualité Chimique*, n°287, juin 2005.
- ¹³ Identifiant et précisant la menace constituée par l'introduction des CFC dans l'atmosphère, les travaux de P. Crutzen, M. Molina et F. Sherwood Rowland ont conduit à l'adoption du protocole de Montréal en 1987 et à une réglementation internationale éliminant la fabrication de ces produits.
- ¹⁴ <http://www.artac.info/>
- ¹⁵ Selon l'expression inventée par le Norvégien Arne Naess en 1973, la *deep ecology* appartient à ces mouvements écologistes qui sacralisent l'entité abstraite que l'on appelle Nature, et remettent ainsi en cause la position hégémonique que l'homme occupe en son sein. La nature n'est plus au service de l'homme, mais celui-ci doit s'y soumettre, éventuellement jusqu'au sacrifice suprême si elle le réclame. *L'écologie profonde* s'appuie sur la notion d'égalité biocentrique, signifiant que tous les êtres vivants ont le même droit de vivre et de se développer, au nom d'une supposée capacité d'auto-conscience (capacité à éprouver clairement désirs, plaisirs et souffrances). Ses fondements amènent par suite ses adeptes à défendre des positions extrêmes en matière de défense des droits des animaux et de protection de l'environnement, telles que la planification autoritaire des naissances, voire de la mort.
- ¹⁶ RIGNY P., *Pratiques scientifiques et maîtrise de l'environnement*, Les Cahiers des clubs ECRIN, Paris, 2004.
- ¹⁷ Site de la communauté européenne relatif à l'impact environnemental des substances chimiques : <http://europa.eu.int/comm/environnement/chemicals/index.htm>
- ¹⁸ JULLIARD J.-F., *Les caïds de l'industrie chimique ont fait la loi à Bruxelles*, Le Canard enchaîné, 22 sept. 2004.
- ¹⁹ CALLON M., *Des différentes formes de démocratie technique*, Les Cahiers de la sécurité intérieure, 38 (1999).
- ²⁰ CALLON M., *Plaidoyer en faveur du réchauffement des relations entre science et société : de l'importance des groupes concernés*, L'Actualité Chimique, n°280/281, novembre-décembre 2004.
- ²¹ LEVY-LEBLOND J.-M., *Science, culture et public : faux problèmes et vraies questions*, AECYA, janvier 2003.
- ²² La philosophe Isabelle Stengers parle quant à elle de « cosmopolitique ». STENGERS I., *Cosmopolitiques*. 7 ouvrages publiés aux éditions La Découverte.
- ²³ PELLAUD F., actes en ligne de la journée d'étude de la Commission Chimie et Société : *Chimie et Société : Quel dialogue ?* Paris, 2004.
- ²⁴ TESTART J., *Réflexions pour un monde vivable. Propositions de la Commission française du développement durable (2000-2003)*. Les petits livres, Mille et une nuits éditions, 2003, Paris.
- ²⁵ *Site non officiel de débat sur la drogue* : http://www.drogue-danger-debat.org/edito/edito_courant1.htm
- ²⁶ Un récent fascicule édité par l'Union des Industries Chimiques (...à la rencontre de la chimie, juillet 2005), au demeurant très clair et particulièrement informatif quant aux caractéristiques industrielles, financières et environnementales de la chimie française, nous apprend par exemple que « Innovation après innovation, la chimie fait progresser notre santé, notre confort et notre vie quotidienne ».
- ²⁷ Et que l'on ne saurait trop inciter à découvrir intégralement dans la référence suivante : BARBIER R., *Quand le public prend ses distances avec la participation : topiques de l'ironie ordinaire*, Natures Sciences Sociétés 13, 258-265, (2005).
- ²⁸ STENGERS I., *La sociologie de l'expertise*, PUF, 1993, Paris.
- ²⁹ <http://www.uic.fr>