

Les risques chimiques et leur gestion

Le rôle essentiel de la chimie est la découverte et l'invention de nouvelles substances utiles à la société et fondamentales pour l'amélioration des conditions de vie de l'Humanité. Cette discipline, en dépit de son caractère incontournable, est considérée comme une science à risque(s), responsable de nombreuses nuisances. L'utilisation de substances « chimiques » oblige à une évaluation de ces risques dès le début de la conception d'un nouveau produit ou dès la mise en œuvre d'une nouvelle application.

Les notions de danger et de risque sont souvent mal différenciées. Pour simplifier, nous pouvons dire que :

- **le danger d'une substance est l'effet négatif qu'elle est susceptible de produire (explosion, pollution...) ;**
- **le risque est la probabilité d'être exposé à ce danger.**

par Armand LATTES*

Bien que les risques chimiques semblent être ceux qui inquiètent le plus nos concitoyens, ils ne constituent pas l'un des problèmes actuels les plus préoccupants. Une enquête réalisée sur ce thème en 2004 par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) a montré que 1,4 % seulement des personnes sondées considéraient ces risques comme les plus préoccupants, loin derrière le chômage (22 %), l'insécurité (18 %) et le terrorisme (7,1 %). Mais pour cette même population, les installations chimiques sont en tête de celles qui sont les plus susceptibles de provoquer un accident grave, voire une catastrophe.

Risques chimiques naturels et malveillance intentionnelle

Toute substance pouvant être qualifiée de « chimique », l'on doit s'intéresser non seulement aux risques industriels, mais aussi à ceux que la nature – elle-même « chimique » – peut faire courir aux individus et à l'environnement.

Ainsi, l'éruption du volcan Pinatubo, en 1991, aux Philippines, s'est traduite par l'émission dans l'atmosphère de différents gaz toxiques, tandis que son explosion a projeté à 20 km d'altitude des particules qui ont contribué à attaquer la couche d'ozone, dont 20 % ont disparu, à la verticale de ce volcan.

En ce qui concerne les gaz à effet de serre, il ne faut pas oublier que les 6 milliards (et plus) d'êtres humains vivant sur la Terre respirent, et donc expirent du gaz carbonique, tandis que les ruminants émettent du méthane, qui est un gaz beaucoup plus néfaste que le gaz carbonique. Ce gaz, le méthane, représente en effet une menace permanente pour notre environnement, car, étant piégé sous forme d'hydrates dans certains sols gelés en permanence (permafrost), un réchauffement climatique trop important se traduirait par

sa libération en grande quantité dans l'atmosphère (or, il contribue puissamment à l'effet de serre).

Une autre cause d'inquiétude est l'émergence d'un terrorisme chimique : la fabrication d'une bombe artisanale ou la synthèse d'un toxique chimique est à la portée d'un chimiste débutant.

Il est intéressant de citer, à cet égard, une conséquence de l'attentat du 11 septembre 2001 contre les tours du World Trade Center : l'effondrement des tours a provoqué l'émission d'un million de tonnes de poussières dans l'atmosphère au-dessus du quartier de Manhattan, soit l'équivalent de ce que rejettent en un an dix-mille incinérateurs d'ordures ménagères moyens (heureusement, sans conséquence immédiate).

Risques industriels accidentels et/ou chroniques

Le premier événement accidentel de grande ampleur survenu en France date de 1794, année où la poudrière de Grenelle, à Paris, a explosé, provoquant la mort d'un millier de personnes. Depuis, parmi les catastrophes importantes survenues dans le monde, on peut citer :

- ✓ l'explosion de l'usine chimique d'Oppau, en Allemagne. Le 21 septembre 1921, un stock de nitrate et de sulfate d'ammonium a explosé : la ville a été entièrement détruite, 561 morts et près de 2 000 blessés ayant été dénombrés ;
- ✓ le poison de Seveso : le 10 juillet 1976, à la suite d'une erreur de manipulation, une grande quantité de dioxine a été rejetée dans l'atmosphère à Seveso, dans la banlieue milanaise, provoquant réactions cutanées et autres troubles chez les riverains, sans cependant que l'on ait eu à déplorer de décès.

Impressionnée par cet événement, la communauté européenne a renforcé la législation en matière de prévention d'incidents majeurs potentiels en adoptant, en 1982, une première directive européenne, dite Seveso I, qui allait être renforcée, en 1996, par une seconde directive, dite Seveso II. (Au 10 Octobre 2001, on dénombrait 1 239 établissements classés « Seveso II », une partie d'entre eux appartenant à d'autres branches que la chimie) ;

- ✓ le dégagement de vapeurs d'un liquide toxique, l'isocyanate de méthyle, à Bhopal, en Inde, le 3 décembre 1984. Là encore, en raison de la mauvaise formation du personnel, un incident survenu lors de la fabrication d'un insecticide s'est transformé en un drame épouvantable : le plus grave accident d'origine chimique jamais survenu en milieu industriel ! De 2 500 à 5 000 personnes y ont perdu la vie et plusieurs centaines de milliers d'autres ont été intoxiquées plus ou moins gravement (les chiffres sont restés très imprécis). La société Union Carbide, responsable de l'usine, a été amenée, par la suite, à mettre en place dans cette usine une nouvelle méthode de fabrication de l'insecticide en question, dans laquelle l'isocyanate de méthyle est consommé au fur et à mesure de son obtention, ce qui évite d'avoir à le stocker ;
- ✓ l'incendie de l'usine d'engrais Sandoz, le 1^{er} novembre 1986, près de Bâle (en Suisse). Cette usine a été entièrement ravagée par un incendie : les produits chimiques entraînés par l'eau répandue par les pompiers ont été dispersés dans le Rhin, provoquant une très forte pollution tout le long de l'aval de ce fleuve (de façon spectaculaire, la nature a rapidement effacé les traces de cet accident, réhabilitant le milieu aquatique dix fois plus vite que ce qui était redouté) ;
- ✓ l'explosion de l'usine AZF à Toulouse, le 21 septembre 2001 (quatre-vingts ans, jour pour jour, après la catastrophe d'Oppau), causée par un stock de nitrate d'ammonium, a conduit à la plus grave catastrophe industrielle en France depuis la Première guerre mondiale, faisant 30 morts, 10 000 blessés, détruisant 500 logements et en endommageant 27 000.

Ces exemples de risques industriels accidentels frappent beaucoup l'imagination du public, mais aussi importants (sinon plus) sont les risques industriels chroniques, plus ou moins insidieux, qui conduisent à des situations de crise pouvant durer plusieurs années.

Il en est ainsi des exemples suivants :

- ✓ les intoxications de Minamata, petite ville du Japon, où l'usine Chisso rejetait du mercure dans la baie (27 tonnes de composés mercuriels, en 30 ans). Dans les années 1950, un tiers des enfants de cette localité sont nés avec un retard mental, tandis que d'autres, sont morts en grand nombre avant d'avoir atteint l'âge de 4 ans ;
- ✓ le trou dans la couche d'ozone, dont sont responsables les chlorofluorocarbures, des gaz utilisés dans les réfrigérateurs et les conditionneurs d'air, ainsi que comme gaz propulseur dans les bombes insecticides, cosmétiques, etc. De quarante à cinquante ans seront nécessaires pour revenir au taux d'ozone initial dans cette couche supérieure de notre atmosphère ;

- ✓ les pluies acides, dont sont responsables les émissions de composés soufrés (provenant des centrales thermiques utilisant le charbon comme combustible) et de composés azotés (dus essentiellement aux gaz d'échappement des voitures et des camions) ;

- ✓ le réchauffement climatique et les gaz à effet de serre. La température moyenne sur notre planète a augmenté depuis le début de l'ère industrielle (vers 1880). Cet effet s'accélère en raison de la forte industrialisation, de l'utilisation de moyens de transport polluants et d'une demande énergétique globalement croissante (en particulier pour l'habitat).

L'industrie chimique, injustement accusée, ne contribue que pour une faible part à l'émission de ces gaz. L'Union des Industries Chimiques a chiffré cette contribution, à la fin du siècle dernier, à 2,1 % des oxydes d'azote, 4,5 % du CO₂, 2,4 % des composés organiques volatils et 9,5 % du dioxyde de soufre.

A titre d'exemple de risque chronique extrême, l'on peut citer Norilsk, en Sibérie, une ville de plus de 150 000 habitants, la plus septentrionale au monde. Son combinat métallurgique provoque une pollution dramatique : on ne peut plus planter d'arbres, les vaches ont toutes disparu, les ouvriers travaillent dans de véritables chambres à gaz, et l'on relève 13 visites médicales par habitant et par an.

Les risques chimiques chroniques s'expriment donc, en général, par des rejets atmosphériques de gaz et de produits toxiques, par la contamination des cours d'eau, de la nappe phréatique, des sols, et parfois, même, de la chaîne alimentaire.

Ces risques sont imputables à plusieurs produits : aux particules fines et ultrafines (nanoparticules), dont la responsabilité incombe surtout aux transports, aux métaux lourds (notamment le mercure et le plomb) et aux pesticides.

Les toxiques chimiques les plus dangereux sont à l'origine de trois types de risque : cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (perturbateurs endocriniens). L'absence de données quantitatives sur la plupart des substances chimiques a conduit à plusieurs initiatives, qui, toutes, visent une meilleure gestion des risques.

Analyse des responsabilités

L'énumération précédente permet de mettre en évidence quelques-unes des causes responsables de ces accidents. Parmi celles-ci, on peut citer :

- ✓ le manque de connaissances, qui peut caractériser la catastrophe d'Oppau (le nitrate d'ammonium, est à la fois un engrais et un explosif), ainsi que la formation du trou dans la couche d'ozone (dû pour une large part aux chlorofluorocarbures) ;
- ✓ la volonté de produire quel qu'en soit le prix, avec l'exemple de Norilsk ;
- ✓ l'irresponsabilité, comme lors du relargage dans le Rhin des eaux utilisées par les pompiers, enrichies (!) des produits toxiques de Sandoz ;

- ✓ les erreurs de manipulation, responsables de la dispersion de substances toxiques dans l'atmosphère, à Seveso ;
- ✓ le manque de formation, qui explique (en partie) la catastrophe de Bhopal ;
- ✓ la combinaison de plusieurs de ces facteurs, dans le cas de Minamata, au Japon.

Retours d'expériences

Une gestion plus stricte aurait dû permettre, dans plusieurs de ces exemples, d'éviter le pire. L'on peut également penser que les enseignements tirés de ces catastrophes ont pu servir de leçon : ce n'est malheureusement pas toujours le cas ! Ainsi les événements d'AZF n'ont pas bénéficié des précédents d'Oppau, ni d'autres plus récents (accident à Brest en 1947, par exemple).

Le jugement rendu, le 19 novembre 2009, par le tribunal correctionnel de Toulouse montre les difficultés qui se présentent quand plusieurs facteurs interviennent :

- ✓ une enquête incomplète, suite à une prise de position prématurée du procureur ;
- ✓ un manque de preuves quant à la nature exacte de l'événement ;
- ✓ des pressions des médias, à la recherche du sensationnel ;
- ✓ des problèmes d'intérêt et d'assurances.

La gestion des risques

La place privilégiée de l'industrie chimique au sein du monde industriel dans son ensemble lui vaut d'être la cible de l'opinion publique, qui l'accuse d'avoir, de par ses activités, des effets néfastes sur la santé des humains et sur l'environnement. Conscients de ces critiques, les gouvernements, groupements, associations, etc. ont réagi et, ce, à deux niveaux :

- ✓ par la publication de textes faisant office de lois, ou de déclarations d'intention ;
- ✓ par des propositions de solutions techniques accompagnées de règles de conduite scientifiques.

Nous nous bornerons ici à examiner chronologiquement l'évolution des positions administratives, en réservant pour plus tard l'examen des solutions techniques.

C'est aux Etats-Unis, en 1976, sous la présidence de Gerald Ford, qu'une loi a été promulguée : le *Toxic Substances Control Act* (TSCA), qui est resté inchangé depuis plus de trente ans. Le TSCA a pour objectif d'évaluer les effets sur la santé et l'environnement des composés nouveaux avant leur entrée sur le marché américain.

C'est l'*Environmental Protection Agency* (EPA) qui est chargée d'effectuer les contrôles nécessaires à l'application de la loi, laquelle lui reconnaît aussi le droit de demander aux producteurs d'effectuer les tests de toxicité nécessaires pour toute substance déjà sur le marché. Son autorité s'étend également au contrôle des produits à risque, que l'Agence a le droit d'interdire.

En 1976, 63 000 produits figuraient à l'inventaire du TSCA. Depuis cette date, tous les nouveaux produits (soit

environ 25 000) ont été évalués par l'EPA avant d'être inscrits à l'inventaire : sur un total de 88 000 produits, 10 % seulement (soit environ 8 300 substances) sont commercialisés en quantités significatives.

Pendant la dernière décennie, l'EPA s'est appuyée sur l'industrie chimique pour obtenir de celle-ci, sur la base de déclarations volontaires, les informations qui lui manquaient en ce qui concerne certaines substances produites en grandes quantités. En 1998, l'EPA, secondée par un groupe d'avocats de l'environnement (*Environmental Defense Fund*) et par un syndicat professionnel, l'*American Chemical Council* (ACC), ont œuvré afin que soient réalisés et publiés les tests de toxicité de plus de 2 500 composés organiques préparés ou importés en quantité supérieure à 500 tonnes par an. En réponse à ce programme, appelé *High Production Volume (HPV) Challenge Program*, 2 000 producteurs se sont engagés à fournir les informations. En 2008, soit trois ans après la clôture de ce programme, des résultats définitifs ont été rapportés pour un peu plus de la moitié des produits, tandis que 25 % ne faisaient l'objet que de résultats incomplets. Pour les produits restants, les producteurs n'ont pas répondu, en dépit de leurs engagements.

Un programme ambitieux a été confié à l'EPA par l'Administration Bush en 2007 : à l'horizon 2012, estimer les risques de plus de 9 000 produits chimiques dont les volumes commercialisés atteignent au minimum les 12 tonnes par an.

Plus de trente ans s'étant écoulés, les critiques concernant l'application du TSCA se résument en trois points :

- ✓ manque d'informations sur les produits déjà dans le commerce, souvent pour de prétendues raisons de confidentialité ;
- ✓ difficultés liées à la gestion du risque produit par produit, dont l'estimation est lente et pesante ;
- ✓ traitement inégal des produits nouveaux et des produits existants alors que les produits déjà commercialisés avant 1979 représentent 99 % (en volume) des produits vendus aujourd'hui.

Abandonnons un instant les Etats-Unis, pour nous intéresser à une initiative d'envergure dont le point de départ se situe au Canada. En 1985, la Fédération Canadienne de l'Industrie Chimique a lancé l'opération « *Responsible Care* » (R.C.), qui consistait à demander aux industries chimiques :

- ✓ d'améliorer leurs performances dans les domaines de la santé, de la sécurité et de l'environnement ;
- ✓ de respecter une transparence totale sur leurs activités et résultats dans ces domaines ;
- ✓ de coopérer avec toutes les parties prenantes (gouvernements, pouvoirs locaux, associations, etc.).

Les Etats-Unis, puis l'Europe, ont adopté cette ligne de conduite. En 1990, la France, à l'initiative de l'Union des Industries Chimiques (UIC), s'est associée à cette demande retenue par 52 pays dans le monde, dont le nom traduit en français est « Engagement de Progrès ». Après plus de quinze ans de fonctionnement, la nécessité d'harmoniser le R.C. à l'échelle mondiale et de lui donner une meilleure cohérence s'est imposée à ses signataires, ainsi

d'ailleurs que le devoir de s'engager davantage sur les plans social et environnemental. De même, il devenait nécessaire d'améliorer la transparence, grâce à une meilleure communication. Le 5 février 2006, à Dubaï (Emirats Arabes Unis), durant la 9^e session extraordinaire du conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), le Conseil International des Fédérations de l'Industrie Chimique (ICCA) a établi la charte mondiale du R.C. Cette charte permet de répondre d'une même voix aux attentes sociétales dans le monde entier, en cohérence avec les principes environnementaux prescrits par le Pacte mondial de l'ONU. Le 16 novembre 2006, l'UIC a apporté son soutien à cette charte. Les Présidents ou les Directeurs généraux des sociétés multinationales établies en France se sont engagés, par une déclaration de soutien, à avancer sur la voie du développement durable, à poursuivre l'amélioration des performances dans les domaines de l'environnement, de la sécurité et de la santé, à soutenir et faciliter l'extension adaptée du R.C. au long de la chaîne de valeur, à répondre aux attentes et aux interrogations des parties prenantes. Parmi les réalisations du R.C, retenons le développement du *Product Stewardship*, c'est-à-dire de la gestion des produits tout au long de leur cycle de vie, en cohérence avec le règlement européen REACH.

Rappelons les principes et objectifs du règlement REACH, un acronyme signifiant *Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals*. Adopté le 18 décembre 2006 par le Conseil européen après cinq ans de débat, ce règlement remplace quarante textes législatifs en vigueur : un des premiers mérites qu'il faut lui reconnaître, est celui d'apporter davantage de concision et de simplicité que les textes en vigueur précédemment. Il vise à l'identification des produits chimiques et, pour les plus dangereux d'entre eux, à leur élimination progressive. Sa grande innovation réside dans le fait que c'est aux producteurs, et non aux autorités publiques, qu'il incombe de prouver que les risques liés aux substances répertoriées sont valablement maîtrisés. REACH impose aussi à tous les producteurs et importateurs d'obtenir et de fournir les informations sur les substances mises sur le marché européen en des quantités excédant une tonne par an, ce qui représente environ 30 000 substances. Applicable dans tous les pays de l'Union européenne depuis le 1^{er} juin 2007, un pré-enregistrement des substances chimiques concernées a été réalisé entre le 1^{er} juin 2007 et le 1^{er} décembre 2008.

Devant ce bilan, il est intéressant de rechercher ce qui sépare les positions américaines des positions européennes. Outre le problème d'échelle, (12 tonnes, contre 1 tonne – mais ne vaudrait-il pas mieux s'intéresser aux risques qu'aux quantités ?) :

- ✓ en Amérique du Nord, la mise en application des principes de protection est basée sur le volontariat ; de plus, c'est l'usage d'une substance qui conditionne la réglementation à appliquer, et non pas sa formule ;
- ✓ en Europe, il s'agit d'un règlement autoritaire, imposé, à la différence du *Responsible Care* ou des relations entre l'EPA et l'industrie américaine. Contrairement aux Etats-

Unis, qui fondent leurs règlements sur l'évaluation des risques, l'Europe s'interroge sur le danger intrinsèque des substances.

Force est de constater cependant que les Canadiens, précurseurs en la matière, ont évalué la moitié des 23 000 produits chimiques répertoriés dans le commerce de leur pays et qu'ils commencent à contrôler et à réguler des substances identifiées comme présentant un risque pour la santé et l'environnement.

Aux Etats-Unis, le *HPV Challenge Program* répond en partie (malgré ses faiblesses) aux attentes des protecteurs de l'environnement, tandis que la Californie se propose de promouvoir la chimie verte.

On assiste donc, en dehors de l'Europe, à des actions volontaristes qui semblent rejoindre sur plusieurs points l'esprit du règlement REACH. Bien sûr, on peut s'interroger sur les motivations des volontaires : réalisme et efficacité, ou réelle volonté de progrès ? L'exemple de l'amiante, dont l'interdiction par l'EPA a été rejetée par une cour fédérale américaine, nous autorise à poser cette question.

Devant cette ambiguïté, il est bon de rappeler que la protection de la santé et de l'environnement est un problème mondial qui n'admet pas de frontière ! Ajoutons à cela les aspects matériels, très lourds, que la directive REACH va imposer aux industriels européens confrontés à des concurrents qui, hors Europe, n'auront pas à l'appliquer. Une petite correction à cette distorsion serait l'attribution d'un label REACH confirmant la qualité environnementale. Mais ceci ne serait qu'une petite réforme et on est en droit de souhaiter que le règlement REACH ne soit pas limité à l'Europe, mais qu'il soit adopté par le monde entier. Quand on examine le contenu du TSCA, les missions de l'EPA et celles du R.C., que manque-t-il pour rédiger un règlement mondial ? Il manque la volonté d'agir pour le bien de l'humanité, la bonne foi dans l'application des règles et des lois, mais surtout le désir de se donner les moyens d'appliquer réellement des dispositions soumises jusqu'alors à un volontariat problématique.

La position américaine face au protocole de Kyoto donne à cette proposition l'apparence d'un vœu pieux... mais le temps devrait (peut-être) arranger les choses. C'est ainsi qu'en mai 2008, un député et un sénateur américains ont déposé un projet de loi destiné à réviser le TSCA, dans lequel il est proposé d'imposer aux producteurs d'apporter eux-mêmes la démonstration de l'innocuité de leurs produits. A défaut de respecter cette règle, les compagnies ne pourraient pas préparer ou importer des substances chimiques aux Etats-Unis (nous noterons, ici, une certaine analogie avec une des clauses du règlement REACH).

Ce serait à l'Europe, en s'appuyant si possible sur le Canada et la Californie engagés dans une démarche courageuse de développement durable, d'agir dès maintenant pour l'adoption du règlement REACH par les pays dont l'industrie chimique est parmi les plus performantes. On peut espérer, enfin, que cela permettrait de favoriser le partage des données, dans le cadre d'une démarche qui ne peut être en l'occurrence que volontaire.

Qu'en est-il de l'application du Règlement REACH en 2010 ?

Rappelons, tout d'abord, le contenu du règlement REACH, à partir de la signification de cet acronyme :

R (comme *Registration*) : enregistrement obligatoire, par les fabricants et les importateurs, des substances produites ou importées en quantité supérieure à une tonne par an, avec transmission d'un dossier *ad hoc* à l'Agence Européenne d'Helsinki (*European Chemicals Agency - ECHA*).

Tous les acteurs sont concernés : ils sont responsables de la fourniture des données et de l'évaluation des risques. Il s'agit des fabricants et des importateurs, sans oublier les distributeurs et les utilisateurs en fin de chaîne : il en résulte des obligations d'information réciproque.

E (comme *Evaluation*) : évaluation des dossiers par l'ECHA.

ACh (pour *Authorization and Restriction of Chemical substances*) : autorisation pour l'utilisation des substances chimiques dites « extrêmement préoccupantes ».

Ainsi, à l'origine, 30 000 substances potentiellement dangereuses devaient être examinées (sur les 100 000 substances au total utilisées en Europe).

Les substances les plus dangereuses (cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques, dites CMR, réparties en deux catégories, 1 et 2) doivent désormais être soumises à autorisation.

La mise en œuvre du programme REACH

Les étapes successives en sont les suivantes :

- ✓ inventaire par l'entreprise, qui doit répertorier les substances et produits utilisés sur l'ensemble de ses sites, vérifier s'ils ont été enregistrés par le fournisseur ou non, déterminer les quantités en jeu et les exigences applicables : le fournisseur identifie les usages faits par le client et il en évalue les risques ; le client vérifie que le risque d'utilisation est bien couvert par le fournisseur ;
- ✓ enregistrement et pré-enregistrement ; entre le 1^{er} juin 2007 et le 1^{er} décembre 2008, les entreprises pouvaient procéder à un pré-enregistrement en déclarant les substances produites ou mises en œuvre auprès de l'Agence, via un système informatique. En contrepartie, elles bénéficient de délais d'enregistrement pouvant aller jusqu'en 2018. Il existe aussi un dispositif de partage des données et des coûts d'enregistrement (forum d'échange d'informations sur les substances) ;
- ✓ autorisation (éventuellement renforcée en ce qui concerne les 1 500 à 2 000 substances, « très préoccupantes »). La liste sera établie progressivement par la communauté européenne.

L'expérience va s'étaler sur onze ans, selon le programme ci-après :

- ✓ avant janvier 2011, doivent être traitées :
 - = les substances produites ou importées en quantité supérieure à 1 000 tonnes /an ;

- = les substances dites CMR (de catégorie 1 et 2), produites en quantité supérieure à 1 000 tonnes /an ;

- = les substances classées R50/53 (très toxiques pour les organismes aquatiques) ;

- ✓ avant janvier 2013, seront prises en compte les substances produites ou importées en quantité supérieure à 100 tonnes/an ;

- ✓ avant janvier 2018, seront traitées les substances produites ou importées en quantité supérieure à 1 tonne/an.

Dernières informations sur le programme REACH

À l'origine, l'on pensait que 27 000 sociétés soumettraient 180 000 préinscriptions portant sur près de 30 000 produits. En réalité, ce sont 65 000 sociétés qui ont déposé environ 2 700 000 préinscriptions, portant sur 140 000 produits !! Cette escalade dans la réponse pose de nombreux problèmes, dont certains ont été relevés dans un article relatif à l'expérimentation animale publié dans la revue *Nature* du 27 août 2009 et écrit par Thomas Hartung, toxicologue à l'université John Hopkins (Baltimore, Maryland) et Constanza Ravida, une chimiste italienne :

- ✓ les coûts du programme au cours de la prochaine décennie, initialement prévus entre 1,6 et 2 milliards d'euros, s'élèveraient, en fait, à 9 milliards ;

- ✓ le nombre d'animaux nécessaires pour effectuer les tests de toxicité seraient non plus de 2,6 millions, mais de 54 millions !!!

On conçoit aisément que cette tribune a entraîné une vaste polémique tant parmi les défenseurs des animaux qu'auprès de l'ECHA, qui conteste les coûts avancés, tout en reconnaissant une augmentation significative du nombre d'animaux de laboratoire nécessaires.

Les substances « extrêmement préoccupantes »

Suite aux propositions de plusieurs pays membres de l'Union européenne, l'ECHA a inscrit 15 produits chimiques au tableau des substances « extrêmement préoccupantes ». Cette inscription génère immédiatement de nouvelles obligations légales pour les compagnies qui les produisent, pour celles qui les commercialisent ou pour celles qui les utilisent :

- ✓ au 1^{er} décembre 2011, un fabricant doit notifier à l'ECHA tout produit renfermant plus de 0,1 % d'une substance inscrite à ce tableau, quand il en manipule au total plus de 1 t/an ;

- ✓ les compagnies doivent aussi donner aux industriels clients et aux consommateurs finals qui en font la demande suffisamment d'informations sur la façon d'utiliser le produit en toute sécurité.

Cette inscription devrait inciter les producteurs à développer des produits de remplacement inoffensifs.

Les limites d'application du règlement REACH

Le règlement REACH ne s'applique pas à la totalité des produits chimiques ! Certains domaines de risque, déjà

réglementés par ailleurs, sont totalement exemptés : les substances radioactives, les substances soumises à contrôle douanier, les intermédiaires non isolés, le transport des substances dangereuses et les déchets.

Certains autres produits faisant l'objet de mesures spécifiques de mise sur le marché soumises à des réglementations sectorielles, sont examinés par ailleurs : il s'agit, par exemple, des médicaments à usage humain et vétérinaire, des denrées alimentaires et des aliments pour animaux (y compris les arômes et additifs).

Les substances actives des produits phytosanitaires et biocides, régies par d'autres directives, sont exemptées d'enregistrement et d'autorisation au titre de REACH.

Enfin, les polymères font l'objet d'une exemption temporaire d'enregistrement tant que n'aura pas été établie « une méthode efficace et économique de sélection des polymères sur la base de critères techniques et scientifiques valables ».

Remarque

En marge de ces problèmes, on peut également citer une conséquence du déplacement des responsabilités, qui incombent désormais aux producteurs et importateurs. On peut craindre, en effet, que, si ceux-ci constatent un rapport bénéfice/coût des expertises trop faible, ils ne soient amenés à arrêter la livraison d'une ou de plusieurs substances. La conséquence serait alors de priver les entreprises en aval de leur matière première, les obligeant, en cas d'absence de solution de substitution, d'arrêter leur activité.

A nouvelles technologies, nouveaux risques : les nanotechnologies.

S'agit-il, à proprement parler, d'un risque chimique ?

Le carbone n'est pas considéré, en soi, comme « toxique » ou « préoccupant ». Mais les nanotubes de carbone suscitent incontestablement des craintes !

Or :

- ✓ il n'existe pas de textes spécifiques aux nanoparticules ou aux nanomatériaux ;
- ✓ on ne sait pas encore quel(s) paramètre(s) retenir pour caractériser la toxicité (ou la dangerosité) des nanoparticules, ni quel sera le critère qui justifiera la mise en œuvre des règles : leur taille, leur morphologie, leur état de surface, mais aussi leur nature chimique, sont autant de critères possibles éligibles pour le suivi toxicologique et éco-toxicologique de ces substances.

La mesure des effets des nanoparticules ne sera pas simple : rappelons simplement que l'on observe fréquemment un phénomène d'agrégation des nanoparticules qui conduit à des ensembles dont la taille n'est plus nanométrique ! Seule une cartographie de la dissémination intracorporelle de ces corps étrangers permettra d'en évaluer la dangerosité, le cas échéant.

Un débat est en cours au Parlement européen sur les aspects réglementaires des nanomatériaux, qui pourrait se traduire par une procédure d'enregistrement de ces nouveaux produits.

Une chimie nouvelle, pour un mode de développement durable

L'industrie chimique est désormais encadrée par un ensemble de nouveaux règlements, nationaux ou européens, dont l'objectif est de préserver la santé des habitants de la planète et leur environnement. Les chimistes, soucieux de leur image mais aussi acteurs responsables devant la société, n'avaient pas attendu ces règlements pour réagir et apporter leur contribution au grand mouvement du développement durable. Leur réaction s'inscrit dans la prise en compte de ce concept, dont il est bon de rappeler l'histoire.

C'est en juin 1972 que s'est tenue à Stockholm la première conférence mondiale sur l'environnement, qui a abouti à la création du Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Onze ans après, l'Assemblée générale des Nations Unies a mis en place la Commission mondiale sur l'Environnement et le Développement. Cette Commission présidée par Madame Gro Harlem Bruntland publia un rapport dont la France adopta les principes en 1989, et le traduisit sous l'intitulé de « Développement Durable », dont elle a donné cette définition : « Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ».

Par la suite, toutes les initiatives mondiales se sont inspirées de ce rapport :

- ✓ 1992, charte de la Terre, adoptée à Rio de Janeiro ;
- ✓ 2002, sommet de la Terre à Johannesburg, où Jacques Chirac lança cette phrase demeurée célèbre : « Notre maison brûle, et nous regardons ailleurs ! » ;
- ✓ 2005, adoption par le Parlement français de la Charte de l'Environnement, qui a été adossée à la Constitution, conférant notamment une valeur constitutionnelle au principe de précaution ;
- ✓ 2006, protocole de Kyoto sur la limitation des gaz à effet de serre, etc.

Les chimistes ont bien vite compris la place de leur discipline dans ce contexte, ce qui est parfaitement résumé par cette phrase d'Alain Devic, président de l'Union des Industries Chimiques : « Pas de développement durable sans chimie ».

La traduction des recommandations multiples, rappelées ci-dessus, dans le domaine des sciences chimiques est contenue en grande partie dans le concept émis en 1991 par Paul T. Anastas sous le nom de *Green Chemistry*. Ce programme soutient la conception de produits et de procédés qui réduisent (voire éliminent) l'usage et la formation transitoire de substances dangereuses. Il ne faut pas le confondre avec la chimie de l'environnement naturel et des polluants chimiques dans la nature, qui étudie, quant à elle, essentiellement les phénomènes chimiques se produisant dans l'environnement.

La *Green Chemistry* se propose de réduire et prévenir la pollution à la source, de minimiser les risques et d'optimiser l'efficacité des choix chimiques. La traduction en français, « Chimie Verte », est trop réductrice, car elle donne à penser

qu'il s'agit de la chimie issue des végétaux. Il faut lui préférer « chimie en faveur du développement durable » qui correspond bien à l'esprit du texte de Paul T. Anastas. L'adoption de ce concept revient à dépasser la période actuelle, où l'éco-efficacité est de mise, pour privilégier l'éco-conception en minimisant (ou en éliminant) la pollution à sa source même.

Dès 1997, un Institut, le *Green Chemistry Institute*, est fondé, puis, en 2001, intégré au sein de l'*American Chemical Society*. En 1995, un prix annuel, le *Presidential Green Chemistry Challenge Award*, est créé par le Président américain William Clinton. En 1998, Paul T. Anastas et John C. Warner proposeront 12 principes permettant de mettre en pratique les recommandations de la *Green Chemistry*. Enfin, en 2003, les 12 principes du *Green Engineering* vinrent compléter ce dispositif scientifique et technologique.

Les 24 principes ci-dessus constituent le socle sur lequel doivent s'appuyer les chimistes, les ingénieurs et les scientifiques afin de respecter l'environnement et la santé des êtres vivants. Ces principes proposent des règles simples ; il s'agit essentiellement :

- ✓ de préparer des produits respectueux de l'environnement et d'utiliser, quand cela est possible, des matières premières renouvelables ;
- ✓ de concevoir des procédés propres et optimisés en limitant l'utilisation des solvants habituels et en cherchant l'inspiration dans les processus biologiques ;

- ✓ de travailler dans des conditions énergétiques optimisées (catalyse, biotechnologies) ;

- ✓ de suivre en temps réel les réactions chimiques au moyen d'analyses performantes en continu, avec, pour recommandation principale, la nécessité de privilégier la sécurité !

Parmi ces principes, on voit que l'utilisation des végétaux (matière première renouvelable) figure en bonne place ! Cependant, elle ne représente qu'une partie des règles que les chimistes doivent respecter.

Il est désormais légitime de s'interroger sur la façon de procéder pour mettre en œuvre un tel programme. A cet effet, des actions de formation, d'information, de collecte de données et de recherche doivent être lancées.

Mais avant tout, il faut convaincre :

- ✓ les chercheurs, qui doivent trouver dans cette nouvelle voie une source d'inspiration ; ils doivent suivre des stratégies, parfois contraignantes, mais toujours profitables pour l'imagination ;

- ✓ les industriels, qui, à terme, devraient être gagnants en adoptant rapidement, dès lors que cela est possible, les principes « verts ».

Note

* Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier (Toulouse 3), Président honoraire de la Société Française de Chimie, de la Société de Chimie Industrielle et de la Fédération Française des sciences pour la Chimie.