

De l'emploi des armes chimiques lors de conflits à la Convention sur l'interdiction des armes chimiques et l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques

Jean-Claude Tabet

Résumé Devant la recrudescence de l'emploi d'armes chimiques, considérées comme armes de destruction massive par l'ONU, il est montré comment des règles sur leur interdiction totale de production et d'utilisation ainsi que sur la destruction de leurs stocks (encore partielle à ce jour) ont été dictées en 1993 à Paris par la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC) (appliquée dès 1996). Pour les 190 pays sur 196 ayant signé et ratifié la CIAC, un régime contraignant est institué pour l'industrie chimique des États parties, et ce sous l'égide de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC). Des vérifications sont faites par les inspecteurs de l'OIAC, les mêmes qui partent sur les sites de belligérance en cas d'allégation d'utilisation d'armes chimiques, afin de recueillir et vérifier des échantillons, comme récemment en Syrie. Ces derniers sont transférés pour confirmation dans une vingtaine de laboratoires des États parties désignés par l'OIAC (dont le Centre du Bouchet pour la France). Le travail important mené par l'OIAC, bien que restant dans l'ombre, a été récompensé par l'attribution du prix Nobel de la paix en 2013.

Mots-clés **Armes chimiques, Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC), États parties, Conseil scientifique consultatif, inspecteurs de l'OIAC, laboratoires désignés, universalité, prix Nobel de la paix.**

Abstract **From the use of chemical weapons during conflicts to the Convention for the Prohibition of Chemical Weapons and the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons**

Given the outbreak of the use of chemical weapons, considered by UN as mass destruction weapons, it is shown how rules for the global prohibition of their production and use as well for the destruction of their stocks (still incomplete nowadays) have been produced by the Convention for the Prohibition of Chemical Weapons (CPCW), in Paris in 1993 (applied since 1996). For the 190 countries (among 196) having signed and ratified the CPCW, a binding regime has been established for the chemical industry of the States Parties under the control of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW). Checks are undertaken by OIAC' inspectors, the same who are visiting the places of belligerency in case of assertion of chemical weapons' use, to collect and check samples, as recently in Syria. The samples are transferred for confirmation in about twenty laboratories of the States Parties designated by OPCW (including the French Centre du Bouchet). The important job performed by OPCW, even in the shadow, has been awarded the Nobel Peace Prize in 2013.

Keywords **Chemical weapons, Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), States Parties, scientific advisory board, OPCW inspectors, designated laboratories, universality, Nobel Peace Prize.**

La chimie, aussi noble soit-elle dans ses contributions, peut être utilisée pour atteindre des objectifs plus funestes, allant de la production d'armes chimiques (AC) antipersonnel aux armes chimiques de destruction massive. Déjà au XVII^e siècle, la Prusse et la France, dans l'Accord de Strasbourg de 1675, interdisaient l'emploi de balles empoisonnées. Avec l'évolution de la chimie au XIX^e siècle, la production d'armes chimiques à grande échelle devint un risque croissant. En 1874, une quinzaine d'États réagirent à cette menace en dégageant des règles « *sur les lois et coutumes de la guerre* » (Convention de Bruxelles, jamais ratifiée).

Ce n'est que vingt-cinq ans plus tard que la Convention de La Haye interdit clairement les AC, en particulier les gaz asphyxiants au sein de projectiles. Bien qu'à cette époque, les États belligérants aient pris conscience des risques de

l'emploi de ces armes, leur interdiction restera lettre morte. Cette situation s'aggrava dramatiquement durant la Grande Guerre (appelée en 1917 la « grande guerre chimique ») [1]. À la fin de la guerre, le Traité de Versailles prévoit des interdictions très contraignantes pour l'Allemagne, concernant la préparation ou l'importation des AC.

En 1922, la Conférence de Washington sur la limitation des armements maritimes stipule l'interdiction d'utilisation de gaz toxiques. Elle est suivie du Protocole de Genève de 1925 (dont la France est dépositaire), qui introduit la prohibition de gaz « asphyxiants », « toxiques » (notion variable selon l'époque) ou « similaires ». Le protocole, s'il prohibe l'emploi des AC n'interdit pas pour autant leur stockage et leur emploi en riposte par les États. De plus, l'industrie chimique n'est pas soumise au contrôle et à la

surveillance de leur production. Ces réserves juridiques et l'absence de contraintes rendent inefficace ce protocole. Par conséquent, les AC continuent à se développer entre les deux guerres mondiales, et de « nouvelles armes » apparaissent. C'est ainsi que les synthèses des gaz neurotoxiques comme le tabun (GA) ou le gaz sarin (GB), plus toxiques, sont mises au point. À l'exception du Zyklon B, ces AC ne sont pas employées durant la Seconde Guerre mondiale. Utilisées pendant la guerre sino-japonaise, leurs stocks seront dispersés, abandonnés dans les sous-sols et dans la mer.

Au cours de l'année du procès de chefs nazis à Nuremberg, quelques mois après la Conférence de San-Francisco (décidée lors de la Conférence de Yalta), l'ONU se constitue à New York, fondée sur l'alliance de 51 États et la Charte des Nations unies. Soulignons que l'ONU introduit pour la première fois, la **notion d'armes de destruction massive pour les AC**. La guerre froide, qui résulte des choix de systèmes politiques opposés, divise le monde en deux camps retranchés, autour des États-Unis et de l'URSS. Cela conduit les deux blocs à la course pour la production de nouvelles AC, plus meurtrières et de synthèses plus sophistiquées. Il s'agit en particulier des agents V (appelés VX et VR), plus stables et plus toxiques que le sarin. Ces armes sont stockées et il faudra un jour les détruire. Au sein de l'OTAN comme du Pacte de Varsovie, on se prépare à la guerre chimique. Cela devient un danger majeur, même si l'arme nucléaire, autre arme de destruction massive nouvellement apparue, devient la base de la politique dite « de dissuasion ». La dangerosité de la situation politique créée par la guerre froide est accrue par l'apparition d'un troisième bloc, celui des pays non alignés – qui peuvent eux aussi s'équiper, produire ou importer des AC.

C'est dans ce contexte, grâce à la mutation des esprits dans les années 1968-71, que le Comité sur le désarmement constitué par dix-huit puissances fait des propositions pour une Convention sur l'interdiction des armes biologiques qui émergent à leur tour. Tous ces États devaient s'engager à ouvrir des discussions sur un traité universel interdisant aussi les AC. La contrainte que constitue la vérification intrusive des sites industriels de production dans chaque État a entravé les bonnes intentions affichées [2]. Plus de dix ans après, en pleine guerre menée par l'Irak contre l'Iran (1981-1988), un an après l'emploi des AC par l'Irak, un accord bilatéral entre l'URSS et les États-Unis initie en 1984 de nouvelles discussions et les prémises d'un traité préliminaire. En 1985, devant la prolifération des AC au Moyen-Orient et en Asie du Sud-Est, il se crée un groupe informel dit « Australie » pour un meilleur contrôle des exportations de produits chimiques potentiels précurseurs d'AC, de produits biologiques (toxines et agents pathogènes) et de certains équipements de production. Deux ans plus tard, **les représentants de l'industrie chimique de chaque État acceptent de participer aux négociations**. Le « verrou » empêchant les contrôles sur sites industriels est ainsi levé. Cette avancée essentielle facilite l'évolution des idées sur l'interdiction de l'emploi des AC. Cela n'empêche pas l'Irak de bombarder la ville kurde d'Halabja au gaz moutarde en mars 1988, attaque qui fait 5 000 victimes !

Devant l'horreur révélée principalement par les médias, car des images « terrifiantes » circulent, informant les populations civiles du monde entier, les négociations et initiatives entre États s'accélérent. Un an après, à la Conférence de Paris, au plus haut niveau politique des États,

la Conférence sur le désarmement relance la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC). Un accord se dégage rapidement. La signature d'un accord pour la réduction de la production et pour la destruction des AC intervient entre les États-Unis et l'URSS à Washington en 1990. D'autres initiatives sont prises au niveau des pays et plus globalement, sur la base des grandes régions mondiales. Ces différents accords font bouger les positions idéologiques des blocs opposés. En 1991, la guerre du Golfe éclate, le bloc du Pacte de Varsovie est ébranlé par l'effondrement du système soviétique. Le groupe « Australie » propose alors une déclaration simplifiée pour l'interdiction des AC.

Émergence de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC)

Dès septembre 1992, le texte de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques, la CIAC, est proposé à la Conférence sur le désarmement. Il est fondé sur l'objectif de la non-prolifération des AC et introduit des mesures d'inspection et de vérification des sites sensibles ou d'allégation d'utilisation d'AC. Il met en œuvre : (i) le contrôle du stockage, la destruction des stocks et des capacités de fabrication d'AC (dont l'interdiction de la mise au point de nouveaux composés) ; (ii) l'assistance à la destruction et la protection des États parties (EP), signataires de la Convention contre les armes chimiques ; et (iii) la coopération internationale sur les utilisations pacifiques de la chimie, en liaison avec l'IUPAC. Un texte acceptable pour les différents blocs émerge fin 1992. Il est soumis à l'Assemblée générale de l'ONU. Pour la première fois, l'esprit de la Convention, fondé sur l'instauration de la confiance entre les EP, peut s'appliquer.

En janvier 1993, la CIAC est ouverte à la signature pour être transmise au siège de l'ONU à New York. Elle comporte un préambule, 24 articles et trois annexes (produits chimiques, vérification et confidentialité). Le préambule illustre son esprit : « [...] *résolus, dans l'intérêt de l'humanité tout entière, à exclure complètement la possibilité de l'emploi des armes chimiques, grâce à l'application des dispositions de la présente Convention* [...] ». Les 24 articles et les trois annexes verrouillent les risques de violation de la Convention.

L'*encadré 1* rappelle les définitions données par l'OIAC et la classification des armes en trois tableaux selon une hiérarchie dictée par l'utilisation des composés. Ces tableaux déterminent les contraintes pour les vérifications sur les sites de production. L'*encadré 2* illustre cet aspect de la convention.

La CIAC est entrée en vigueur fin 1996 après ratification par 87 EP. Elle est devenue applicable pour l'ensemble des pays signataires à partir de fin avril 1997. Aujourd'hui, l'objectif d'universalité est presque atteint : (i) au 14 octobre 2013, 190 EP sur les 196 ont signé et ratifié la CIAC ; (ii) les EP représentent 98 % de la population mondiale et 98 % de l'industrie chimique mondiale ; (iii) deux États signataires doivent encore la ratifier (Israël et Myanmar). Seuls quatre États ne l'ont ni signée ni ratifiée (Angola, Égypte, République Populaire Démocratique de Corée, Somalie). Parmi les EP ayant ratifié la Convention, treize ont déclaré leurs installations (Bosnie-Herzégovine, Chine, États-Unis, Fédération de Russie, Japon, Inde, Libye, Iran, France, Grande-Bretagne, Irlande du Nord, Serbie, plus un EP non nommé).

Encadré 1

Armes chimiques : définitions

Les armes chimiques (AC) (« chemical weapons », CW) sont strictement définies par la Convention d'interdiction des armes chimiques (CIAC, ou CWC) [2] de l'Organisation d'interdiction des armes chimiques (OIAC, ou OPCW) [3]. Nous n'indiquons ici que l'essentiel [4].

1. La Convention entend par « armes chimiques » :

a) les produits chimiques toxiques et leurs précurseurs ;
b) les munitions et dispositifs spécifiquement conçus pour provoquer la mort ou d'autres dommages par l'action toxique des produits chimiques toxiques.

2. La Convention entend par « produit chimique toxique » :

tout produit chimique qui, par son action chimique sur des processus biologiques, peut provoquer chez les êtres humains ou les animaux la mort, une incapacité temporaire ou des dommages permanents.

3. La Convention entend par « précurseur » :

tout réactif chimique qui entre à un stade quelconque dans la fabrication d'un produit chimique toxique, quel que soit le procédé utilisé.

La Convention définit trois catégories de produits, regroupés dans **trois tableaux**. Ceci doit permettre leur déclaration, leur contrôle, les restrictions de leur production et leur élimination. Une annexe sur les produits chimiques regroupe les principes directeurs utilisés pour l'établissement des tableaux (p. 47-48) et les tableaux eux-mêmes (p. 49-52) (partie A pour les produits, partie B pour leurs précurseurs). Les annexes sur la vérification (VIIA et VIIB) définissent les contraintes sur les déclarations et le contrôle des produits.

Le **tableau 1** comporte les produits chimiques et précurseurs étant ou pouvant être employés comme armes chimiques et très rarement susceptibles d'être employés à des fins pacifiques (cf. *tableau A* et *encadré 2*).

Le **tableau 2** implique les produits chimiques qui sont des armes chimiques ou des précurseurs (ou pouvant être employés comme tels), produits en faible tonnage pour d'autres applications commerciales (exemples dans l'*encadré 2*).

Le **tableau 3** présente des produits chimiques qui sont des armes chimiques ou des précurseurs et utilisés à d'autres fins en fort tonnage (exemples dans l'*encadré 2*).

Création de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC)

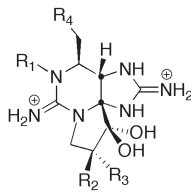

L'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (localisée à La Haye) a été créée pour : (i) réaliser l'objet et atteindre le but de la CIAC ; (ii) veiller à la mise en œuvre des dispositions de la Convention ; et (iii) servir de tribune pour les consultations et la coopération entre les EP (*figure 1*).

L'OIAC est constituée par :

- *La Conférence des États parties* : elle représente tous les États membres, et c'est l'organe directeur de l'OIAC. Elle se réunit une fois par an, avec une conférence dite d'examen tous les cinq ans. Elle nomme le directeur général et les membres du Conseil exécutif. Elle examine et approuve à sa première session les documents élaborés par une « commission préparatoire » ; elle crée à sa première session le fonds de contributions volontaires pour l'assistance aux EP (notamment sur la destruction des unités de production et le stockage des AC), et les organes subsidiaires estimés nécessaires pour l'exercice de ses fonctions. Elle prend les mesures nécessaires pour assurer le respect de la CIAC.

- *Le Conseil exécutif* : c'est l'organe exécutif de l'OIAC, qui supervise et conduit les opérations de l'OIAC. Il se réunit quatre ou cinq fois par an et est composé de 41 membres : neuf pour l'Afrique, neuf pour l'Asie, cinq pour l'Europe

Table A - Sélection d'armes chimiques parmi les plus utilisées⁽¹⁾ : formules, appellations, effets physiologiques et modes d'action.

Famille/formule générique	Effet physiologique	Mode d'action principal																				
Moutardes au soufre $\begin{array}{c} \text{SCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ (\text{CH}_2)_n \\ \\ \text{SCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \end{array}$ $n = 1, 2, 3, 4$	vésicants ⁽²⁾	agents alkylants																				
Gaz moutarde $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \end{array}$																						
Moutardes à l'azote $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{R-N} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \end{array}$ $\text{R} = \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$	vésicants	agents alkylants																				
Lewisites $\text{Cl}_n\text{-As}-(\text{CH}=\text{CHCl})_{3-n}$ $n = 0, 1, 2$	vésicants	bloquant de certaines enzymes																				
Organophosphorés⁽³⁾ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_2\text{O}-\text{P}-\text{X} \\ \\ \text{R}_1 \end{array}$	neurotoxiques (détresse respiratoire, paralysie)	inhibiteurs de l'acétylcholine estérase																				
<table border="0"> <tr> <td>X</td> <td>R₁</td> <td>R₂</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>CH₃</td> <td>iPr</td> <td>Sarin</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>CH₃</td> <td>CH(CH₃)tBu</td> <td>Soman</td> </tr> <tr> <td>CN</td> <td>N(CH₃)₂</td> <td>iPr</td> <td>Tabun</td> </tr> <tr> <td>(iPr)₂N-(CH₂)₂S</td> <td>CH₃</td> <td>Et</td> <td>VX</td> </tr> </table>	X	R ₁	R ₂		F	CH ₃	iPr	Sarin	F	CH ₃	CH(CH ₃)tBu	Soman	CN	N(CH ₃) ₂	iPr	Tabun	(iPr) ₂ N-(CH ₂) ₂ S	CH ₃	Et	VX		
X	R ₁	R ₂																				
F	CH ₃	iPr	Sarin																			
F	CH ₃	CH(CH ₃)tBu	Soman																			
CN	N(CH ₃) ₂	iPr	Tabun																			
(iPr) ₂ N-(CH ₂) ₂ S	CH ₃	Et	VX																			
Toxines⁽⁴⁾	neurotoxiques																					
Saxitoxines 	(détresse respiratoire, paralysie)	bloquants des canaux Na ⁺ dans les neurones																				
Ricine 	(détresse respiratoire, gastro-entérite)	bloquants de la synthèse des protéines																				

¹Tous ces composés sont inscrits au tableau 1 de la CIAC.

²Vésicant : qui irrite de manière irréversible peau, yeux, muqueuses et voies respiratoires.

³La géométrie du phosphore des composés orthophosphorés est tétraédrique. Par simplicité, nous avons donc adopté une forme de représentation plane autour du phosphore et nous n'avons pas précisé les énantiomères.

⁴Saxitoxines et ricine sont des toxines d'origine biologique. Après de longues discussions au sein du Comité scientifique consultatif de l'OIAC, ces composés figurent historiquement dans le tableau 1 des armes chimiques. On notera que la production autorisée de saxitoxines, notamment par le Canada, est utile à la surveillance des risques de pollution des fruits de mer par les laboratoires d'États comme ceux de l'IFREMER en France, et donc à la sécurité des consommateurs.

orientale, sept pour l'Amérique latine et les Caraïbes, dix pour l'Europe occidentale et autres États, et un par rotation entre l'Asie et l'Amérique latine.

- *Le Secrétaire technique* : il assiste la Conférence, le Conseil exécutif et les EP. Il comprend le directeur et son administration, distribuée dans différents bureaux. Ceux-ci s'occupent respectivement des relations extérieures, de l'inspection et

des vérifications, de la coopération internationale et de l'assistance, du contrôle interne, du conseil juridique, et des projets spéciaux. Ainsi, le Secrétariat technique met en œuvre la CIAC, les mesures de vérification, prépare le budget-programme, négocie les accords et administre les fonds. Les 500 à 600 fonctionnaires (y compris 200 inspecteurs) sont des ressortissants des EP, i.e. 70 nationalités (six langues officielles, le français et l'anglais prédominant).

- *Le Directeur général* : il est nommé par la Conférence des EP pour quatre ans avec un seul renouvellement possible. C'est lui qui porte la responsabilité de l'OIAC ; il nomme en particulier les membres du *Conseil scientifique consultatif (CSC)* (figure 2).

Ce dernier conseil fait partie des organes subsidiaires créés par la Conférence conformément à la CIAC. Il est composé de 25 experts indépendants (dont un Français)

Encadré 2

Les contraintes de la Convention sur les industries chimiques

La Convention d'interdiction des armes chimiques (CIAC) est le double résultat de la prise de conscience internationale des méfaits de ces armes et des risques liés à leurs précurseurs [1, 5] et de l'acceptation par l'industrie chimique des États signataires du caractère obligatoire et intrusif des contrôles institués par la Convention [4]. La mise au point de la Convention s'est faite avec la participation active des industriels concernés, garantissant leur concours au régime de vérification. La France y a joué un rôle important.

Nous évoquons ci-après un peu d'histoire et quelques exemples de contraintes techniques souvent méconnues imposées par la Convention aux États et à l'industrie.

Peu de contraintes jusqu'à la fin du XX^e siècle

Aux contraintes éthiques ou politiques d'interdiction d'expériences, de poisons ou de produits (arsenic, plomb...) apparues au cours des siècles, la Convention substitue des mesures précises de contrôle de la production industrielle. Si l'on s'en tient au XX^e siècle, jusqu'en 1997, la production industrielle de produits chimiques est libre. Les fabrications s'installent loin des frontières. Pour la France, ce sont les Alpes (Grenoble, Saint-Arnoult), où l'on trouve les ressources électriques pour l'électrolyse du chlorure de sodium (chlore, Cl₂). Pour l'Allemagne, c'est à Lenna (Leipzig). Les armes chimiques et leurs précurseurs sont fabriqués loin du front, sans contrainte : chlore, phosgène (COCl₂), ypérite (S(C₂H₄Cl)₂), acide cyanhydrique (HCN), bromure de benzyle (C₆H₅CH₂Br), bromométhyléthylcétone (1-bromo-2-butanone). Toute une série de produits toxiques, lacrymogènes ou suffocants sont développés. Ainsi du côté de Grenoble, dans la vallée du Drac, la Société du Chlore Liquide produit industriellement le chlore et ses dérivés pour la fabrication d'armes chimiques pendant la Première Guerre mondiale [1]. Les produits dénommés armes chimiques sont fabriqués par des sociétés d'État (SNPE par exemple [6]) ou par l'armée à partir de produits chimiques de base. Les choses changent en 1997 avec la Convention.

Les contraintes techniques depuis 1997

La Convention classe les produits en trois catégories définies dans l'encadré 1. Dans le **tableau 1** de l'OIAC figurent les armes chimiques elles-mêmes et leurs précurseurs, non utilisés à d'autres fabrications. Ces composés sont interdits. S'ils servent à des fins de recherche ou de protection, la quantité fabriquée ou échangée doit être inférieure à une tonne par an pour les États parties ayant une licence pour l'exportation. Peu d'industries produisent ou utilisent de tels composés et leurs intermédiaires.

Le **tableau 2** comporte les armes chimiques et précurseurs, utilisés en faible tonnage, soit pour d'autres applications commerciales (résines, encres et teintures, ignifugeants, insecticides, herbicides, lubrifiants), soit comme matières premières de produits pharmaceutiques (par exemple, le thiodiglycol (S(C₂H₄OH)₂), précurseur de l'ypérite). Les déclarations sont requises pour des quantités allant d'un kilogramme à une tonne selon les produits.

Dans le **tableau 3** sont rangés les armes chimiques et précurseurs qui peuvent être employés dans des utilisations commerciales de fort tonnage. Ils entrent dans la composition de résines, ignifugeants, encres, teintures, insecticides, herbicides, lubrifiants, produits pharmaceutiques, plastiques, etc. On trouve dans cette catégorie le phosgène COCl₂ et le cyanure d'hydrogène HCN, qui sont des armes chimiques et qui sont également utilisés à la fabrication des résines de polycarbonates et des plastiques polyuréthanes. La triéthanolamine (N(C₂H₄OH)₃), précurseur de l'ypérite, entre dans la composition de nombreux détergents. Les installations de fabrication de ces produits chimiques sont assujetties par la Convention à des obligations de déclarations annuelles et de vérifications par inspection si leur production globale excède 200 t/an ou plus de 30 tonnes si ces produits contiennent du phosphore, du soufre ou du fluor. Ce sont des milliers de sites d'usines qui sont ainsi déclarés au Secrétariat technique de l'OIAC [2]. Pour les précurseurs, les déclarations annuelles sont faites par pays à partir des données des sites industriels qui fabriquent plus de 30 tonnes de ces produits. Le Secrétariat technique de l'OIAC peut transmettre ces informations aux États qui en font la demande. Les vérifications sont effectuées sur place lors de l'inspection des sites des usines déclarées. Ces sites sont choisis de façon aléatoire et dans une répartition géographique équitable. L'inspection vise également à vérifier l'absence de tout produit chimique figurant dans les tableaux 1 et 2 de l'OIAC. L'équipe d'inspection a accès à toutes les données techniques et aux échantillonnages.

Exemple de difficultés : le chlorure de soufre S₂Cl₂ est utilisé par tonnes dans les lubrifiants ou pour la vulcanisation du caoutchouc. La vérification des fabrications et les stocks, au kilogramme près, n'est pas chose aisée. Pourtant ceci est nécessaire pour les déclarations et pour les vérifications sur place. À l'exportation, la France a mis en place un contrôle des produits à double usage. Mais est-il facile de bloquer sur le port de Marseille trois fûts de pentachlorure de phosphore PCl₅ destiné à un pays africain pour une entreprise allemande qui l'utilise dans une « fabrication civile » ?

Conclusion

Depuis 1997, des contraintes techniques importantes ont été introduites pour un grand nombre de produits chimiques :

- phosgène (COCl₂), chlorure de cyanogène (Cl-CN), chloropicrine (CCl₃NO₂) ;
- oxychlorure, trichlorure et pentachlorure de phosphore (POCl₃, PCl₃, PCl₅) ;
- phosphite de triméthyle, de triéthyle (P(OR)₃, R = CH₃, C₂H₅), phosphite de diméthyle et de diéthyle (HPO(OR)₂, R = CH₃, C₂H₅) ;
- monochlorure et dichlorure de soufre (S₂Cl₂, SCl₂) ;
- chlorure de thionyle (SOCl₂) ;
- méthyl-di-, éthyl-di-, triéthanolamine (N(CH₃)(C₂H₄OH)₂, N(C₂H₅)(C₂H₄OH)₂, N(C₂H₄OH)₃).

Pour faire face aux nombreux besoins de formation dans ce domaine (inspecteurs internationaux de l'OIAC, personnels des ministères et des organismes...), le Centre français de formation pour l'interdiction des armes chimiques (CEFFIAC) a été créé en 1993 [7].

François Rocquet

est délégué général de la Fédération Française pour les sciences de la Chimie (FFC)*.

* FFC, 28 rue Saint-Dominique, F-75007 Paris.
Courriel : f.rocquet@wanadoo.fr



Figure 1 - Siège de l'OIAC à La Haye (© OIAC).

choisis parmi ceux des 190 EP. C'est le Directeur général qui oriente leurs travaux et discussions et suggère les thèmes des travaux à mener. Le CSC, au cours de sessions annuelles (ou bisannuelles) donne son avis, par exemple sur :

- toute modification utile aux trois tableaux de produits chimiques de la CIAC ;
- toute amélioration possible des méthodes et protocoles analytiques employés par les inspecteurs ainsi que leur instrumentation – portable/embarqué comme des spectromètres de masse (GC/MS) et en laboratoire comme des LC/MS et/ou des RMN, FT/IR ou UV. Pour cela, des groupes temporaires de travail (« Temporary Working Groups », TWG) sont organisés par le CSC, avec la participation de certains de ses spécialistes. Les résultats des discussions éclairent le Conseil pour répondre aux demandes du Directeur général ;
- les retombées possibles des progrès scientifiques et technologiques (nanotechnologies, microréacteurs...) sur la production d'AC, leur transport, leur dissémination et leur détection. Pour cela, le CSC fait appel à des experts de renommée internationale, membres ou non du CSC.

Après chaque session, le CSC fait un rapport des travaux au Directeur général en répondant aux questions qu'il a suggérées pour informer la Conférence des États parties et surtout la Conférence d'examen. Indépendant, le CSC a une vocation scientifique alors que les autres organes sont plus sensibles aux intérêts des régions et des EP qu'ils représentent.

Un exemple de travaux menés par l'OIAC pour les États parties : l'aide à la vérification sur site par les inspecteurs

L'OIAC a mis au point une base de données unique, certifiée par elle, de 3 400 composés liés aux armes chimiques avec leurs caractéristiques et leurs propriétés spécifiques. C'est un outil indispensable aux inspecteurs de l'OIAC. Son accès est autorisé aux EP. Les inspecteurs travaillent dans les laboratoires de l'OIAC pour mettre au point des protocoles de plus en plus sensibles et spécifiques, avec des instruments de plus en plus performants. Sur les sites où il y a allégation d'utilisation d'AC, ils font les premières analyses chimiques sur place et prélèvent des échantillons pour les analyser dans leurs laboratoires et dans ceux désignés par les EP. Pour maintenir le niveau exigé, sont



Figure 2 - Le Conseil scientifique consultatif (CSC), avec en premier plan au centre, Ahmet Üzümcü, Directeur général de l'OIAC (© OIAC).



Figure 3 - Les membres de la mission commune ONU-OIAC lors du chargement sur le navire danois Ark Futura des dernières armes déclarées en Syrie (23 juin 2014). La mission s'est achevée le 30 septembre 2014. L'OIAC a désormais mandat pour poursuivre le travail de destruction de toutes les armes (© OIAC).

organisés des exercices inter-laboratoires « en aveugle » (« round Robin ») de détection d'agents chimiques dispersés dans des milieux environnementaux. Les résultats obtenus lors de ces exercices doivent démontrer la présence de ces composés, plus ou moins décomposés ou hydrolysés, introduits à dessein dans un milieu complexe (terre ou eau polluée) à l'aide d'au moins deux méthodes complémentaires. Ces exercices permettent de valider la capacité d'une vingtaine de ces laboratoires performants des EP à produire rapidement des résultats fiables. Ces laboratoires abritent des experts de l'analyse chimique des AC (RMN et spectrométrie de masse). Par exemple, en France, il s'agit des laboratoires de chimie analytique du Centre d'Études du Bouchet à Vert-le-Petit (voir encadré 3).

À l'aide de matériel d'analyse transportable, les inspecteurs interviennent systématiquement sur les sites sensibles déclarés à l'OIAC par les EP et lors d'inspections par mise en demeure. Il s'agit d'un dispositif intrusif au sein de l'industrie chimique prévu par la CIAC. Les sites sont inspectés au moins une fois. Ce travail entraîne les inspecteurs, non sans risque, sur des terrains d'opération où les AC peuvent avoir été employées. En Syrie, en août 2013, les inspections ont eu lieu sur les sites de belligérance et sur d'autres sites d'allégation d'utilisation afin de mettre les installations hors d'état de produire des AC. Ces travaux ont été commandités par le Conseil de sécurité de l'ONU (figure 3).

Les médias ont mis en valeur ces interventions et leurs résultats et révélé l'importance de l'OIAC, jusque là méconnue du public. Il a fallu plus de mille morts par armes chimiques en Syrie pour arriver à ce réveil des esprits. Certains pensent que cette prise de conscience, la découverte du travail fourni par ces inspecteurs et

Encadré 3

Le Centre d'Études du Bouchet (CEB), un partenaire actif de l'OIAC

Créé en 1922, le Centre d'Études du Bouchet (CEB, à Vert-le-Petit dans l'Essonne) a eu divers rôles et missions qui ont beaucoup évolué. Aujourd'hui, il est lié à la DGA (Direction générale de l'armement) [8]. Ses larges compétences lui permettent de participer aux évaluations et au suivi des méthodes et techniques de détection, de protection individuelle ou collective et de décontamination destinés à équiper les forces ou les entités en charge de la sécurité de l'État, surtout dans le domaine des armes nucléaire, radiologique, biologique et chimique (NRBC). Ainsi le CEB est consulté pour l'amélioration et l'acquisition de matériel de défense NRBC en termes de détection et de protection. Ses missions doivent répondre (i) aux besoins de prévention, de gestion et de restauration de conditions garantissant la sécurité lors d'actions utilisant des armes NRBC, et (ii) au maintien de l'hygiène et de la sécurité lors d'opérations. Toutes ces raisons font que le CEB joue un rôle d'expert national dans ce domaine pour la Défense nationale française, et en particulier dans le contrôle des risques pour les armées lors d'utilisation volontaire ou non d'agents NRBC. Sa qualification lui permet aussi d'agir au niveau de la constitution de preuves pour des questions juridiques aux niveaux national et international.

Pour répondre à ces besoins, et à côté d'une infrastructure administrative et de sécurité, le CEB est composé d'une large plateforme dotée de matériel moderne permettant des expérimentations sur des champs d'opération avec des moyens d'essais au sein de laboratoires adéquats (constitués d'une soufflerie basse vitesse lors d'expérimentations dynamiques et de grandes chambres de confinement). À côté de ces lourdes unités, et en plus de laboratoires biologiques de très haute sécurité, sont implantés au CEB des laboratoires de hautes technicités comme ceux : (i) de mesures physiques et d'évaluation de contrainte imposée au personnel portant les vêtements de protection dans un environnement soumis aux conditions NRBC ; et (ii) d'analyses chimiques et biologiques dans les domaines C et B.

Des techniciens et ingénieurs recrutés au sein des universités (niveau master ou doctorat) ou d'écoles d'ingénieurs constituent la majeure partie du personnel de ces laboratoires. Leur formation scientifique leur assure compétences et savoir-faire. Ils gèrent la chaîne analytique allant de l'extraction de l'échantillon à l'analyse, suivie de l'interprétation des résultats. Les échantillons reçus et distribués au sein du laboratoire d'analyse chimique proviennent soit de sites de belligérance à l'étranger, où il y a eu allégation d'utilisation d'armes chimiques, soit de sites pollués par des agents anciens non détruits ou de toxiques chimiques industriels libérés lors d'accidents. Les techniques analytiques implantées dans ce laboratoire sont principalement la RMN et la spectrométrie de masse (MS). Pour faciliter l'analyse de mélanges complexes, cette dernière est couplée aux méthodes séparatives par chromatographie gazeuse (GC/MS) ou par chromatographie liquide (LC/MS). Ces couplages sont particulièrement performants puisqu'à chaque temps de rétention est associé un spectre de masse caractérisé (i) soit par un grand nombre de fragmentations de l'ion moléculaire (le spectre obtenu représente une empreinte digitale comparable à celle enregistrée dans une banque de données), (ii) soit par l'espèce moléculaire chargée, intacte ou solvatée avec un nombre limité de fragmentations. L'une ou l'autre des approches conduit généralement à une caractérisation non ambiguë des agents chimiques à détecter.

La spectrométrie de masse en tandem avec faisceau d'ions ou par piégeage permet des analyses en mode MS/MS ou MSⁿ afin de lever des ambiguïtés et de confirmer les structures proposées. Dans tous les cas, la RMN conduit à des informations complémentaires incontournables. Cette plateforme très efficace permet après extraction d'échantillon, la détection de quantités infimes d'agents chimiques allant de la dizaine à la centaine de picomoles par microlitre d'échantillon analysé. Ces méthodes sont comparables à celles employées dans les laboratoires de l'OIAC aux Pays-Bas. Pour maintenir son niveau d'expertise, le laboratoire d'analyse du CEB participe annuellement aux exercices internationaux dits « en aveugle » (« round Robin ») de détection d'agents chimiques dispersés dans des milieux environnementaux. Ses résultats d'analyse le situent, à notre connaissance, parmi les cinq meilleurs laboratoires de la vingtaine choisis par l'OIAC dans les 192 pays ayant ratifié la CIAC pour l'analyse d'échantillons d'armes chimiques authentiques. Ces essais officiels d'aptitude demandent des technicités de plus en plus grandes pour améliorer la spécificité et la sensibilité des méthodes, afin de limiter le nombre de faux négatifs ou positifs.

Pour renforcer la potentialité analytique de ces équipes et favoriser une évolution des méthodes, la DGA et l'ANR à l'aide de programmes variés soutiennent les liens avec des laboratoires renommés d'universités et de grandes écoles, et avec les organismes nationaux de recherches d'État (CNRS, CEA...). Ces coopérations impliquent des recherches amont très fondamentales mais aussi des recherches plus finalisées pouvant aller jusqu'à la sous-traitance de projets. Le CEB collabore, plus largement, avec différents Ministères (Affaires étrangères, Intérieur, Santé, Transports, Environnement, Justice) et avec l'industrie, que ce soit des grands groupes ou des PME impliquées dans le domaine NRBC [9]. Le CEB participe à l'aide aux États parties de l'OIAC à leur demande et collabore avec eux pour échanger des informations. De plus, ouvert aux coopérations avec l'Europe, le Centre s'implique dans les opérations menées par l'Agence européenne de défense (AED) et par l'OTAN. Ces laboratoires publient une partie de leurs travaux dans des journaux spécialisés, par exemple en chimie analytique, souvent à fort facteur d'impact. C'est ainsi que grâce à son activité, le CEB a acquis une renommée qui lui a permis de devenir une référence au niveau international dans le domaine NRBC.

l'ensemble de l'OIAC pourraient être à l'origine du prix Nobel de la paix qui lui a été attribué fin octobre 2013. D'autres soulignent que cela fait vingt ans que les inspecteurs de l'ombre prennent les mêmes risques, que l'OIAC mène ces mêmes travaux et que ce prix aurait pu être attribué lors de l'Année internationale de la chimie en 2011.

Ce fragment du discours pour l'attribution du prix Nobel de la paix, présenté par le Directeur général Ahmet Üzümcü, montre à quel point la situation concernant la destruction des armes chimiques reste encore à l'ordre du jour : « [...] *but it has not all been successes. The OPCW was unable to observe the deadline, which was April 2012, for the destruction of declared chemical weapons. Some 20 per cent, chiefly American and Russian weapons, have not yet been destroyed. It is of course not acceptable that two leading powers, themselves so eager to see others destroying their stores as quickly as possible, have not yet themselves managed to do the same. Please, speed up the process!* [...] »

Quand les quelques pays en dehors de ces règles auront signé et ratifié la Convention pour l'interdiction des armes chimiques, l'un des objectifs de la CIAC, l'universalité, sera atteint. Quand les AC déclarées, ou non, seront détruites et les installations neutralisées, le monde ne sera pas pour autant protégé de cette menace, puisque des groupes terroristes pourront toujours en préparer et les utiliser contre des populations. C'est alors que les EP devront prendre leurs responsabilités en surveillant leurs sites les plus sensibles. La

coopération entre EP facilitera ce travail et l'efficacité de l'OIAC partout dans le monde sera rendu possible. La promulgation de règles d'éthique concernant les applications de la chimie devrait réduire les risques de réapparition de ces armes de destruction massive de population.

Notes et références

- [1] Fournier J., Il y a cent ans : la guerre chimique, *L'Act. Chim.*, **2014**, 391, p. IV.
- [2] Pour télécharger la Convention en français : www.opcw.org/fr/convention-sur-linterdiction-des-armes-chimiques/la-convention
- [3] www.opcw.org/fr
- [4] Article II de la Convention, définitions et critères, p. 2-6
- [5] La Grande Guerre, la guerre Iran-Irak, l'utilisation de défoliants au Vietnam par l'armée américaine (agent orange) sont quelques étapes importantes dans cette prise de conscience.
- [6] Poisson R., SNPE, l'histoire s'achève fin 2013, *Infos Chimie Magazine*, **2013**, 522, p. 8.
- [7] www.ihedn.fr/?q=content/centre-francais-de-formation-pour-linterdiction-des-armes-chimiques
- [8] www.defense.gouv.fr/dga/actualite/laurent-collet-billon-presente-le-bilan-d-activites-2013-de-la-dga/%28language%29/fr-FR#SearchText=bilan%20d%27activite%3%A9s#xtcr=1
- [9] www.defense.gouv.fr/ministre/prises-de-parole-du-ministre/prises-de-parole-de-m-jean-yves-le-drian/visite-au-centre-maitrise-nrbc-de-la-dga



Jean-Claude Tabet

est professeur émérite à l'UPMC*, ancien membre du Conseil scientifique consultatif de l'OIAC à La Haye.

* Institut Parisien de Chimie Moléculaire (Chimie Structurale Organique et Biologique), UMR 8232, UPMC, Sorbonne Universités, 4 place Jussieu, F-75252 Paris Cedex 05.
Courriel : jean-claude.tabet@courriel.upmc.fr