

## De la difficulté d'éliminer les « armes chimiques » de Syrie

## Les « armes chimiques »

Bien que le terme soit peu approprié, car les explosifs et poudres à canon ont aussi une formule chimique, les armes chimiques désignent presque essentiellement les gaz utilisés lors des conflits et qui, malgré plusieurs conventions internationales, ont servi plusieurs fois depuis la Grande Guerre (1914-18). Suite à leur utilisation en Syrie en 2013, un compromis visant à éviter toute intervention extérieure a été signé entre la Russie et les États-Unis. Ce compromis, en accord avec les dirigeants syriens, impliquait la destruction de ces vecteurs de destruction massive avec leur inventaire et regroupement fin 2013, et leur destruction, ainsi que celle des centres de production et de stockage d'ici juin 2014. La grande presse s'est fait l'écho des difficultés et retards apportés à cette phase.

## Quels sont ces gaz ?

• **Le gaz moutarde**, encore appelé **ypérite**, du nom de la ville d'Ypres en Belgique où il fut employé pour la première fois en 1915. Fabriqué à partir d'éthylène et de chlorure de soufre, il provoque de graves brûlures des muqueuses, attaquant notamment les yeux et les poumons.

• **Le sarin et le tabun** : fabriqués à partir d'isopropanol, ce sont des gaz neurotoxiques innervants qui attaquent les nerfs par inhalation ou contact sur la peau ; la paralysie respiratoire peut provoquer la mort en quelques minutes. Des terroristes japonais appartenant à la secte Aum Shinrikyo avaient répandu du sarin dans le métro de Tokyo en 1995. Cet attentat avait coûté la vie à douze personnes et atteint plus ou moins gravement 5 000 usagers. Encore faut-il préciser que, fabriqué artisanalement, la qualité de la synthèse laissait heureusement à désirer.

• **Le VX** : c'est aussi un gaz innervant, inventé par un centre britannique en 1952. Plus mortel que le sarin, il est dix fois plus puissant. Il est soluble dans l'eau et s'attaque aux systèmes nerveux et musculaires.

Ces composés organophosphorés sont des inhibiteurs irréversibles de l'acétylcholinestérase, élément clé de la communication entre les neurones et les cellules musculaires ; ils provoquent en particulier la paralysie des muscles respiratoires. L'antidote principal est l'atropine à haute dose, un anticholinergique, associée à des oximes capables de réactiver la cholinestérase.

## Les méthodes de destruction

Le Protocole de Genève de 1925 sur la prohibition de l'emploi en temps de guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques n'a pas empêché les grandes nations d'en fabriquer des stocks « en cas de ». Il a fallu attendre soixante-dix ans après leur première utilisation et la fin de la guerre froide pour que soit signée, en janvier 1993, la « Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et sur leur destruction » (que la Syrie ne signa pas), et créée l'OIAC (Organisation pour l'interdiction des armes chimiques). Basée en Hollande, cette dernière dispose d'experts chargés de superviser la destruction de ces armes dans les arsenaux. Pour son action courageuse en faveur de la paix, elle a reçu le prix Nobel de la paix en 2013.

Deux méthodes de destruction sont principalement utilisées :

• **L'incinération à haute température** ou dans un plasma haute température. Avec des précautions extrêmes pour les opérateurs et l'environnement, l'oxydation complète conduit (pour l'ypérite) à :

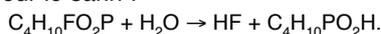


Le chlore et le gaz sulfureux sont éliminés par lavage des fumées.

Pour les organophosphorés, l'oxydation complète à très haute température conduit aussi à du gaz carbonique, de la vapeur d'eau, du fluor ou de l'acide fluorhydrique et de l'oxyde  $\text{P}_2\text{O}_5$ , qui sont bloqués dans les installations de dépollution et de lavage des fumées.

Le problème se complique lorsqu'on est en présence d'obus ou de bombes dont les détonateurs sont inamovibles. Non seulement leur transport est doublement dangereux, mais il faut alors les traiter un par un dans une chambre de détonation étanche et à l'épreuve des explosions. La munition est chauffée à 500 °C, ce qui provoque son explosion et son incinération. Les gaz de combustion sont purifiés et les résidus métalliques sont récupérés et peuvent être recyclés.

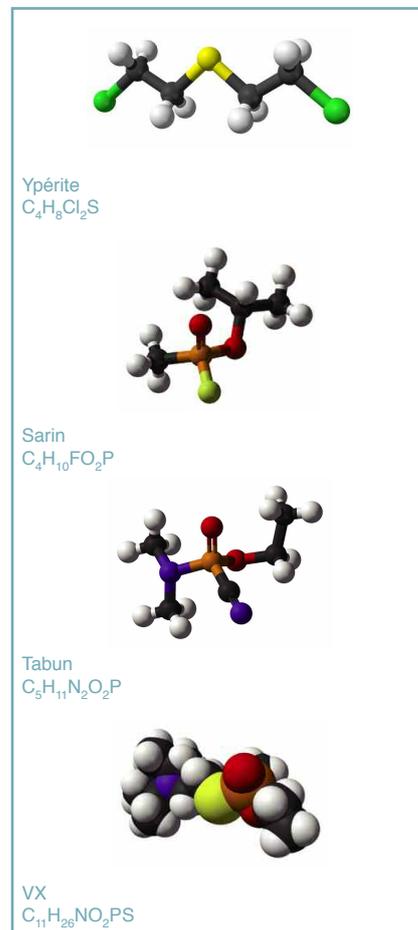
• **L'hydrolyse** : les organophosphorés – sarin, tabun, VX – peuvent être hydrolysés en solution aqueuse vers 90-100 °C avec un catalyseur qui est un hypochlorite ( $\text{NaClO}$  par exemple). Pour le sarin :



Il reste dans les effluents deux acides (fluorhydrique et organophosphorique) qui peuvent être dilués et éliminés. Les

conditions d'hydrolyse sont bien définies, et le procédé a un rendement supérieur à 99 %.

Les États-Unis et la Russie ont une très bonne expertise en ce domaine. Les Américains ont en général privilégié l'incinération haute température ; il leur reste environ 7 500 tonnes à détruire sur le stock déclaré en 1997 (23 000 t sur sept sites). Les Russes, qui ont plutôt privilégié l'hydrolyse, viennent d'ouvrir fin 2013 le septième et dernier site de destruction à Kizner en Oudmourtie (Oural) pour éliminer les 9 700 tonnes restantes sur les 40 000 de l'ex-URSS. Des conditions extrêmes de sécurité et de non-dispersion de ces gaz et de leurs effluents restent absolument nécessaires, un accident ou une fuite sur un site chimique spécialisé dans leur destruction auraient bien sûr des conséquences bien plus graves qu'un même accident sur un site chimique classique. Ces conditions se répercutent sur le prix du traitement ; on estime que la destruction avec le déplacement, la sécurisation et le traitement du produit coûte environ 200 000 € la tonne. Le programme de destruction aurait coûté plus de 6 milliards de dollars aux États-Unis et entre 8 à 10 milliards de dollars à la Russie. En



France, il n'existe actuellement aucune usine susceptible de détruire ces armes ; les stocks datant de la Première Guerre dépassent pourtant 250 tonnes et on en découvre encore plusieurs tonnes chaque année. Un site d'élimination des chargements d'objets identifiés anciens (programme SECOIA) doit être construit sur le camp militaire de Mailly dans l'Aube et être opérationnel en 2016.

### Les armes chimiques de la Syrie

Suivant les déclarations syriennes et le recensement des experts internationaux de l'OIAC, il y aurait environ 1 300 tonnes d'agents toxiques à détruire en Syrie. Le Conseil de l'OIAC a adopté le 17 décembre dernier une feuille de route qui vise à la destruction de l'arsenal chimique d'ici fin juin 2014. Les stocks les plus dangereux identifiés (les neurotoxiques) auraient dû être transportés hors du pays pour le 31 décembre et neutralisés hors du territoire dès février 2014. Des retards sont à craindre car le travail de la mission commune ONU-OIAC, forte d'une trentaine d'experts internationaux, n'est pas facilité par l'état de guerre qui sévit actuellement. La sécurisation des centres de stockage, la sécurité des personnes chargées du repérage, la protection des itinéraires de transport ne sont pas facilement assurées. Selon la « road map », les substances chimiques doivent être amenées dans le



Le Cape Ray.

port syrien de Lattaquié où elles seront emballées et placées sous scellés. Plusieurs bateaux danois ou norvégiens basés à Chypre doivent ensuite les amener dans une zone franche italienne (Trieste ?) où les attend un bateau de la marine américaine, le Cape Ray – un premier chargement a quitté la Syrie début janvier. Le Cape Ray vient d'être équipé d'une plateforme autonome FDHS (« field deployable hydrolysis system »).

Le prototype FDHS a été développé en un temps record au « Chemical Biological Application and Risk Reduction Unit » (CBARR) à Aberdeen dans le Maryland, sous le contrôle et avec le financement de l'US Army. Le FDHS est une plateforme autonome de traitement des substances toxiques par hydrolyse, qui comprend un réacteur en titane d'environ 8 m<sup>3</sup>, une réserve d'eau chaude d'environ 15 m<sup>3</sup> avec des pompes et des alimentations de réactifs comme la soude et l'hypochlorite (ClONa), et même un laboratoire d'analyse des effluents. Cet ensemble déplaçable peut traiter environ 20 t de gaz tel le sarin par jour par hydrolyse à 90-100 °C sous pression, avec une destruction à 99,9 %, mais avec un

volume d'effluents de l'ordre de dix fois le volume traité. Compte tenu que le pays est en guerre, les États-Unis et la Russie ont admis que les stocks les plus dangereux seront traités sur le Cape Ray par le FDHS dans les eaux internationales de la Méditerranée.

Pour la destruction des stocks restants, un appel d'offres a été lancé auquel ont répondu une trentaine de compagnies privées. D'après l'OIAC, ces stocks devraient être détruits fin juin 2014 et tout devrait être réglé, y compris la neutralisation des centres syriens de fabrication et des effluents, pour la fin de l'année. On attendait les suites de la conférence « Genève 2 » du 24 janvier pour confirmer cette feuille de route. Nombre d'experts doutent de la crédibilité de ce programme et pensent qu'il faudra au contraire plusieurs années pour détruire l'arsenal chimique syrien. Espérons que les groupes armés et les faits de guerre n'empêchent pas ce règlement, et surtout, n'engendrent pas un scénario catastrophe.

**Jean-Claude Bernier,**  
le 27 janvier 2014

*L'auteur remercie Michel Verdaguer pour ses relectures et suggestions.*



Le FDHS.

## Index des annonceurs

Advion	2 <sup>e</sup> de couv.	IRDEP	p. 51
Alfa Aesar	p. 37	Matériaux 2014	encart
EDIF	p. 13	Servier	p. 20
EuCheMS	encart	UPMC	p. 56
ICSN	2 <sup>e</sup> de couv.		



Régie publicitaire : EDIF, Le Clemenceau, 102 avenue Georges Clemenceau, 94700 Maisons-Alfort  
Tél. : 01 43 53 64 00 - Fax : 01 43 53 48 00 - edition@edif.fr - http://www.edif.fr