Suffocants et sternutatoires durant le premier conflit mondial

Ch. Renard[a, e], A. Viallet[b], H. Delacour[c, e], F. Dorandeu[d, e]

a DGA/DS/SPSA, 60 Boulevard du général Martial Valin, CS 21623 – 75509 Paris Cedex 15.
b ERSA de Marolles, BP 40419 – 51308 Vitry le François Cedex.
c Laboratoire de biologie médicale HIA Bégin, 69 Avenue de Paris – 94163 Saint Mandé Cedex.
d Département de toxicologie et risques chimiques, IRBA, BP 73 – 91223 Brétigny-Sur-Orge Cedex.
e École du Val-de-Grâce, 1 place Alphonse Laveran – 75230 Paris Cedex 05.

Résumé

L'utilisation massive d'armes chimiques débuta le 22 avril 1915 avec l'usage par les Allemands d'un gaz suffocant : le chlore. L'effet de surprise fut total et cette date marque le début de la Grande Guerre chimique puisque tous les belligérants utilisèrent cette arme nouvelle. Les suffocants dont le chlore et le phosgène furent, par les lésions pulmonaires engendrées, les plus meurtriers de tous les toxiques utilisés durant le conflit. Mais les protections respiratoires mises au point assurèrent une protection efficace que les Allemands essayèrent de briser par l'usage, à partir de l'été 1917, de substances vomitives : les arsines sternutatoires. Non létales elles rendirent le port du masque impossible et ainsi le combattant put subir une seconde attaque par un toxique létal suffocant ou vésicant.

Mots-clés : Agent vomitif. Arme chimique. Arsine. Poumon. Suffocant.

Abstract

CHOKING GASES AND STERNUTATORS USED IN WORLD WAR I.

The Germans began the massive use of chemical warfare agents on April 22nd, 1915 with chlorine. The surprise was total and this date marks the beginning of chemical warfare. All belligerents used this new weapon and choking gases (chlorine and phosgene); which caused, by pulmonary toxicity, the greatest number of victims. The gas masks were efficient thus from the summer of 1917 the Germans used non-lethal vomiting and sternutator agents like arsines which made the use of masks useless. The fighters could then be poisoned by a lethal substance (choking or blistering agent).

Keywords : Arsine. Chemical warfare agent. Choking gases. Lung. Vomiting agent.

Introduction

Le 22 avril 1915 la guerre allait prendre un nouveau visage. Vers 17h30 entre Steenstrat et Langemarck, sur la route de Poelcapelle (en Flandres occidentale), le vent étant propice, les Allemands de l'armée du Kronprinz de Wurtenberg lancèrent sur un front de 6 km des nappes de chlore, mêlées de fumées opaques sur les Français des unités de la 87e division territoriale et de la 45e division algérienne (brigade Mordacq) (voir Delacour, et al dans ce numéro). Les Allemands avaient utilisé des « tubes à gaz » pour répandre du chlore gazeux aux propriétés suffocantes selon un procédé mis au point par le chimiste Fritz Haber. La surprise fut totale et le repli des troupes, sans aucune protection, inévitable. L'utilisation de cette nouvelle arme avait entraîné 2 000 à 3 000 intoxications dont 800 à 1 200 morts et permit aux Allemands de faire 1 800 prisonniers et de prendre 60 canons. Le Dr Octave Beliard, médecin de bataillon du 66e régiment d'infanterie, nota le soir sur son carnet de route : « des hommes se roulaient à terre convulsés, toussant, vomissant, crachant le sang. La panique était extrême. Nous étouffions. D'un bout de l'horizon à l'autre, le ciel était opaque, d'un vert étrange et sinistre » (1, 2). La Grande Guerre chimique était déclarée et l'escalade à la toxicité a conduit à utiliser ou expérimenter une très longue liste de substances durant le conflit (voir Gros-Désormeaux dans ce numéro). Dans cet exposé nous présenterons les suffocants et les arsines sternutatoires. Après un rappel sur les différentes

Ch. RENARD, pharmacien en chef, professeur agrégé du Val-de-Grâce. A. VIALLET, pharmacien des armées praticien confirmé. H. DELACOUR, pharmacien en chef, professeur agrégé du Val-de-Grâce. F. DORANDEU, pharmacien en chef, professeur agrégé du Val-de-Grâce.
Correspondance : Monsieur le pharmacien en chef Ch. RENARD, DGA/DS/SPSA, 60 Boulevard du général Martial Valin, CS 21623 – 75509 Paris Cedex 15.
E-mail : christophe1.renard@intradef.gouv.fr

substances nous verrons le mécanisme d'action de ces deux classes de molécules puis les contre-mesures mises en œuvre.

Les suffocants

Les suffocants, dont les principaux sont présentés dans le tableau I, sont des agents létaux mais non persistants car présents à l'état gazeux à la température standard.

Tableau I. Principales substances suffocantes et sternutatoires employées durant le premier conflit mondial (1, 2).

Substance chimique (odeur)	Nom français	Nom allemand	Date de la 1re utilisation	1er belligérant à l'utiliser
Chlore°	Bertholite	/	22/4/1915	Allemagne
Thiophosgène°	Claircite	/	7/9/1915	France
Phosgène° (herbe fraîchement coupée)	Collongite	/	19/12/1915	Allemagne
Acroléine°	Papite	/	Début 1916	France
Diphosgène° (pomme verte)	Surpalite	Perstoff	Juin 1916	Allemagne
Chloropicrine° (pain d'épices)	Aquinite	K Lop	Août 1916	Russie
Chlorure de diphénylarsine*	/	Clark I (Chlor-Arsen-Kampfstoff)	10/7/1917	Allemagne
Ethyldichlo-rarsine**	/	Dick	Mars 1918	Allemagne
Cyanure de diphénylarsine*	/	Clark II	20/8/1918	Allemagne

° : suffocants (les obus suffocants allemands était marqués d'une croix verte ;
*** : arsines sternutatoires ;**
**** : arsines sternutatoires et vésicantes.**

À l'exception de l'acroléine tous ces toxiques sont des dérivés chlorés. Cela supposait donc à la base d'avoir de grandes quantités de chlore à l'état liquide. À la différence de l'Allemagne, qui disposait d'une industrie chimique très performante (voir C. Renaudeau dans ce numéro) la France ne disposait que de chlore gazeux en petites quantité. Les premiers besoins furent couverts par les importations de Grande-Bretagne et d'Italie et il fallut élaborer un vaste programme de construction d'usines de chlore puisqu'avant 1915 la France n'était pas en mesure de préparer du chlore liquide (3). Sept usines, presque toutes hydroélectriques, la plupart dans la région des Alpes ou des Pyrénées, furent construites (la première ouvrit à Pont de Claix près de Grenoble en mars 1916). Ainsi, en 1917 la production quotidienne atteignait cinquante tonnes. En riposte à l'attaque d'Ypres la France testa d'abord, à partir de juin 1915, des obus suffocants contenant du tétra-chlorosulfure de carbone. Mais son manque d'efficacité conduisit à son abandon et les premières vagues de chlore françaises datèrent de février 1916. Quant au phosgène, la commission des études chimiques de guerre française découvrit en juin 1915 à Coulogne près de Calais une usine de colorants capable d'en produire (peut-être à l'origine du nom de collongite – d'autres évoquent un lien avec la maison Descollonges de Villeurbanne avec qui l'armée française passe un contrat pour la synthèse catalytique de phosgène ou avec la ville de Coulonges dans l'Aisne). La France à elle seule synthétisa, de juillet 1915 à novembre 1918, 16 000 t de phosgène dont la moitié fut cédée aux alliés. Mais les obus chargés furent mis en réserve sur ordre du Gouvernement, jusqu'à ce que l'Allemagne utilise des produits de toxicité analogue. En effet, le phosgène est beaucoup plus nocif que le chlore et les lacrymogènes alors utilisés par les troupes allemandes. Les autorités françaises refusaient de franchir un pas supplémentaire dans l'escalade chimique. Ainsi, l'ordre d'utiliser les obus au phosgène ne fut donné que le 21 février 1916 devant Fleury sous Douaumont lors de la bataille de Verdun (1). Les suffocants pouvaient d'autre part être mélangés entre eux ainsi qu'à des substances fumigènes (chlorure d'étain ou d'arsenic), elles aussi irritantes pour les bronches, mais dont le but principal était de produire un nuage opaque. Le combattant se sentait alors terriblement isolé et comme il s'imaginait que la fumée l'environnant était un poison violent, l'effet moral était considérable. Outre le repérage du tir le nuage qu'ils formaient à l'explosion de l'obus avait la propriété d'enrober la substance agressive la rendant plus stable et les vapeurs plus lourdes s'insinuaient plus facilement au fond des tranchées et des abris. Si la fabrication s'avérait dangereuse, le remplissage des cylindres ou des obus en substances délétères l'était plus encore. À l'usine anglaise de Gateshead, où l'on remplissait des cylindres de phosgène, il n'y eut pas moins de 459 incidents entre novembre 1916 et octobre 1917. Les Allemands, malgré leur expérience, rencontrèrent les mêmes difficultés. L'usine Hoescht, qui produisait le diphosgène, connut de nombreux accidents et à la fin de la guerre on comptait neuf morts parmi les ouvriers (4).

Toxicité et manifestations cliniques

Le tableau II résume les principales caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des agents suffocants utilisés (5-7). Pour ces toxiques inhalés et non métabolisés la loi de Haber s'applique : pour une même valeur du produit de la concentration, C, par le temps d'exposition, t, les manifestations cliniques sont équivalentes. La combinaison d'une température d'ébullition basse (état gazeux à température ambiante), d'une densité de vapeur relativement élevée (beaucoup plus lourde que l'air), d'une solubilité dans l'eau faible (permettant de pénétrer jusqu'aux alvéoles pulmonaires) et d'une toxicité intrinsèque élevée explique pourquoi le phosgène a été le principal suffocant utilisé et le plus meurtrier.

Tableau II. Caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques de certains suffocants (5-7).

Toxique	Formule chimique	Point ébullition	Densité de vapeur	Solubilité dans eau	Seuil* effets létaux 10 min
Chlore	Cl_2	-34 °C	2,5	7 g. L^{-1}	940 $mg.m^{-3}$
Phosgène	$COCl_2$	+8 °C	3,4	7 g. L^{-1}	61 $mg.m^{-3}$
Acroléine	C_2H_4O	+37 °C	1,9	206 g. L^{-1}	195 $mg.m^{-3}$

*** : seuil des effets létaux 5 % pour 10 min d'exposition**

La description clinique d'une intoxication par les Dr Voivenel et Martin est très explicite : « La lésion est la corrosion du poumon et le malade meurt par Œdème aigu du poumon (OAP). La plupart penchent la tête pour laisser s'écouler le liquide d'œdème. L'auscultation faisait entendre dans les poumons la marée montante de l'inondation alvéolaire » (8).

Les gaz dont la solubilité dans l'eau est peu marquée sont peu absorbés par la vapeur d'eau présente dans les voies aériennes supérieures et peuvent ainsi atteindre l'alvéole pulmonaire. On sait aujourd'hui que les suffocants sont extrêmement réactifs avec les macromolécules des membranes de la barrière alvéolo-capillaire dont la perméabilité est progressivement compromise avec une augmentation du passage de l'eau vers l'épithélium interstitiel puis l'alvéole. Les mécanismes de drainage lymphatique sont peu à peu dépassés conduisant à l'OAP. La symptomatologie se décompose en trois phases. La phase de pénétration qui se caractérise par un larmoiement, une irritation oculaire, des douleurs ou un prurit oro-pharyngé, une toux irritative, une douleur thoracique et une sensation d'oppression. Puis une phase d'intervalle libre s'installe rapidement, dès la fin de l'exposition, pour une durée de 2 à 36 heures. Silencieuse elle correspond à l'accumulation de liquide dans le tissu interstitiel et alvéolaire. La victime doit être mise au repos pendant cette période dont la fin est annoncée par un raccourcissement de la respiration avec ou sans douleur thoracique. Enfin, la phase d'OAP proprement dite qui se caractérise par une hypoxie et une cyanose accompagnée d'une hypovolémie (9). Quand l'OAP apparaît avant la quatrième heure le pronostic est considéré comme péjoratif. Si la phase aiguë est surmontée (la mortalité se juge dans les trois jours), l'œdème se résorbe progressivement et le pronostic s'améliore. Mais des complications infectieuses peuvent apparaître et plus tardivement des séquelles comme la fibrose, l'emphysème ou la bronchite chronique. Les gazés de la Première Guerre mondiale insuffisants respiratoires furent particulièrement sensibles aux infections dont l'épidémie de grippe espagnole de 1919 (8).

Prise en charge médicale

À la différence des vésicants, largement utilisés à partir de l'été 1917, les suffocants ne nécessitaient pas de décontamination puisqu'à la température du « champ de bataille » ils étaient sous forme gazeuse. Un simple déshabillage pouvait donc suffire.

La thérapeutique aujourd'hui fondée sur l'oxygénothérapie et une ventilation en pression positive de fin d'expiration n'existait pas à cette époque et la notice sur les gaz suffocants des Dr Achard et Flandin, publiée le 4 juillet 1916, était la référence (4) :

– repos absolu dès les premiers signes d'intoxication et prise en charge des intoxiqués au plus près de la ligne de feu, en leur imposant un minimum de déplacement ;

– saignée abondante (300 g) deux à trois fois par jour (après injection de caféine). « Heureux quand le sang giclait sur nous car trois fois sur quatre le sang privé de son eau passée dans les poumons qu'elle noyait bavait noir et poisseux » (8) ;

– ipéca à dose vomitive qui stimule des mouvements respiratoires d'amplitude exagérée et qui aide à l'évacuation du liquide d'œdème ;

– oxygène (O_2) par les narines selon la méthode de Gréhant et non pas au masque pour laisser les patients vomir. L'O_2 en sous-cutané avait été testée mais sans succès ;

– tonicardiaques voie sous-cutané (huile camphrée, strychnine, spartéine ou caféine).

L'antidote des gaz suffocants n'existant pas, la mise en place de moyens de protection des voies aériennes supérieures et de la face furent très efficaces pour faire baisser la mortalité. Le premier moyen de protection était une simple gaze imprégnée d'huile de ricin ou de ricinate de sodium, puis avec les premiers masques, le Pr Moureu (voir D. Fauque dans ce numéro) introduisit pour lutter contre le phosgène, le sulfanilate de sodium auquel le Pr Lebeau ajouta, grâce à ses travaux menés à l'école supérieure de pharmacie de Paris, l'urotropine (10). Mais en juillet 1917 une nouvelle classe de substances allait apparaître sur le champ de bataille permettant de briser cette protection : les sternutatoires.

Les sternutatoires

Les sternutatoires étaient tous des dérivés de l'arsenic dénommés arsines dispersés sous forme particulaire (aérosol) qui traversait les masques, avant qu'ils ne soient améliorés. Ceci explique pourquoi les arsines étaient appelées briseuses de masques. Elles ne furent utilisées que par les Allemands puisque la sternite française était encore en expérimentation au moment de l'armistice (tab. I). Les premiers pilonnages à l'aide de ces obus chargés d'arsines eurent lieu le 10 juillet 1917 près de Nieuport puis les 20 et 21 et les jours suivants dans la région d'Ypres (11). L'utilisation de ces munitions passa complètement inaperçue auprès des alliés. Le 28 juillet 1917, des fantassins britanniques découvrirent près de Wijtschate des projectiles non explosés marqués d'une croix bleue. Au beau milieu du choc provoqué par l'introduction du gaz moutarde (ypérite), la substance, jugée dans un premier temps sans grand intérêt par les chimistes français et britanniques, ne fut identifiée qu'au cours du mois d'août. De fait, les Allemands rencontraient des difficultés à mettre au point les mécanismes de dispersion de ces substances

car elles se présentaient sous forme solide, ce qui ne convenait pas vraiment à l'efficacité de ces munitions. Au moment de la détonation de l'obus, les particules irritantes contenues dans le récipient en verre de la munition étaient vaporisées dans un volume beaucoup trop important de sorte qu'il était impossible d'obtenir des concentrations suffisantes. Les sternutatoires n'étaient d'ailleurs jamais employés seuls. L'ennemi espérait, en envoyant des obus chargés d'arsine au milieu des rafales d'obus explosifs ordinaires, créer une impossibilité d'application du masque (par éternuements et vomissements) et multiplier ainsi l'action nocive des suffocants et vésicants qui succédaient presque immédiatement aux sternutatoires.

Toxicité, manifestations cliniques et prise en charge médicale

Les arsines sont des agents classés incapacitants c'est-à-dire qui présentent un ratio élevé entre les doses incapacitantes et létales (tab. III) (12). Ils produisent une irritation oculaire et des voies aériennes supérieures. Ils provoquent également des éternuements incontrôlables, des nausées, des vomissements et une sensation générale d'inconfort (13). L'effet irritant se manifeste également comme pour l'éthyldichlorarsine au niveau cutané en provoquant un rash voire des vésications au bout de quelques heures (voir F. Gros-Désormeaux, dans ce numéro) (14).

La prise en charge des victimes commençait par une évacuation hors de la zone toxique puisque le port du masque devenait impossible. Le déshabillage et une décontamination cutanée par une solution aqueuse non agressive (eau savonneuse) étaient nécessaires. Le lavage oculaire abondant à l'eau et les gargarismes alcalins (à base de bicarbonate de sodium) pour atténuer les irritations de la gorge étaient également préconisés.

Tableau III. Caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques de certains sternutatoires (12).

Toxique	Formule chimique	Dose incapacitante 50 %	Dose létale 50 %
Chlorure de diphénylarsine	$(C_6H_5)_2AsCl$	12 mg.min.m^{-3}	15 000 mg.min.m^{-3}
Ethyldichlorarsine	$C_2H_5AsCl_2$	7,5 mg.min.m^{-3}	4 000 mg.min.m^{-3}

Conclusion

L'utilisation massive des suffocants dont le phosgène, modèle du toxique chimique à l'état gazeux (donc non persistant), explique certainement pourquoi encore aujourd'hui l'amalgame est souvent fait entre guerre chimique et guerre des gaz ou gaz de combat. Première arme chimique létale, apparue sur le front près d'Ypres le 22 avril 1915, les suffocants ont été utilisés jusqu'à l'armistice et leur toxicité est liée à l'œdème pulmonaire lésionnel généré. La surprise initiale et le temps nécessaire pour la mise en place de moyens de protection expliquent également pourquoi les suffocants furent à l'origine de la majorité des décès par arme chimique. Quant aux arsines sternutatoires, elles furent utilisées uniquement par les Allemands qui cherchaient justement à contourner le masque filtrant devenu totalement efficace contre les gaz. Dispersées sous forme particulaire elles traversaient le masque et rendaient son port impossible permettant alors l'utilisation d'une autre substance létale, suffocante ou vésicante.

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt avec les données présentées dans cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Braems O. Historique. http://www.ems.terre.defense.gouv.fr/spip.php?rubrique270, octobre 2015.
2. Larcan A, Ferrandis J-J. Le Service de santé aux armées pendant la Première Guerre mondiale. Paris : Éditions LBM ; 2008.
3. Moureu C. Les leçons de la guerre. La chimie et la guerre – science et avenir. Paris : Éditions Masson et Cie ; 1920.
4. Gaz ! Gaz ! Gaz ! La guerre chimique 1914-1918. Historial de la grande guerre de Péronne. Paris : 5 continents éditions Milan ; 2010.
5. Chlore. Fiche toxicologique n° 51, mise à jour 2008. http://www.inrs.fr, octobre 2015.
6. Phosgène. Fiche toxicologique n° 72, mise à jour 2008. http://www.inrs.fr, octobre 2015.
7. Acroléine. Fiche toxicologique n° 57, mise à jour 2015. http://www.inrs.fr, octobre 2015.
8. Voivenel P, Martin P. La guerre des gaz 1915-1918. Paris : Éditions Bernard Giovanangeli ; 2004 (première édition parue en 1919 aux éditions la renaissance du livre).
9. Cavallo JD, Fuilla C, Dorandeu F, Laroche P, Vidal D. Les risques NRBC-E savoir pour agir. La Rochelle : Éditions Xavier Montauban ; 2010.
10. Lefèvre P. Histoire de la médecine aux armées Tome 3 : de 1914 à nos jours. Paris – Limoges : Éditions Lavauzelle ; 1987.
11. Lepick O. Les armes chimiques. Paris : Presse universitaire de France, collection que sais-je ? ; 1999.
12. Flora S J-S, Flora G, Saxena G. Arsenicals : toxicity, their use as chemical agents, and possible remedial measures. In : Gupta R C ed. Handbook of toxicology of chemical warfare agents. Paris : Editions Elsevier ; 2009:109-33.
13. Plantumara J, Bousquet A, Valéro E, Vest P, Renard C. Les arsines vomitives : toxiques chimiques toujours d'actualité ? Médecine et Armées, 39 (5), 2011 : 453-7.
14. Lejaille A. La guerre des gaz. http://www.guerredesgaz.fr, octobre 2015.