

H. STAUDINGER,

professeur de chimie à l'École polytechnique fédérale, Zurich.

Rapport technique sur la guerre chimique
Annexe au rapport de MM. Cramer et Micheli.

INTRODUCTION ET RÉSUMÉ.

Des poisons ayant joué pour la première fois au cours de la guerre mondiale un rôle dans la conduite des opérations militaires, cette question a été vivement discutée, et une série de publications¹, principalement aussi des articles de la presse quotidienne, ont fait beaucoup de bruit à propos des horreurs des gaz asphyxiants.

La Société des Nations et la Croix-Rouge se sont occupées de cette question à plusieurs reprises, et lors de la conférence de Washington, le 1^{er} janvier 1922, une série de grandes puissances tombèrent d'accord pour interdire l'emploi des poisons au cours d'opérations guerrières.

Comme la première impression quant aux dangers offerts par la guerre des gaz asphyxiants a été modifiée à beaucoup de points de vue par les données statistiques publiées au cours de ces dernières années, il s'est produit, justement au sein des cercles compétents, un changement de front quant à la nécessité de combattre ce moyen de guerre spécial. La décision de la conférence de Washington suscita l'opposition des spécialistes, notamment dans les pays anglo-saxons, et dans une série de publications de la branche ainsi que dans la presse quotidienne l'on mit en œuvre une propagande pour la conservation des moyens chimiques de combat². L'opposition que rencontra cette nouvelle méthode de guerre a été comparée de divers côtés à la condamnation

¹ Cf. les ouvrages, cités ultérieurement, de Gertrud Woker et Irwin.

² Cf. entre autres U. S. A. Chemical and Metallurgical Engineering 1922, Vol. 26, N^o 2, p. 49, 374 et 661. "Prohibiting Chemical Warfare"; Industrial and Engineering Chemistry, News Edition 3, p. 4 (20 Juin 1925) etc. Cf. surtout les ouvrages, ultérieurement cités, de Haldane, Fries et Fuller.

qui frappait autrefois tout progrès technique, telle l'opposition contre l'introduction des armes à feu, des chemins de fer, etc.

Cette querelle pour ou contre les gaz asphyxiants est regrettable, car elle nous empêche de voir clairement la question de fond, celle de l'influence de la technique en général sur la conduite future de la guerre, et c'est surtout cette question-là qui sera examinée dans les pages suivantes.

Le résultat peut se résumer en ce que les questions de guerre et de paix ne peuvent plus être jugées d'après les anciennes mesures.

1. En suite du développement de la technique, les forces techniques dépassent les forces humaines ; ce seront donc avant tout des forces techniques qui se trouveront opposées dans la guerre de l'avenir.

2. Par le développement de la technique chimique l'on est à même de fabriquer des explosifs dans des proportions jusqu'ici insoupçonnées.

3. Les poisons de combat chimique peuvent être produits dans des proportions analogues.

4. Par le développement de l'aviation, une protection des frontières comme on était habitué à la concevoir, n'est plus possible.

Une guerre future sera donc de bien plus grande envergure et plus destructive que la guerre passée, même si l'on tient compte du fait que la technique fournit, pour chaque nouvelle possibilité offensive, les moyens de défense correspondants. D'autre part les progrès de la technique enlèvent à la guerre toute justification, en permettant aux nations d'élargir leurs possibilités de vie, particulièrement un travail en commun, une utilisation avantageuse des trésors naturels n'étant possible que par le développement des relations internationales. A cause de cela, les problèmes relatifs à la paix doivent, eux aussi, avoir une base toute différente, et il serait avant tout important de soutenir les efforts tentés en vue d'une organisation internationale.

A cela l'on peut répondre que des forces agissant depuis des

H. Staudinger.

milliers d'années sur les relations entre peuples ne pourront pas être subitement éliminées. Si donc une guerre ne saurait être évitée dans l'avenir, les poisons de combat représenteraient en effet une arme puissante dans la main des nations ; mais celle-ci, comparée aux anciennes méthodes de combat, n'est pas plus inhumaine, si d'ailleurs il est admissible de faire intervenir une considération morale dans ce domaine¹. Le développement des explosifs présente certainement pour la guerre de l'avenir des dangers analogues à ceux des poisons de combat, une interdiction spéciale relative à l'emploi des gaz asphyxiants au cours de la guerre ne serait donc plus justifiable.

Un danger particulier est créé dans la guerre future pour la population sans défense qui ne participe pas aux hostilités, surtout femmes et enfants, si des attaques par avions ont lieu contre des villes situées à l'arrière du front ; et justement la possibilité de voir ces attaques menées à l'aide de gaz asphyxiants constitue une perspective particulièrement redoutable. Ce serait donc réaliser un progrès que d'arriver à une convention interdisant les poisons comme moyens de combat à l'arrière du front ; cette interdiction devrait du reste s'étendre à tous les actes quelconques d'hostilité.

I. BASES GÉNÉRALES DE LA TECHNIQUE ACTUELLE ET SES CONSÉQUENCES

Il a été trop souvent question des bouleversements considérables provoqués par l'introduction des machines à vapeur, de l'électricité, de l'aviation etc. pour que nous ayons à nous en occuper ici. Tous ces faits, aussi importants qu'ils soient, ne répondent pas à la question de fond, et ne sont en quelque sorte

¹ Il n'est pas dans mon intention, de prendre position à ce point de vue vis-à-vis de la guerre des gaz. Dans l'article « La technique moderne et la guerre » dans la *Revue internationale de la Croix-Rouge*, 1^{re} année, p. 512, la traduction de mon article écrit en allemand a donné une autre impression, le mot « unheilvoll » ayant été rendu par « criminel ».

La guerre chimique.

que les conséquences d'un changement fondamental qui différencie l'époque actuelle des temps passés. Ce changement consiste en ce que, depuis environ 30 à 40 ans, tous les pays industriels disposent de forces techniques toujours croissantes, dépassant de loin les forces humaines. Ces forces techniques proviennent de l'exploitation du charbon, du pétrole et de la houille blanche, le rôle principal revenant de beaucoup au charbon.

Pour mettre en évidence son importance, le tableau suivant donne d'abord la production de charbon dans les principaux pays industriels, puis une évaluation des quantités d'énergie qui peuvent en être extraites¹. Celles-ci sont calculées en chevaux-vapeur-an, le cheval-vapeur-an à 3000 heures de travail. Dans ce calcul, il a été tenu compte qu'en suite du développement de la technique, le charbon est aujourd'hui bien plus avantageusement utilisé, soit dans des machines soit par l'obtention de produits secondaires précieux, qu'en 1860, et l'on estime que cette utilisation de l'énergie contenue dans le charbon atteint en 1912 10% au lieu de 5% seulement en 1860.

	Production de charbon en millions de tonnes				Millions de chevaux-vapeur- an.			
	1860	1880	1900	1912	1860	1880	1900	1912
Allemagne.	16,7	59,1	149,8	255,7	2,7	13,7	43,0	79,5
France.	8,3	19,4	33,0	41,1	1,5	4,9	11,0	15,1
Russie.	0,3	3,3	16,2	31,0	0,05	0,85	5,4	11,4
Gde-Bretagne..	81,3	149,3	228,8	264,6	15,0	38,6	76,0	97,7
Etats-Unis.	15,2	71,7	244,6	484,9	2,8	18,5	81,3	179,0
Production mondiale..	137	331	767	1245	25,3	85,6	255,0	459,8

La signification de ces chiffres devient plus claire encore si l'on calcule, comme il a été fait dans le tableau suivant, la quantité d'énergie par tête d'habitant ; il en ressort que de nos jours, chaque habitant dispose de 1-2 chevaux-vapeur-an. C'est là une différence essentielle entre les temps passés et modernes.

¹ Des données et des calculs plus détaillés ont été publiés par moi dans la *Schweiz. Bau-Zeitung*, Vol. 71, p. 165 (1918), ainsi que dans la *Friedenswarte*, 19, p. 196 (1917).

H. Staudinger.

		Nombre d'habitants en millions	Millions de chevaux- vapeur-an	Par habitant en chevaux- vapeur-an
<i>Allemagne.....</i>	1871	41	6,7	env. 1/6
	1890	env. 49,4	23,5	» 1/2
	1912	» 66,5	79,5	» 1 1/5
<i>Angleterre.....</i>	1860	29,5	15,0	env. 1/2
	1890	env. 37,4	54,5	» 1 1/2
	1912	45,5	97,7	» 2
<i>France.....</i>	1890	38,3	7,6	env. 1/5
	1912	39,6	15,1	» 3/8
<i>Etats-Unis.....</i>	1860	31,5	2,8	env. 1/10
	1870	38,5	7,4	» 1/5
	1890	63	42,3	» 7/8
	1912	env. 95	179	» 2

Autrefois, la production de charbon était si minime qu'elle entraînait à peine en ligne de compte, et l'homme était presque uniquement réduit au travail de ses mains, si l'on fait abstraction des animaux domestiques et de l'utilisation fort peu considérable du bois et des forces hydrauliques. Aujourd'hui, *les forces produites par la technique sont bien plus importantes que celles de l'homme*, et ce tournant significatif dans l'histoire de l'humanité a été atteint dans un laps de temps restreint, au cours de 20-30 années.

En dehors du charbon, *le pétrole* joue aussi un rôle considérable, d'abord comme combustible de haute valeur calorifique, puis, et c'est là l'essentiel, en ce que son énergie est utilisée jusqu'à 30-35% dans les moteurs, tandis que les machines à vapeur ordinaires ne peuvent utiliser l'énergie du charbon que dans la mesure de 15%, tout au plus 20%. Certains constituants du pétrole, la benzine p. ex., sont en outre indispensables aux moyens de locomotion modernes — automobiles et avions —, et ainsi s'explique que les principaux pays industriels, notamment les Etats-Unis et l'Angleterre, s'efforcent de prendre possession des gisements de pétrole les plus importants. La production pétrolifère est de date assez récente, elle débuta en 1860. Tout dernièrement, surtout durant la guerre et la période d'a-

La guerre chimique.

près-guerre, cette production s'est considérablement accrue, comme le montrent les chiffres suivants ; des pays comme le Mexique, autrefois insignifiants, sont montés rapidement au rang d'importants producteurs de pétrole.

Production pétrolière par 1000 tonnes.

	1860	1880	1900	1915	1922
Etats-Unis.....	66	3,443	8,334	38,503	75,548
Russie.....	—	400	9,927	9,353	4,782
Mexique.....	—	—	—	4,388	27,728
Roumanie.....	1	16	227	1,673	1,369
Galicie.....	—	32	326	740	697
Allemagne.....	—	1	50	140	42
Indes Néerlandaises.	—	—	—	1,710	2,228
Somme de tous les pays.....	67	3,897	19,547	62,500	119,074

Même en tenant compte de la meilleure utilisation du pétrole on en déduit, pour l'année 1912, une énergie d'environ 50 millions de chevaux-vapeur-an, aujourd'hui environ 100 millions, de sorte que l'énergie extraite du charbon est encore 5 fois plus grande que celle fournie par le pétrole.

La *houille blanche* joue par rapport au charbon et au pétrole un rôle relativement restreint, bien qu'elle ait une réelle importance pour certains pays pauvres en charbon, comme la Suisse, ainsi que pour certaines branches de l'industrie.

Notre vie actuelle est ainsi contrôlée par la technique ; c'est là évidemment aussi un facteur important et décisif de la guerre. Déjà lors des guerres de 1866 et 1870, la supériorité technique de l'Allemagne a dû contribuer à son succès ; elle fut dans la dernière guerre d'une influence prépondérante. Au début, lorsque les puissances centrales se trouvèrent opposées à la France, l'Angleterre, la Belgique et la Russie, les énergies techniques des deux groupements de puissances étaient à peu près équivalentes ; la participation des Etats-Unis déplaça nettement cet équilibre.

La période d'après-guerre a amené un certain déplacement dans les conditions de la production, notamment la production de

H. Staudinger.

houille a diminué en Europe, tandis qu'elle a augmenté dans presque tous les Etats des autres continents. Il est vrai que des changements essentiels, capables de modifier l'exposé précédent, ne se sont pas encore produits, mais dans l'avenir, ces changements peuvent facilement avoir lieu par une meilleure exploitation de l'énergie du charbon, et les principaux pays industriels font des efforts dans ce sens. D'une part, l'on tend à ne pas brûler directement le charbon, pour en extraire d'abord les produits secondaires précieux. Mais l'on s'efforce surtout de transformer le charbon en combustibles liquides ou gazeux, ceux-ci pouvant être employés plus avantageusement dans des moteurs que le charbon solide dans les machines à vapeur. Si le problème, en ce moment fréquemment discuté dans la presse quotidienne, trouvait une solution, au cas où l'on parviendrait à liquéfier la houille d'une façon simple, il serait possible d'obtenir avec la production actuelle, un rendement d'énergie égal au double et plus ce qui exercerait naturellement, d'après les chiffres cités plus haut, une influence considérable sur la situation des pays techniquement développés.

II. DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNIQUE CHIMIQUE DURANT LE DERNIER DEMI-SIÈCLE

Parallèlement au développement de la production charbonnière, et en relation directe avec elle, la production du fer et des autres métaux s'est fortement accrue. Le tableau ci-dessous, concernant la production des minerais de fer et du fer brut dans les principaux pays industriels, montre à nouveau l'énorme importance économique des Etats-Unis. D'après des évaluations aux environs de l'année 1800, la production de fer ne s'élevait qu'à 0,8 millions de tonnes, soit à peu près la 1/100 partie de celle d'aujourd'hui.

Le développement de l'industrie chimique moderne est en relation avec la production du fer, qui conditionne celle du coke. Lors de la transformation de la houille en coke on obtient l'ammoniaque, qui sert à la fabrication d'engrais, puis le goudron de houille.

La guerre chimique.

le, point de départ des matières colorantes, produits pharmaceutiques et de beaucoup d'explosifs. Toutes les possibilités ne sont d'ailleurs pas épuisées par ce qui précède, car aujourd'hui seulement 10%, tout au plus 15% du charbon sont absorbés par la production de ces produits secondaires. De plus fortes quantités de goudron peuvent être obtenues sans augmentation de la production houillère lors d'une meilleure utilisation du charbon, — qui ne serait d'ailleurs pas profitable dans tous les cas.

	Minerais de fer en millions de tonnes.				Fer brut en millions de tonnes.			
	1860	1880	1890	1912	1860	1880	1890	1912
Allemagne.	1,4	7,2	11,4	32,7	0,53	2,7	4,7	17,6
France.	3,0	2,9	3,5	18,5	0,9	1,7	1,96	4,9
Russie.	0,13	1,0	1,8	8,2	0,3	0,45	0,9	4,2
Gde.-Bretagne..	8,3	18,3	14,0	14,0	3,9	7,9	8,0	9,0
Etats-Unis.	2,6	7,2	16,3	60,4	0,8	3,9	9,35	30,2
Production mondiale ...	18	44	59,6	157,7	7,4	18,3	27,5	75,0

L'industrie chimique basée sur l'utilisation des goudrons de houille a son origine aux environs de 1860, lors de l'obtention des premiers colorants issus du goudron, et ne s'est développée que dans les derniers 20 ou 30 ans.

Il ne saurait évidemment être question ici d'examiner en détail les diverses industries chimiques, mais les deux points suivants méritent de retenir notre attention, ayant une influence essentielle au point de vue de la guerre : le développement de l'industrie des explosifs et l'industrie des engrais, qui offrent, chose remarquable, un certain rapport.

L'industrie des explosifs n'est naturellement pas seulement d'une grande importance pour la guerre, mais aussi pour les travaux de paix, par exemple pour l'extraction du charbon, des minerais, pour la construction de tunnels, etc. Durant des siècles la poudre fut l'unique explosif ; dans les derniers temps, un tout nouveau développement s'est produit. L'on a découvert une série de nouveaux explosifs de bien plus grande efficacité, tels le coton-poudre, la dynamite, l'acide picrique, le trinitrotoluène et les autres matières fabriquées au moyen des produits

H. Staudinger.

du goudron. Nous rappellerons seulement ici que le coton-poudre fut découvert par Schönbein en 1846, et ne put être introduit pour la première fois dans l'armée française qu'en 1886, après qu'on eût vaincu de nombreuses difficultés techniques. Jusqu'à ces derniers temps, le coton servait à sa fabrication, tandis qu'aujourd'hui on peut employer à cet effet la cellulose du bois. La nitroglycérine, composant de la dynamite, fut obtenue pour la première fois en 1846 par Sobrero à Turin, mais seuls les travaux de Nobel, vers 1870, rendirent possible l'utilisation technique de ce produit. De même, les explosifs du goudron, acide picrique et trinitrotoluène, ne sont utilisés que depuis une vingtaine d'années, et jouent un rôle important dans la guerre, pour la fabrication de munitions d'artillerie, spécialement pour remplir des grenades.

Mais l'essentiel pour juger l'époque moderne et spécialement une guerre future n'est pas la découverte de ces nouveaux explosifs, mais le fait qu'aujourd'hui, à l'opposé d'autrefois, ces matériaux peuvent être livrés par la technique en quantités presque illimitées, et ce résultat est justement dû au fait que l'énergie contenue dans le charbon peut être employée pour la fabrication d'explosifs.

Durant les siècles précédents, l'on ne pouvait obtenir le salpêtre nécessaire à la fabrication de la poudre que par la lente transformation de substances organiques contenues dans l'engrais et d'autres résidus organiques ; les quantités de salpêtre alors disponibles étaient par ce fait minimes, et leur prix élevé, environ dix fois plus élevé qu'aujourd'hui, abstraction faite de la dévalorisation monétaire. Pour citer un exemple, Louis XIV pouvait, en 1663, disposer d'environ 300 tonnes de salpêtre ; au début du XVIII^{me} siècle, la quantité disponible en France était de 750 tonnes. Pendant la révolution française, le peuple entier travaillant à la production du salpêtre, cette quantité augmenta assez rapidement, de façon que Napoléon put disposer annuellement, pour ses guerres, d'environ 8 à 10,000 tonnes de salpêtre. Il est important de noter que, dans ces temps passés, la production marchait lentement, de sorte que les provisions

La guerre chimique.

épuisées n'étaient pas renouvelables rapidement. La première importation de salpêtre des Indes en Angleterre eut lieu au début du XIX^me siècle. Les dépôts de salpêtre du Chili ne furent utilisés qu'à partir de 1830. Le tableau suivant montre l'exportation croissante de ce salpêtre.

1830	1856	1876	1890	1912	1918
100 t.	25,000 t.	150,000 t.	1,000,000 t.	2,490,000 t.	3,000,000 t.

Il est intéressant de constater que durant la guerre mondiale, l'exportation de salpêtre du Chili augmenta, bien que les puissances centrales n'en fussent plus preneurs, preuve de la quantité considérable de munitions qui furent employées, car aujourd'hui, encore le salpêtre, c'est-à-dire l'acide nitrique qu'on en retire, est la matière initiale pour la production des explosifs modernes susnommés.

Les puissances centrales n'étaient pas préparées à la consommation de munitions d'une guerre moderne, de sorte que le manque de salpêtre se fit sentir dès l'automne 1914. La prise d'Anvers, où se trouvaient de grands dépôts de salpêtre, remédia passagèrement à ce déficit, et simultanément l'on élaborait des procédés pour transformer l'ammoniaque, par combustion, en acide nitrique. Au début on put disposer de l'ammoniaque extraite de la houille au cours de la production du coke, puis, l'on perfectionna le procédé de production de l'ammoniaque par l'azote atmosphérique, l'on réalisa en grand la fabrication de la cyanamide, d'où l'on peut également obtenir de l'ammoniaque, et enfin l'on fabriqua surtout de grandes quantités d'ammoniaque au moyen d'azote et d'hydrogène, par le procédé Haber. Ces deux produits, eux aussi, s'obtiennent à l'aide du charbon, de sorte que dans l'ammoniaque, et par suite dans l'acide nitrique qui en dérive, l'on est en présence de l'énergie chimique transformée en charbon ; par ces moyens, le manque de salpêtre du Chili put être entièrement couvert. Comme l'on fait aujourd'hui, dans tous les pays industriels, des efforts considérables pour obtenir de l'azote combiné en partant de l'azote atmosphérique, problème de la plus haute importance pour

H. Staudinger.

l'agriculture en temps de paix, on dispose maintenant annuellement de bien plus grandes quantités d'azote combiné que celles correspondant au salpêtre exporté du Chili. Comme ce développement n'a commencé qu'après la guerre, il sera possible de produire à l'avenir de bien plus grandes quantités de munitions que jusqu'à présent.

L'on peut donc fabriquer, au besoin, avec le bois des forêts et l'azote de l'air, au moyen du charbon, des explosifs comme le coton-poudre en quantités dépassant de loin l'ancienne production.

Comme il a déjà été dit, la production des explosifs est intimement liée à l'industrie extraordinairement importante de la fabrication des engrais. L'emploi de ceux-ci remonte à 1860, aux travaux de Liebig ; depuis environ 1880, l'industrie chimique s'efforce de fabriquer de grandes quantités de ces matières, par exemple des sels de potasse, des engrais à base de phosphore et d'autres à base d'azote, comme les sels d'ammoniaque et le salpêtre. La fabrication de cyanamide et d'ammoniaque d'après le procédé Haber est pour l'agriculture d'une importance capitale ; comme le fait voir le tableau ci-dessous, l'emploi des engrais a presque doublé la production depuis 1880.

Récolte moyenne de l'Allemagne par hect. en tonnes.

	Début du XIX ^e siècle	1879/83	1894/98	1913	1916	1918
Seigle	0,86	0,9	1,2	1,9	1,6	1,4
Pommes de terre		8,0	10,2	14,2	9,0	10,8
Betteraves.	—	—	—	30,6	24,0	23,2

Ainsi, par la collaboration de la technique et de l'industrie, il est possible de nourrir la population rapidement croissante. Mais ces rapports étroits ont pour résultat que l'organisme d'un pays d'industrie est aujourd'hui bien plus sensible aux bouleversements qu'un pays vivant dans les conditions plus simples de jadis. Quand il arrive que l'agriculture d'un pays se trouve privée, par suite d'une guerre, comme ce fut le cas pour l'Alle-

magne durant la guerre mondiale, d'une partie des engrais importants, les récoltes diminuent, comme l'indique également le tableau ci-dessus, et toute la population souffre ainsi indirectement, par manque de nourriture, des suites de la guerre. Ce résultat s'est étendu lors de la dernière guerre sur tous les pays, puisque justement les produits bruts de l'industrie des engrais ne peuvent être obtenus que par échange international. On ne peut pas insister suffisamment sur ces rapports entre la technique, l'industrie et l'agriculture d'une part, et les suites d'une guerre de l'autre.

III. LA GUERRE CHIMIQUE.¹

I. Littérature.

Au cours de ces dernières années, on a vu naître dans ce domaine une copieuse littérature, et nous ne mentionnons ici que quelques-uns des ouvrages les plus importants, sans que l'énumération suivante puisse prétendre en aucune manière être complète.

En langue allemande ont paru ² :

R. Hanslian et Fr. Bergendorff, *Der chemische Krieg*, Berlin 1925. C'est la publication la plus récente.

Gertrud Woker : *Der kommende Giftgaskrieg*, Leipzig. L'auteur est connue comme faisant partie des adversaires de la guerre en général, ce qui se fait sentir aussi dans le ton général de l'exposé.

M. Schwarte : *Der grosse Krieg*, tome IV, *Der Gaskrieg* par le capitaine Geier, dans lequel il n'y a que peu de matériaux importants à récolter.

Un aperçu des *Moyens de combat contre les gaz* se trouve aussi

¹ Je dois de nombreux renseignements sur ce point à M. le Dr Schmutz, directeur de la section des gaz, à Zurich.

² Nous attirons l'attention sur la publication devant avoir lieu prochainement du livre annoncé du professeur J. Meyer, « Ueber den Gaskampf ».

H. Staudinger.

dans la *Schweiz. Zeitschrift für Kriegswissenschaft*, par le premier-lieutenant Schleich, qui fait aussi mention de la littérature du sujet.

Il a paru en langue française :

Ch. Moureu, *La chimie et la guerre*, chez Masson et C^{ie}.

Des articles détaillés se trouvent également dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées*, Vol. 31, pp. 45 et 237.

La littérature la plus complète se trouve dans les pays anglo-saxon, et presque sans exception l'on y prend position en faveur de la guerre chimique. A comparer en premier lieu :

Amos A. Fries et Clarence S. West : *Chemical warfare*, Mc. Graw Hill Book Company, New-York, 1921.

Puis l'exposé détaillé dans *America's munitions 1917-1918* par Benedict Crowell, Washington, 1919.

Ainsi que *History of the great war medical services*, Londres 1922.

Et, enfin, mentionnons deux livres qui se déclarent nettement en faveur de la guerre des gaz asphyxiants :

Colonel J. F. C. Fuller *The reformation of war*, Londres 1923, un exposé détaillé des questions de guerre, et

J. B. S. Haldane, *Callinicus, a defence of chemical warfare*, Londres, 1925, une courte monographie qui a attiré l'attention justement ces temps derniers, par suite de sa défense ardente de la guerre des gaz asphyxiants.

Publications adverses à la guerre en langue anglaise :

Will Irwin, *The next war*, New-York, 1921.

Des renseignements détaillés sur les poisons de combat chimique se trouvent en outre dans la publication *The Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, spécialement dans le volume de 1919.

2. Généralités.

Sous la dénomination de guerre chimique, l'on entend l'introduction de nouveaux moyens de combat, qui n'ont pu être obtenus que récemment par les progrès de la technique chimique, et

La guerre chimique.

particulièrement des poisons de combat¹. Une délimitation exacte dans ce domaine est difficile, les explosifs modernes développant par leur explosion des gaz empoisonnés (surtout de l'oxyde de carbone) qui, durant la dernière guerre, causèrent des cas d'empoisonnement ; à l'inverse, les gaz de combat furent souvent lancés en grenades brisantes, portant une forte charge explosive. La différence essentielle entre l'ancienne méthode de guerre consiste en ce que la première cherche à détruire mécaniquement, se dirigeant également contre les sujets vivants et les objets insensibles, tandis que les gaz empoisonnés ne peuvent agir que physiologiquement, c'est-à-dire seulement sur les sujets en vie.

Généralement parlant se rangent aussi dans la guerre chimique les lance-flammes et les projectiles incendiaires. Les plus importants sont les derniers pour lesquels on emploie des bombes remplies de phosphore blanc et de sulfure de carbone. Ces projectiles peuvent produire en dehors des brûlures, des effets notables d'empoisonnement sur les personnes atteintes.

Enfin la production de fumées et brouillards, qui joue un grand rôle dans la guerre terrestre et maritime, fait aussi partie de la guerre chimique. Dans la suite il sera essentiellement question des poisons de combat.

3. *Historique.*

Des poisons de combat ont été employés pour la première fois en forte proportion lors de la dernière guerre mondiale. Au cours des discussions pour déterminer auquel des adversaires revient l'initiative de l'emploi des gaz de combat, l'on fait remarquer que déjà auparavant des poisons avaient été employés, en faible proportion, comme moyens de guerre². Mais si cette intention a

¹ Dans la presse quotidienne on parle très souvent de gaz asphyxiants. Cette dénomination est fautive, car on se sert généralement de matières solides ou liquides.

² Cf. Fritz Haber, *Zur Geschichte des Gaskrieges* en 5 conférences, chez J. Springer, Berlin ; ensuite et surtout l'article du Major Cl. S. West dans *The Science* 1919, vol. 49 p. 412.

H. Staudinger.

existé, l'emploi par grandes quantités de gaz asphyxiants pour la guerre n'était pas réalisable autrefois, la technique chimique n'étant pas encore assez développée. Presque toutes les substances de combat sont des produits organiques, elles sont fabriquées en partie par la technique comme produits de départ pour des colorants ou produits pharmaceutiques, et n'ont été découvertes en grande partie que dans les dernières 30 ou 40 années. Seuls, le chlore et l'acide prussique sont connus depuis plus de 150 ans, mais leur production sur une grande échelle n'a été entreprise que tout récemment. L'anhydride arsénieux, déjà connu aux alchimistes et servant souvent aux empoisonnements dans le passé, n'a joué aucun rôle dans la guerre mondiale, bien qu'il aurait pu être produit en grandes quantités : son action comme poison n'est pas assez forte.

Le changement rapide subi par le caractère des hostilités au cours de la guerre mondiale fut décisif pour l'introduction des substances de combat. Alors que les guerres précédentes avaient été essentiellement des guerres de mouvement et de sièges, disputées à l'aide de munitions, les armées se retirèrent cette fois bientôt dans les tranchées, et dans ces conditions l'inefficacité des anciens moyens de combat devint manifeste. Les substances de combat, par contre, purent atteindre l'adversaire dans ses retranchements, et ainsi de nouveaux succès purent être réalisés ; en effet, la première introduction d'un poison de combat en quantité plus importante, le 22 avril 1915, par les Allemands eut un effet considérable, l'adversaire surpris ne pouvant se défendre. Les moyens de défense contre les gaz se développèrent alors de part et d'autre en peu de temps ; la technique, qui peut produire des substances de combat, a également la possibilité de livrer des moyens de défense contre ces mêmes poisons.

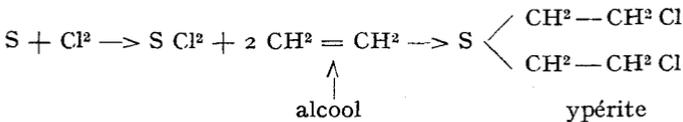
4. *Généralités sur la fabrication des substances de combat.*

La fabrication des substances de combat n'est pas une tâche ardue pour la technique actuelle ; comme il a été dit, une série

La guerre chimique.

d'entre elles sont déjà connues depuis assez longtemps, étant employées, par exemple, comme point de départ dans l'industrie des colorants et des produits pharmaceutiques. Il est évident que les substances de combat, pour être employées sur une grande échelle, doivent être des substances peu chères, dont les produits de départ sont accessibles en fortes quantités. La fabrication est donc possible aujourd'hui dans tous les pays possédant une industrie chimique, et n'exige pas de connaissances aussi spéciales, comme par exemple celle de beaucoup de produits pharmaceutiques ou de colorants très compliqués. Nous donnerons quelques exemples : le chlore, de grande importance pour la fabrication des gaz asphyxiants, peut naturellement être obtenu dans tous les pays et partout en partant du sel de cuisine. Comme substance de combat, il ne fut employé que durant les premiers mois de la guerre mondiale et n'entre donc plus en ligne de compte aujourd'hui, étant trop facilement absorbé. Mais toute une série d'autres poisons de combat importants peuvent être facilement fabriqués avec le chlore ; ainsi par son union avec l'oxyde de carbone on obtient le *phosgène*, gaz asphyxiant par excellence, qui fut fréquemment employé au cours de la guerre.

D'autre part on obtient, en partant de chlore et de soufre, le chlorure de soufre, employé dans l'industrie pour vulcaniser le caoutchouc ; des chlorures de soufre de ce genre donnent naissance par leur union avec l'éthylène au *sulfure d'éthyle dichloré*, connu sous le nom d'*ypérite*, *Mustardgas*, *grenade croix-jaune*, *Senfgas*, et employé surtout pendant la dernière année de guerre.

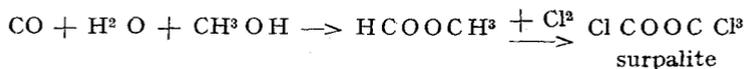


L'éthylène peut être aujourd'hui obtenu facilement à partir de l'alcool, de façon que l'ypérite peut être fabriquée en quantités égales aux explosifs.

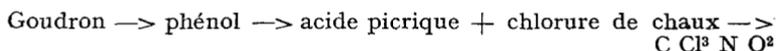
Par chloruration du formiate de méthyle, ou du chloroform-

H. Staudinger.

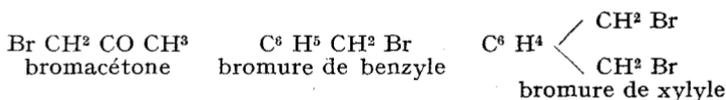
miate de méthyle, l'on obtient le *chloroformiate de chlorométhyle*, employé du côté allemand sous la désignation de *Perstoff* ou *diphosgène*, comme charge de grenades *croix-verte* du côté français sous le nom de *surpalite*.



Un autre gaz de combat très important, la *chloropicrine*, est obtenue en partant de chlorure de chaux et d'acide picrique, qui à son tour est fabriqué en partant du phénol, un produit contenu dans le goudron de houille.



Comme gaz lacrymogènes, on employa souvent des substances bromées, par exemple la bromacétone, l'acétone étant obtenue aisément en partant de l'acide acétique, soit de l'acétylène; ensuite, les bromures de benzyle, de xylyle, produits dérivés du toluène et du xylène, substances qui se trouvent dans le goudron. Il est difficile de se procurer de très grandes quantités de brome, celui-ci étant plus rare que le chlore, et son prix par conséquent 10 fois plus élevé; mais des produits chlorés furent également employés.



Un rôle particulièrement important a été joué, surtout pendant la dernière année de la guerre, par quelques produits à base d'arsenic, désignés du côté français sous le nom de *sternites*, et servant du côté allemand à la charge des grenades *croix-bleue*. Ce sont avant tout la *diphénylchlorarsine* et le *cyanure de diphénylarsine*; ces produits peuvent être fabriqués en partant de l'anhydride arsénieux peu coûteux et de l'aniline, point de départ des colorants à l'aniline.



La guerre chimique.

Les cyanures de potassium et de sodium sont employés depuis une vingtaine d'années dans des proportions de plus en plus importantes pour l'extraction de l'or. L'acide prussique qui peut en être facilement extrait n'a trouvé qu'un emploi restreint, bien que représentant un poison violent.

5. Possibilité de production des substances de combat.

Les produits de départ pour une guerre aux gaz asphyxiants sont donc une série de substances organiques qui aujourd'hui déjà se trouvent à la disposition de la technique en très fortes quantités, tels les alcools éthylique et méthylique, celui-ci pouvant, d'après des données tout à fait récentes, être fabriqué en partant de l'oxyde de carbone ; l'acide formique, également obtenu en partant de l'oxyde de carbone, et enfin une série de substances extraites du goudron, comme le benzène, le toluène, le xylène, l'aniline et le phénol. Comme matériaux inorganiques, le chlore, le soufre et le brome entrent en ligne de compte, produits, le dernier excepté, se trouvant tous en quantités presque illimitées à la disposition de la technique. Nous faisons donc ici aussi la même constatation qu'à propos de la fabrication des explosifs : dans le passé ces matériaux ne pouvaient être obtenus qu'en quantités très restreintes, aujourd'hui par contre la technique se trouve dans la possibilité de les fabriquer en proportions équivalentes aux explosifs, et ils pourront par conséquent, dans une guerre future, avoir la même importance que ceux-ci. Déjà lors de la dernière guerre, notamment au cours de la dernière année, les moyens chimiques de combat jouèrent un rôle important. En 1918, 30% de la quantité totale des munitions était dite munition à gaz, c'est-à-dire munition chargée de substances de combat. Au cours de quelques attaques, les munitions à gaz ont même joué un rôle prépondérant, par exemple, le 21 mars 1918, l'on tira 250,000 grenades croix-jaune¹.

¹ On trouvera des chiffres p. ex. dans *Hanslian et Bergendorff*, ainsi que dans *America's Munitions*.

H. Staudinger.

La production mensuelle des substances de combat en Amérique était en novembre 1918 :

chloropicrine.....	1290 tons.
phosgène.....	900 tons.
sulfure d'éthyle dichloré (ypérite)	770 tons.

Or, on n'en avait commencé la fabrication qu'au début de 1918. Les Etats-Unis sont par conséquent en mesure de fabriquer dans les établissements actuels au moins 100,000 tons¹ de substances de combat par an. Durant la récente guerre, des territoires entiers furent complètement ravagés par les munitions ; dans une guerre future, il serait donc possible de recouvrir de étendues aussi vastes par des gaz asphyxiants, de façon à y rendre tout séjour impossible sans moyens spéciaux de défense.

6. Répartition des substances de combat.

A. Parmi les substances de combat, les gaz en eux-mêmes ne jouent qu'un rôle restreint ; il s'agit la plupart du temps de corps liquides ou solides.

Les gaz plus denses que l'air et qui ne sont pas rapidement décomposés par l'humidité entrent seuls en ligne de compte. L'acide prussique, poison excessivement violent, n'a été que peu employé durant la guerre, et n'a certainement qu'une importance restreinte comme substance de combat : étant plus léger que l'air (poids moléculaire 27, celui de l'air étant 29), il s'y mélange trop facilement. Le chlore (poids moléculaire 70) et le phosgène (poids moléculaire 98) forment par contre de lourds brouillards au-dessus du sol, et représentent par conséquent — le dernier du moins — d'importantes substances de combat. L'oxyde

Les *substances de combat liquides* à température ordinaire, — et le plus grand nombre rentre dans cette catégorie, — ont d'ordinaire un point d'ébullition relativement bas, de sorte qu'elles se volatilisent assez facilement, et agissent ainsi comme poison. En général, elles sont employées dans des projectiles, et jaillissent lors de l'explosion en formant un fin brouillard ou des gouttelettes.

¹ Et ce chiffre pourrait être facilement décuplé.

La guerre chimique.

Les *substances solides*, comme par exemple la diphénylchlorarsine et le cyanure de diphénylarsine qui sont à peine volatiles et ne se vaporisent qu'au dessus de 300°, ne peuvent être employées que de façon à être subtilisées à l'état de fumée lors de l'explosion des projectiles. Cette fumée est excessivement stable, comme la fumée ordinaire des cheminées, étant composée de particules colloïdales, c'est-à-dire de particules dont les dimensions varient entre 0,1 μ et 1 $m\mu$. L'absorption d'une telle fumée présentait pour la technique de grosses difficultés, et la défense contre ces substances de combat était spécialement ardue, car les filtres ordinaires laissent passer ces particules à cause de leurs petites dimensions, et il fallut d'abord inventer des filtres spéciaux à mailles plus fines pour qu'une défense contre ces substances devienne possible.

B. Les substances de combat peuvent être encore subdivisées en celles qui sont très stables, qui ne sont donc pas, ou seulement très lentement, détruites par l'humidité de l'air ; à celles-ci appartient par exemple l'ypérite. D'autres sont par contre instables et décomposées par l'humidité, ainsi par exemple le phosgène, le chloroformiate de trichlorométhyle. L'on ne peut évidemment tracer une ligne de démarcation nette entre ces deux groupements. Une importance toute différente leur revient au cours du combat. Les substances de combat stables sont importantes lorsqu'il s'agit de rendre une zone inaccessible pendant un temps relativement long ; d'autre part, les substances instables, souvent complètement décomposées après une ou tout au plus plusieurs heures, sont employées dans le cas où les troupes d'attaque ont pour tâche d'avancer.

C. Une autre répartition est celle d'après l'action physiologique.

7. Action physiologique.

D'après leur action physiologique, on peut répartir les substances de combat en deux catégories : *substances irritantes* et *poisons*. Les *substances irritantes* doivent produire momentanément des irritations insupportables, par exemple des yeux, du nez,

H. Staudinger.

et mettre ainsi l'adversaire hors d'état de combattre. Les *poisons* par contre doivent tuer ou provoquer des maladies ; certains d'entre eux se font à peine remarquer par des irritations immédiates, comme par exemple l'ypérite et l'acide prussique ; d'autres provoquent des irritations insupportables ou gênent la vue, par exemple le phosgène, la chloropicrine, de façon à représenter aussi des irritants ; à l'inverse, des substances irritantes peuvent naturellement aussi agir comme poisons lorsqu'elles sont en quantité suffisante.

Du côté français, anglais et américain, les substances de combat ont été subdivisées comme suit :

Les suffocants, lung irritants, die Erstickenenden : parmi ces corps se rangent le chlore, le phosgène, le chloroformiate de trichlorométhyle (surpalite, croix-verte des Allemands), la chloropicrine et le chlorure de phénylcarbylamine.

Les lacrymogènes, lachrymators, die Tränenzeugenden : la bromacétone, la chloracétone, les bromo et iodoacétates d'éthyle, employés seulement au début de la guerre, les bromures de benzyle et de xylyle et le cyanure de bromobenzyle, tout spécialement actif, fabriqué en Amérique, mais n'ayant plus été employé.

Les vésicants ou caustiques, the vesicants, die Blasenziehenden : ici se rangent l'ypérite [Senfgas], puis la lévisite américaine, produit qui ne fut plus employé dans la guerre mondiale.¹ Ces deux substances constituent de forts poisons pour la peau, où elles provoquent des vésicules, mais sont en outre dangereuses par la production de maladies pulmonaires plusieurs heures après leur aspiration ; les yeux y sont aussi particulièrement sensibles, bien qu'ils ne soient pas irrités sur le moment.

¹ Ce produit, fabriqué à l'aide de trichlorure d'arsenic et d'acétylène, est une chlorovinyldichlorarsine de formule



à laquelle on attribue une action plus forte que celle de l'ypérite.

La guerre chimique.

Les sternutatoires, sternutators, die zum Niesen reizenden :
Ici se rangent la diphénylchloroarsine, le cyanure de diphénylarsine et aussi la dichloroéthylarsine. Ces substances furent désignées par les Français sous le nom de sternites, les Allemands en remplirent les grenades croix-bleue.

Les grands toxiques, direct poisons, eigentliche Gifte : L'acide prussique qui, comme il a déjà été dit, ne joue pas un rôle important, comme aussi l'oxyde de carbone.

Cette division ne peut être maintenue rigide, mais il est important, pour l'emploi des poisons de combat de savoir quels organes sont particulièrement attaqués ; ainsi par exemple le phosgène, qui n'a presque aucune action sur la peau, est par contre un poison violent lorsqu'il est respiré, et se fait remarquer par son odeur. Les composés sternutatoires de l'arsenic, au contraire, mettent complètement hors de combat par l'irritation du nez et de la gorge, mais n'ont à part cela aucun autre effet notoire, de façon que la guérison se produit d'habitude après un jour déjà.

Pour juger de l'action des poisons, il faut prendre en considération, d'une part leur concentration, et d'autre part la durée de leur action. Haber désigne par exemple sous chiffre d'empoisonnement le nombre de mg. d'une substance de combat dans 1 m³ d'air multiplié par le temps pendant lequel l'animal d'essai doit respirer cet air pour subir des lésions mortelles. Il est évident que plus ce produit est petit, plus l'effet du poison est violent. Haber ¹ donne les chiffres d'empoisonnement suivants pour des chats comme animaux d'essai :

<i>Substance</i>	<i>Groupe</i>	<i>ct</i>
Phosgène.....	suffocant.....	450
Chloroformiate de trichlorométhyle..	suffocant.....	500
Acide prussique.....	grand toxique....	1000
Chloracétone.....	lacrymogène.....	3000
Bromoacétate d'éthyle.....	lacrymogène.....	3000
Bromure de xyle.....	lacrymogène.....	6000
Chlore.....	suffocant.....	7500

¹ Cf. Haber, *Zur Geschichte des Gaskrieges* (p. 707).

H. Staudinger.

En Angleterre, on mesure l'action des poisons par la limite de la résistance humaine pendant peu de secondes¹, soit les lésions définitives des poumons ou des yeux après une à deux minutes.

<i>Substance</i>	<i>Groupe</i>			
Ypérite.....	vésicant.....	I	: 1,000,000	après 60 sec.
Chloroformiate de trichlorométhyle....	suffocant.....	I	: 50,000	» » »
Phosgène.....	suffocant.....	I	: 50,000	» » »
Chlore.....	suffocant.....	I	: 10,000	» » »

De minimes différences de constitution peuvent souvent changer considérablement l'action, à remarquer par exemple la différence entre la diphénylchlorarsine et le cyanure de diphénylarsine, ce dernier étant de 5 à 10 fois plus efficace que le premier.

Il est difficile de trouver des indications précises quant aux effets pratiques qu'on peut obtenir avec les gaz asphyxiants, en tout cas durant la guerre d'assez grandes étendues de terrain furent contaminées. En général, l'action des gaz de combat est de beaucoup surfaite, naturellement une minime partie seulement de ces gaz agit destructivement au cours des combats, comme c'est aussi le cas pour les explosifs. Avec une quantité donnée de poison on pourrait évidemment détruire d'innombrables êtres humains, si l'on pouvait les mettre en contact direct, mais ceci est forcément aussi le cas pour les explosifs.

8. *Emploi des substances de combat dans la guerre.*

Nous rappelons qu'au début l'on employa dans de larges mesures le chlore dans la guerre, comme élément de combat ; celui-ci était soufflé hors des réservoirs et porté par le vent dans les tranchées ennemies. De cette façon l'on ne pouvait se servir que de véritables gaz, donc en dehors du chlore encore du phosgène. Comme ce genre de combat au gaz dépend surtout de la direction

¹ *History of the Great War Medical Service.*

La guerre chimique.

et de la force du vent, on l'abandonna dans une période plus avancée de la guerre. Au cours du développement ultérieur de la guerre chimique, les substances de combat furent employées dans des grenades, grenades à main ou munitions d'artillerie, et les gaz asphyxiants furent presque uniquement employés de cette dernière manière, afin de ne pas mettre la propre armée en danger, et aussi dans le but de diviser les substances de combat. Comme on était en possession d'une bonne défense contre les gaz, par les masques à gaz, l'on employa simultanément pour ce tir des substances diverses, des sternutatoires comme la diphénylchlorarsine ou le cyanure de diphénylarsine. Ceux-ci étant difficiles à retenir dans les masques à gaz, l'irritation causée devait obliger les adversaires à arracher leurs masques et à s'exposer ainsi à l'action des véritables poisons, de l'ypérite par exemple.

L'artillerie fait donc partie de la guerre par substances de combat. Une préparation secrète à la guerre par production de poisons dans les fabriques, sans fabrication simultanée de pièces d'artillerie, est donc évidemment impossible.

D'autre part, des bombes remplies de substances de combat peuvent être jetées par des avions, et la presse principalement discute pour savoir, si, dans une guerre future, la population de villes tout entières ne pourrait être détruite par des avions en un court espace de temps. On s'accorde à reconnaître que pendant la guerre des moyens de combat chimiques n'ont jamais été employés derrière le front. Il est douteux que les effets en soient aussi considérables que plusieurs ouvrages, et surtout nombre d'articles de journaux les décrivent ; nous reviendrons sur ce point dans un prochain paragraphe. On peut aussi se demander si, dans une prochaine guerre, les gaz asphyxiants seront pulvérisés par des avions, contaminant ainsi de grandes étendues. Une telle pluie pulvérisée ne pourrait être efficace que si l'avion volait près de terre, à une hauteur de 100, tout au plus 200 m., mais un tel vol serait naturellement fort risqué. Une pluie de gaz asphyxiants d'une hauteur de 1000 mètres et plus resterait sans doute inactive, parce que le gaz subirait dans ce cas une trop forte dilution par l'air.

H. Staudinger.

9. Effets produits par les substances de combat.

Des rapports exacts sur les effets des gaz asphyxiants sur le champ de bataille ont été publiés principalement par l'Amérique et l'Angleterre¹. Lors de l'introduction de la guerre aux gaz asphyxiants les pertes furent considérables, aucun moyen de défense n'étant prévu ; ainsi les alliés perdirent le 22 avril 1915, 15,000 hommes empoisonnés par les gaz, dont 5000 = 35 % de morts². Après l'introduction de moyens de protection, le nombre des cas mortels fut de beaucoup moindre, et d'après différents rapports, le nombre de morts parmi les malades des gaz fut d'environ 3%, contre 13% de cas mortels parmi les blessés par armes blanches ou projectiles³. A l'appui nous citerons les chiffres suivants :

L'Allemagne eut du 1 au 30 septembre 1918 58,000 malades des gaz, dont 1755 = 3% morts par les gaz.

La France eut, du 1 au 10 août 1918, 14,578 malades des gaz, dont 424 = 2,9% morts des gaz.

L'armée anglaise eut en 1918, 160,000 malades des gaz, dont 124,000 par l'ypérite = 77,5%.

La mortalité fut de ...	4167 = 2,6 %
par l'ypérite.....	2308 = 1,85%
par d'autres gaz.....	1,5 %

Les pertes par mort à la suite de blessures causées par armes blanches ou projectiles..... 9,25%

En gros, l'on indique comme chiffre des pertes pendant toute la guerre :

du côté américain..... 3,1% morts parmi les malades des gaz
du côté anglais..... 2,9% » » » » » »
tandis qu'on indique... 13,0% comme moyenne des morts des

¹ "Statistics of the military effort of the British Empire during the great war", Londres 1922.

² Hanslian et Bergendorff, p. 64.

³ Je dois ces indications à M. le Dr Schmutz.

blessés par projectiles. D'après l'unanimité de ces statistiques, la guerre chimique n'est en fait pas aussi nuisible que la guerre des explosifs : un homme mis hors de combat par les gaz asphyxiants a 4 à 5 fois plus de chances d'être guéri et de s'en tirer la vie sauve qu'un blessé par arme blanche ou projectile.

On pourrait croire que les malades par suite d'influences chimiques se trouvent plus tard spécialement en danger. On a publié entre temps des examens détaillés des effets physiologiques produits par les substances de combat¹. Il faut naturellement craindre que de graves lésions pulmonaires, comme celles causées par le phosgène et l'ypérite, se fassent sentir avec permanence, et effectivement O. Heizmann², par exemple dit :

« Tous les observateurs ont relevé la grande disposition qu'offrent les malades par le sulfure d'éthyle dichloré aux maladies infectieuses comme la grippe, la dysenterie, le typhus, de façon qu'on a pu présumer que la maladie primaire par le sulfure d'éthyle dichloré, avec les graves lésions qu'elle produit, spécialement dans les organes respiratoires, prépare un terrain particulièrement favorable au développement des maladies infectieuses³. »

Il est vrai que les maladies par gaz ne semblent pas fréquemment laisser des effets durables, car d'après les indications anglaises, 3% seulement des pensionnés de la guerre rentrent dans leur catégorie des blessés par gaz. De façon qu'un blessé par gaz aurait 10 fois plus de chances de se guérir définitivement qu'un blessé par armes blanches ou projectiles⁴.

¹ Cf. *History of the Great War Medical Service*, aussi les travaux de Flury et d'une série d'autres médecins dans la *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin*, vol. 13, Berlin, 1921.

² Cf. O. Heizmann, *Zeitschrift für die ganze experimentelle Medizin*, vol 13, o. 513.

³ Ainsi se trouve confirmée du côté médical une présomption que l'auteur a exprimée dans un article paru dans la *Revue internationale de la Croix-Rouge* 1^{re} année, p. 508, soit que l'épidémie de grippe de 1918 était en rapport avec les empoisonnements causés par l'ypérite : les maladies pulmonaires produites en foule offrant un terrain sur lequel l'épidémie pouvait se développer.

⁴ D'après les indications de M. le Dr Schmutz.

H. Staudinger.

10. *Protection contre les gaz.*

Par les substances de combat, il ne fut possible d'obtenir par surprise des résultats que dans les premiers temps, mais dès lors l'on trouva fort rapidement des moyens de défense, et le développement des mesures de protection contre les gaz forma pendant la guerre, et forme encore aujourd'hui dans tous les pays une tâche importante des armées. Au début, l'on employa pour se protéger contre les gaz des moyens chimiques, par exemple la soude et l'hyposulfite de sodium ; les substances de combat indifférentes ne se laissent toutefois épurer que peu ou point au moyen de ces corps chimiques. On en vint à développer toujours davantage le procédé d'absorption par le charbon de bois et l'on produit maintenant des charbons remarquablement efficaces. L'absorption des gaz et vapeurs dépend ici moins de la constitution chimique qu'en premier lieu de la grandeur moléculaire, et plus la composition d'un gaz est compliquée, plus facilement celui-ci est retenu par ces charbons. Par les masques à gaz actuels, il est possible de retenir toutes les substances de combat sous forme de gaz ou de vapeur ; à l'exception de l'acide prussique et surtout de l'oxyde de carbone, qui, comme il a été dit, n'entre guère en ligne de compte. Les capsules remplies de charbon absorbant sont facilement interchangeables, de façon qu'il est possible aujourd'hui à un homme muni d'un masque à gaz de passer plusieurs jours dans une atmosphère de gaz de combat.

Il fut beaucoup plus difficile, comme il a déjà été dit plus haut, de retenir les matières solides divisées sous forme de fumée, parce que les particules colloïdales, par suite de leur fine division, ne peuvent être absorbées que difficilement ou pas du tout. Mais actuellement ceci aussi est devenu possible par l'usage de substances cellulaires spéciales ou de filtres en feutres.

Restent encore les lésions de la peau par l'ypérite par exemple, contre lesquelles seuls les habits imprégnés offrent une protection, mais au prix d'une gêne considérable.

II. *L'avenir de la guerre des gaz.*

L'on a présenté l'avenir de la guerre des gaz et ses effets sous les aspects les plus divers. Tous les comptes rendus s'accordent à prédire que les poisons de combat joueront dans une nouvelle guerre un grand rôle. Les quantités pourront être encore considérablement augmentées dans l'avenir, les matières de départ étant disponibles. Leur effet aussi peut être amélioré et renforcé, mais il n'est plus guère possible de réaliser des progrès changeant complètement le tableau, car les substances simples organiques qui sont ici à considérer avant tout sont en fait déjà connues. En outre il faut tenir compte du fait que tout progrès technique en possibilité de destruction est suivi d'un progrès compensateur de la défense. Le fait que la plupart des Etats comptent avec la guerre chimique est apparent ; presque tous les grands Etats comme l'Amérique, l'Angleterre, la France, l'Italie, ont installé des laboratoires spéciaux de recherches pour les poisons de combat et les mesures protectrices à employer.

Il est donc douteux qu'un mouvement pour interdire l'emploi de ces poisons puisse avoir un succès quelconque, les préparations pour ce genre de guerre étant déjà si avancées. Les partisans de la guerre des gaz attirent surtout l'attention sur ce que la guerre chimique est en somme plus humaine que les anciens moyens de guerre, projectiles, le nombre des morts étant bien moindre, comme aussi le nombre de ceux lésés d'une manière durable. Pour la guerre chimique, il s'agit de mettre l'adversaire momentanément hors de combat, et de s'assurer ainsi un avantage ; c'est dans ce sens que doit soi-disant se développer la guerre de l'avenir.¹

La guerre chimique donne donc justement à un pays techniquement développé la possibilité de se préparer à une guerre, et de se protéger par cela même ; il est aisé d'employer en temps de paix l'industrie chimique nécessaire à la production des poisons à la

¹ Puis ils font remarquer que la destruction d'immeubles, etc. se trouve éliminée.

H. Staudinger.

fabrication d'autres produits. La guerre par les substances de combat est finalement d'ordre plus élevé, en ce qu'elle présume l'existence d'armées techniquement éduquées, possédant une haute discipline et maîtrise d'elles-mêmes, car seulement alors, l'emploi efficace des mesures de protection devient possible. Certainement, au cours d'une guerre, le danger par développement des explosifs est au moins aussi grand que par l'emploi des poisons de combat, et une opposition spéciale à ce dernier moyen de combat n'est aujourd'hui plus justifiable.

Le développement de l'aviation a introduit dans la guerre un nouveau facteur, une défense du pays par protection des frontières n'étant plus possible, et pour la guerre de l'avenir, les perspectives sont particulièrement sombres, si des villes entières peuvent être ananties par des attaques de gaz asphyxiants exécutées par avions. Par contre, Haldane fait remarquer que le danger serait au moins aussi grand, si les mêmes quantités de munitions étaient jetées par des avions, et, dans une grande ville, les dégâts causés par des bombes incendiaires seraient peut-être plus terribles encore. Une bombe de gaz asphyxiant, même dans une grande ville populeuse, n'agirait d'abord de façon destructive que dans un rayon très limité, une défense organisée pourrait faire éloigner le poison par des hommes munis d'appareils protecteurs et ainsi que les effets d'attaques au gaz seraient peut-être moindres dans les villes que ceux des projectiles explosifs et des bombes incendiaires. Les industries importantes pour la guerre muniront, comme de juste, en cas de danger, leurs ouvriers de masques à gaz, de façon que seulement les non-belligérants, les femmes et les enfants, seront surtout exposés au danger. De ce fait, il est en tous cas important qu'une convention interdise des attaques de poisons de combat derrière le front.