

Lucien LEROUX

LA GUERRE CHIMIQUE

*" La chimie est au fond de tout,
et rien ne lui échappe ".*

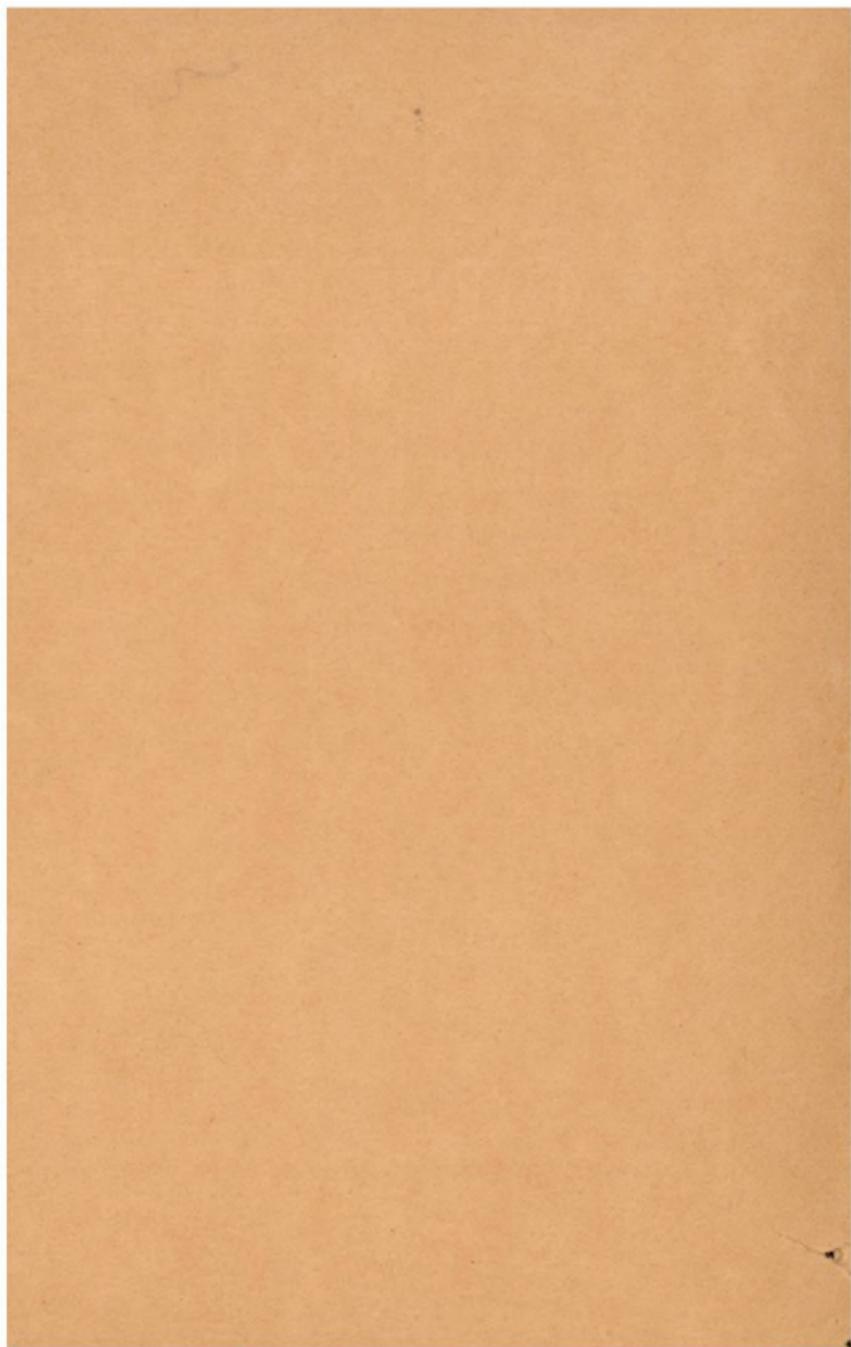
(DUCLAUX).



ÉDITIONS SPES

17, rue Soufflot — PARIS (V^e)

1932





Nitr — 15
Ray — 5



LA GUERRE CHIMIQUE

DU MÊME AUTEUR :

en collaboration avec M. D. LEROUX

Lavoisier (Collection "Nobles Vies, Grandes Œuvres"), 1 vol.

128 pages, prix : 7 fr. 50. Plon éditeur, 1928.

NO Bib 386452 / -102002

Lucien LEROUX

BME 38

LA GUERRE CHIMIQUE

“ La Chimie est au fond de tout,
et rien ne lui échappe ”.

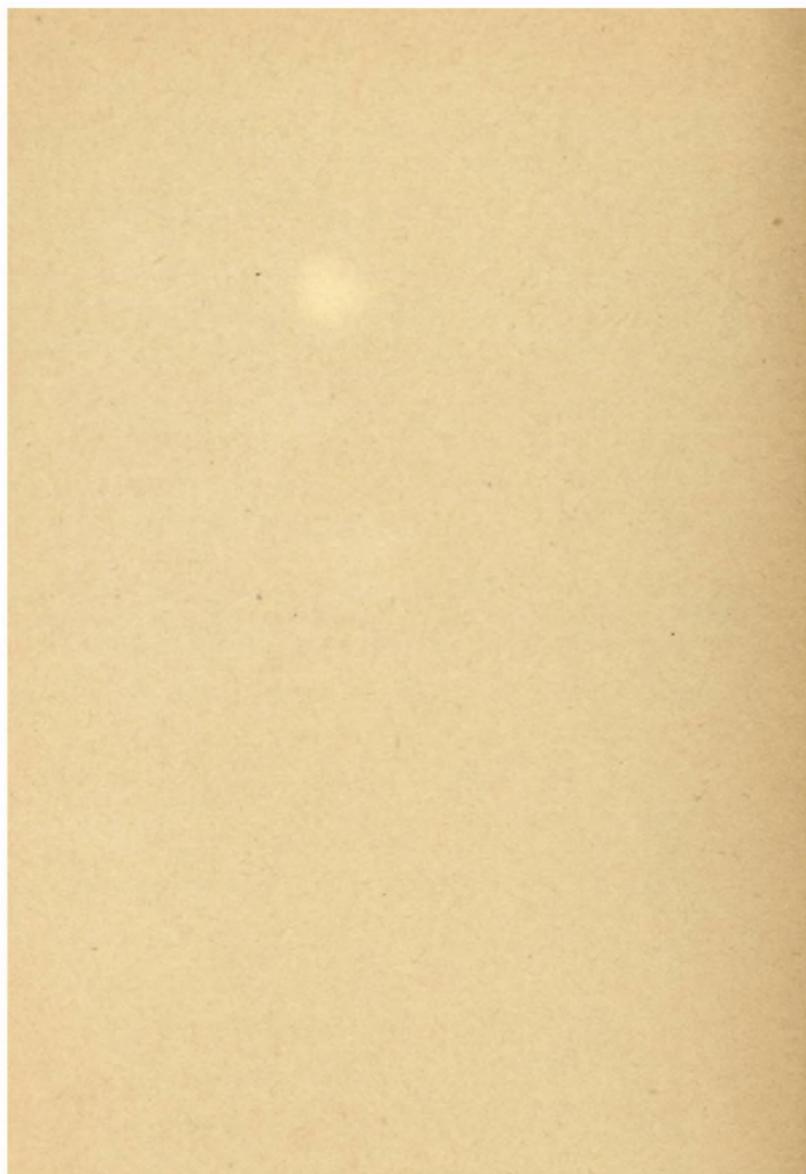
(DUCLAUX).



ÉDITIONS SPES

17, RUE SOUFFLOT, PARIS (V^e)

—
1932



INTRODUCTION

A deux époques décisives de son histoire, la France a fourni un effort chimique intense.

1793 ! Près d'un million d'hommes couvrent les frontières menacées, les croisières de l'étranger bloquent nos côtes. La France manque de tout. Elle n'a ni matières premières, ni usines ; elle n'a ni fusils, ni équipements pour ses soldats. Il lui faut tout à coup tirer du sol ce qui, jusque-là, était acheté au dehors : le salpêtre, le cuivre, l'acier... Le Comité de Salut Public qui gouverne, se tourne alors vers les savants, dont l'un des plus grands, Lavoisier, vient de tomber sur l'échafaud. A son secours, il appelle les chimistes et les ingénieurs : Berthollet, Fourcroy, Chaptal, Vandermonde...

On assiste alors à une étonnante improvisation. Sur tout le territoire, des usines s'élèvent... En quelques mois, les barils de salpêtre et de poudre, les canons, les fusils, déferlent par milliers vers les armées en péril... La bravoure des jeunes recrues fera le reste. La Science et notamment la chimie viennent de sauver le pays. L'Organisateur du mouvement, Lazare Carnot, peut alors écrire cette prophétie plusieurs fois citée : « La chimie est l'une des sciences dont le pays doit tirer un des plus puissants secours pour sa défense. »

1914 ! Premières défaites d'une guerre qui sera longue. Il nous faut des explosifs en quantités énormes et nos industriels ne peuvent en fournir que vingt-cinq tonnes par jour. La source de ces moyens de combat, notre industrie organique, est dans le délabrement ; sa matière première essentielle, le charbon, est en grande partie aux mains de l'ennemi et, pour accentuer le désastre, nul n'a songé, au moment de la mobilisation, à retenir dans les usines et les laboratoires leur personnel tech-

nique... A l'unisson du patriotisme général, les chimistes qui sont restés et les industriels se mettent à l'œuvre... En 1916, nos industries fabriqueront chaque jour mille tonnes d'explosifs...

« Ce fut un véritable tour de force de la chimie française », écrira plus tard Maurice Barrès. Elle en allait faire un second plus prodigieux encore.

Le 23 avril 1915, vers cinq heures du soir, entre Bischoote et Langemark en Belgique et sur un front de six kilomètres, un nuage de vapeurs lourdes d'un vert jaunâtre sortait des tranchées allemandes et, poussé par la brise, arrivait sur les lignes alliées, suivi par des contingents ennemis qui s'avançaient en tirant des coups de fusil. Une division française fut atteinte. Toussant, suffoquant, beaucoup d'hommes tinrent bon devant la vague allemande. Quelques heures après, ils payaient de leur vie cet héroïsme, cinq mille moururent (Ch. Moureu).

Les Français confiants dans les actes de La Haye du 29 juillet 1899, d'après lesquels toutes les nations européennes s'interdisaient l'emploi de projectiles « qui ont pour but unique de répandre des gaz asphyxiants et délétères », n'avaient pas prévu cette attaque. Il y eut quatre semaines de discussions entre les gouvernants, les chefs militaires, les savants, puis la riposte fut décidée. Alors, ce fut le « miracle des laboratoires ». De toutes parts, on rappela les chimistes de l'ombre où ils étaient tenus car leur rôle se découvrait primordial dès maintenant et pour l'avenir.

*
* * *

* Les gaz de combat et les explosifs symbolisent la part de la chimie dans la guerre mais il s'en faut que la production de ces corps soit son unique champ d'action.

Outre ces deux grandes applications, la chimie commande la métallurgie : elle est le fondement de tous ses procédés d'extraction et de transformation des métaux. Dans l'aéronautique, les fabrications du gaz des ballons, des métaux spéciaux, des carburants et des lubrifiants, des liquides de refroidissement des moteurs, des enduits et des vernis d'ailes d'avions, réclament son aide. A l'art du camouflage,

elle indique la composition des nuages artificiels, des peintures, des produits ignifugeants et imperméabilisants. Elle apprend à l'intendance la manière d'utiliser les restes par la récupération des déchets d'abattoirs ou autres. Les subsistances et l'habillement lui demandent le contrôle des matières qu'ils emploient. Au service de santé, la chimie donne ses médicaments, ses antiseptiques, ses colorants pour le dépistage des infections microbiennes ou autres.

Cent problèmes divers l'assaillent encore, au premier rang desquels il faut citer la protection contre les gaz de combat, l'utilisation des corps radioactifs, la photographie, la radiographie, la céramique et la verrerie. Bref, elle justifie dans la guerre comme ailleurs, l'axiome de Duclaux : « La Chimie est au fond de tout et rien ne lui échappe ».

L'étude d'une guerre chimique, au sens littéral des mots, devrait donc être celle de toutes ces applications. C'est un sujet considérable que nous ne traiterons pas. La guerre chimique, telle que nous l'entendons ici, est l'utilisation dans le combat d'armes chimiques agissant par elles-mêmes sans décomposition immédiate. Nous avons nommé les liquides, solides et gaz toxiques, les incendiaires et les fumigènes.

LA GUERRE CHIMIQUE DANS LE PASSÉ

L'utilisation des armes chimiques dans la guerre ne date pas du mois d'avril 1915. Le chimiste allemand Hanslian qui a écrit sur le sujet un ouvrage fondamental, indique qu'en 431 avant Jésus-Christ, au cours de la guerre du Péloponèse, les Athéniens essayèrent de chasser des villes les assiégés par des fumées toxiques provenant d'un mélange de bois imprégnés de poix et de soufre.

Au III^e siècle après Jésus-Christ, Sextius Junius Africanus songe aux moyens d'empoisonner les sources, les cours d'eau et l'atmosphère.

Au XIII^e siècle, l'arabe Hassan Abramanach indique l'emploi des matières grasses et arsénicales dans la guerre.

Au XVII^e siècle, l'art d'empoisonner son adversaire devient singulièrement compliqué. Le colonel Apfell qui a consacré

une étude récente au célèbre ouvrage de Siemienowicz, *Grand Art de l'artillerie* (1650), montre que, sans parler des projectiles incendiaires, les « globes à feu » ou éclairants, les « globes luisants », les projectiles toxiques ou « globes empoisonnés » comprennent toute une gamme de corps agressifs. Les uns sont issus des végétaux : aconit, anémone, bouillon sauvage, ciguë, jusquiame ; les autres du règne minéral : mercure, cinabre, arsenic, minium ; d'autres enfin, empruntent au règne animal leur problématique efficacité ; ils contiennent « les cervelles de rats, de chats et d'ours, de l'escume de chien enragé, du sang de chauve-souris... »

Enfin, au XVIII^e et au XIX^e siècle, dans divers pays, quelques inventeurs au zèle déchainé proposent sans succès des compositions plus ou moins terribles.

En somme, dans le passé, l'emploi des armes chimiques a toujours tenté les hommes. La guerre mondiale en portant cet usage à une échelle énorme a suffisamment montré quelles horreurs on peut en attendre et les peuples ont fait en 1925 un essai timide pour le condamner comme en 1899...

LA GUERRE CHIMIQUE DANS L'AVENIR

La guerre chimique paraissant ainsi condamnée, doit-on craindre son renouvellement ? Franchement, il faut répondre oui. Cela pour trois raisons : la première, c'est que la fabrication de beaucoup de produits nécessaires à la guerre chimique est la même que celle de produits très utiles du temps de paix, ce qui s'oppose à l'application de mesures internationales visant leur interdiction. La seconde est que le Protocole de Genève n'a pas encore été ratifié par tous les peuples ; la troisième, c'est que l'emploi des armes chimiques est le moyen de retourner une situation désespérée et, que jamais aucune nation à sa dernière extrémité ne consentira à s'en priver pour se sauver. Le Maréchal Foch a écrit : « Quand un peuple met tout son enjeu dans une guerre, il lui est bien difficile de ne pas se servir de toutes les armes, même celles qui sont interdites, lorsqu'il a l'espoir en les employant de remporter la victoire. » (R. Recouly.) Puis : « La guerre chimique doit entrer dans

nos prévisions et nos préparatifs d'avenir, si nous ne voulons subir quelques redoutables surprises. »

La guerre chimique doit donc être considérée comme une éventualité, l'horrible rançon d'un Progrès qui veut que la manière de faire la guerre change avec l'évolution de la Science et de la Technique.

Quelques auteurs considèrent même la guerre chimique comme le moyen le plus économique d'abattre l'adversaire. Récemment, M. de Stackelberg, un de ses plus chauds partisans, écrivait à propos de l'organisation spéciale des États-Unis : « Faite à coups de fusils et de canons, la guerre est ruineuse. Il en va autrement avec les avions et les gaz ! Avec la guerre chimique et aéro-chimique c'est l'industrie nationale de paix qui fournit le nécessaire et plus elle sera prospère, plus seront grandes les chances de porter, dès le début, un coup décisif à l'adversaire. L'activité économique et industrielle du pays ne risque ni l'arrêt ni la désorganisation car les mêmes usines travaillent parallèlement pour la guerre aussi bien que pour les besoins normaux du pays. La guerre chimique, qui rend tout cela possible, est envisagée par les Américains comme un facteur du développement industriel et commercial du pays, partant de la prospérité nationale. » C'est également l'opinion du spécialiste espagnol Miguel Abriat.

Quelles que soient les idées que l'on ait sur la légitimité ou l'illégitimité de la guerre chimique, il faut savoir qu'elle présente aujourd'hui un caractère exceptionnel de gravité, tenant moins peut-être à ses procédés qu'au but à atteindre dans la guerre moderne.

Autrefois, c'était contre la puissance armée de l'État ennemi que la guerre était dirigée. Aujourd'hui, c'est la volonté de ce peuple qu'il s'agit de briser en même temps que sa capacité de combat. Cette volonté et cette capacité se trouvent concentrées et réalisées dans les usines qui travaillent pour les armées : la guerre aux usines doit caractériser la guerre moderne.

La dernière phase de la guerre mondiale ébaucha cette conception. Pour atteindre le ravitaillement de l'armée et partant ses œuvres vives, les stratèges imaginèrent de survoler le front pour atteindre directement l'arrière. L'état de l'aviation ne permit pas de pousser ces attaques très profondément.

Aujourd'hui tout est changé. L'avion est devenu une arme de guerre d'une puissance incomparable et l'on peut dire qu'aucun point n'est plus à l'abri de ses atteintes. « Il n'y a plus de distinction entre l'avant et l'arrière et la nation tout entière est dans la ligne de feu, » a-t-on dit avec raison. L'avion et les gaz, voilà les instruments desquels on attend la victoire.

De cette guerre étendue à tout le territoire découle une grave conséquence : la suppression de la vieille distinction juridique entre les belligérants et la population civile. Celle-ci est menacée au même titre que ceux-là et il faut dès maintenant entrevoir sa protection.

* * *

* Le public ne sait à peu près rien de la guerre des gaz. L'avertir ne suffit donc pas, il faut l'instruire.

Lorsqu'il s'agissait de se protéger contre les explosifs, les moyens étaient simples : chacun savait choisir l'abri le moins mauvais. Il n'en est pas de même pour lutter contre les armes chimiques. Il faut connaître leur mode d'action, savoir les dépister, prévoir des dispositifs de protection, pouvoir donner à son entourage, ou prendre pour soi-même, les premiers soins en attendant de plus amples secours. Bref, il y a toute une technique nouvelle à inculquer à ceux que peut atteindre la guerre chimique, à tout le monde.

Trois règles dominent le sujet :

1^o Acquérir une discipline à l'égard du péril chimique. Envisager virilement les risques à courir de façon à éviter tout affolement ;

2^o Prendre les précautions nécessaires pour se protéger et savoir se soigner en attendant les secours ;

3^o Être prévoyant.

Dans une guerre chimique éventuelle, le public tiendra le salut entre ses mains, les autorités ne pourront que le guider.

La discipline des gaz est la première chose qu'il doit acquérir. Des notions précises sur la nature des armes chimiques, la possibilité de les fabriquer très vite, la manière de les employer, élimineront chez lui, dans une certaine mesure, le facteur

surprise qui crée l'affolement et la panique. Ces notions font l'objet des quatre premiers chapitres de ce livre.

Pour prendre les précautions nécessaires, il faut savoir comment les armes chimiques agissent. Pour se protéger, il faut utiliser les dispositifs connus, avec raison et méthode : avec raison parce que le public doit connaître le pourquoi des actes qui lui sont recommandés (bien souvent il sera seul à décider de ceux-ci) ; avec méthode, parce que l'efficacité de la protection réside dans l'organisation méticuleuse d'un certain nombre d'éléments, dans un certain ordre des manœuvres à effectuer (chapitres V et VI). Il faut, en effet, se pénétrer de cette idée que la protection contre la guerre chimique est comme l'hygiène : qu'elle ne s'impose pas par des règlements, et, qu'elle n'est effective, que lorsque l'intelligence et la bonne volonté du public secondent les mesures officielles. Aussi, quitte à diminuer l'attrait du récit nous sommes-nous attachés à traiter ces chapitres avec détails.

Quant à la prévoyance, en matière de guerre chimique elle comprend bien des choses.

Tout d'abord il faut savoir qu'une pareille méthode de combat peut se compléter d'une guerre bactériologique, bien que l'on parle beaucoup de celle-là et rarement de celle-ci. A cet égard, des dispositifs de protection entièrement différents sont à envisager.

Il faut, dans la mesure du possible, se tenir au courant des modifications que le progrès scientifique apporte dans les nouvelles méthodes de combat et de protection.

Il faut surtout prendre quelques mesures salutaires générales : entretenir, dans le temps de paix, une industrie chimique florissante qui, à l'heure du péril, nous donnera les matières de protection en quantités suffisantes et préparera de terribles représailles à l'ennemi. Bien souvent, la crainte de ces représailles a suffi pour arrêter des gestes criminels avant leur accomplissement... Le moyen nous paraît plus sûr que des actes internationaux dépourvus de sanctions.

L'examen de ces questions diverses occupe les trois derniers chapitres.

Le sujet de ce livre est grave. Nous avons essayé de le traiter sobrement en excluant toute fantaisie, toute anticipation, en

ne nous appuyant que sur des faits certains, non confidentiels car tous ont été l'objet de publications et sont connus des spécialistes (1). Notre seul but en écrivant est d'être utile au public. Nous voudrions avoir réussi.

(1) Tout ouvrage scientifique se base sur une large documentation. Les ouvrages de vulgarisation n'échappent pas à la règle. Les limites de celui-ci ne nous permettent pas d'indiquer toutes nos sources. Nous dirons simplement qu'à côté des ouvrages classiques de Ch. MOUREU, *La chimie et la guerre* (1921) ; LEFÈBRE, *L'Enigme du Rhin* (1922) ; HANSLIAN, *Der chemischer Krieg* (1927), nous avons utilisé les études de MM. le lieutenant-colonel Bloch, les Médecins-inspecteurs Dopter et Georges, Florentin, Kling, Lopicque, Le Wita, P. Maquenne, A. Mayer, colonel Poudroux, L. Simon, Stackelberg, l'Instruction technique sur la protection contre les gaz de combat, Ministère de la Guerre (1929) et plus de cent notes émanant des Sociétés savantes ou publiées dans des revues techniques françaises et étrangères.

CHAPITRE PREMIER

LES ARMES CHIMIQUES

La clef de ce livre est dans quelques mots de chimie.

Chacun sait que l'on a coutume de diviser cette science en deux parties : la chimie minérale, qui étudie les composés minéraux constitutifs de la nature morte et la chimie organique qui avait autrefois pour unique objet l'étude des matières animales et végétales et qui, depuis près d'un siècle, s'étend à tous les composés du carbone, cet élément que le diamant représente sous sa forme la plus pure.

Chacun sait aussi que le « Grand Œuvre » de notre époque est la synthèse chimique organique qui consiste à faire de toutes pièces des corps que les êtres vivants n'élaborent qu'avec parcimonie, ou bien des produits entièrement nouveaux utiles à des titres divers. Pour ce travail intime de la matière, la chimie minérale fournit des instruments qui s'appellent les acides, les bases, les oxydants, les réducteurs, les catalyseurs, et, la chimie organique, la mobilité très remarquable de ses molécules.

Fournissez les uns et les autres au chimiste : il vous préparera toutes les gammes de matières colorantes et de parfums artificiels, tous les produits pharmaceutiques, tous les révélateurs photographiques que vous désirerez. Mais en temps de guerre, il forgera aussi aisément de terribles armes...

Ces armes sont actuellement les gaz de combat, les produits incendiaires et les produits fumigènes.

LES GAZ DE COMBAT

Un « gaz de combat » se définit comme un corps gazeux ou un mélange, soit de gaz proprement dits, soit de liquides pulvérisés ou vaporisés, soit de corps solides très divisés qui rendent l'atmosphère nocive ou irrespirable.

D'après la nature de leur action prépondérante sur l'organisme humain on a été amené à les diviser de la manière suivante :

Les *irritants* : corps lacrymogènes, labyrinthiques, sternutatoires, vésicants et nauséabonds, dont le but est de mettre l'homme hors de combat sans chercher à le tuer ;

Les *suffocants* ou *asphyxiants* qui déterminent des blessures mortelles du poumon ;

Les *toxiques* qui agissent sur le système nerveux ou sur le sang.

Disons tout de suite que cette distinction n'est pas absolue et qu'un corps déterminé peut se ranger dans une seule ou dans plusieurs de ces catégories.

Les substances susceptibles d'être utilisées comme « gaz de combat » sont extrêmement nombreuses. On évalue à près de mille, le nombre des combinaisons chimiques essayées pendant la dernière guerre, dont l'utilisation eût été plus ou moins onéreuse ou efficace. Une quarantaine seulement furent employées. Nous ne donnerons pas ici la liste complète de ces substances, ce qui serait peu utile. Nous nous contenterons d'énumérer celles qui, dans une guerre éventuelle, pourront jouer un rôle, eu égard à leur importance considérable pendant la guerre mondiale ou à la mise au point parfaite de leur fabrication et de leur emploi.

Ces substances sont :

Parmi les *irritants* : lacrymogènes : Bromures de benzyle et de xyle, cyanure de benzyle bromé, chloracétophénone ;

labyrinthiques : Oxyde de méthyle dichloré ;

sternutatoires : Cyanure de diphénylarsine, diphénylchlorarsine, diphénylami-

nochlorarsine, dichlorure d'éthylarsine ;
vésicants : Sulfure d'éthyle dichloré ;
B. chlorovinyldichlorarsine ;
nauséabonds : Chlorure de phénylcar-
bylamine.

Parmi les *suffocants* ou *asphyxiants* : Chlore, bromacétone, oxychlorure de carbone, chloropicrine, acroléine, chloroformiate de méthyle perchloré.

Parmi les *toxiques* : Acide cyanhydrique. Oxyde de carbone.

Nous venons de donner la liste des gaz de combat en langue chimique. Tous ces mots ont quelque mystère pour les profanes, ils sont étonnamment clairs pour les spécialistes et possèdent le grand avantage de ne point varier dans les diverses langues européennes.

Dans le langage courant, des noms plus simples ont été donnés à ces matières. En voici quelques-uns dont nous nous servirons. Le sulfure d'éthyle dichloré est le gaz moutarde ou ypérite (nom donné en hommage à la ville d'Ypres où il fut employé pour la première fois) ; l'oxychlorure de carbone s'appellera phosgène ; le chloroformiate de méthyle perchloré, diphosgène ; la B. chlorovinyldichlorarsine sera la Lewisite, « la rosée de la mort » des Américains ; les sternutatoires à base d'arsines seront les arsines tout court.

Remarquons dès maintenant que parmi ces « gaz de combat », quelques-uns seulement sont gazeux : le chlore, le phosgène, l'oxyde de carbone et l'acide cyanhydrique. La chloropicrine, l'acroléine, la bromacétone, le cyanure de benzyle bromé, la chloracétophénone, les bromures de benzyle et de xylyle l'ypérite, le chlorure de phénylcarbylamine sont liquides ; les sternutatoires sont solides.

Remarquons encore que tous ces produits agressifs, à l'exception de l'acide cyanhydrique, de l'oxyde de carbone et de l'acroléine contiennent du chlore et du brome, deux corps à propriétés chimiques très voisines, issus du traitement des sels contenus dans l'eau de la mer et dont l'intervention rend les composés caustiques. Au contact des tissus organisés, en effet, ces deux éléments, ces halogènes, donnent lieu à la formation d'acide chlorhydrique, l'esprit de sel des alchimistes et de nos

ménagères et d'acide bromhydrique, en même temps qu'à un dégagement d'oxygène. Une destruction très rapide des tissus cellulaires en résulte, et, la mort peut survenir, si ces acides ont atteint les organes essentiels.

LES PRODUITS INCENDIAIRES

Comme leur nom l'indique, ces produits ont pour objet de déterminer l'inflammation instantanée des matières mises à leur contact. Ils ont une puissance exceptionnelle de destruction.

Les uns sont à base de phosphore blanc, les autres sont des applications de l'aluminothermie et de la magnésiothermie.

Le premier procédé utilise la propriété que possède le phosphore blanc de s'enflammer, au contact de l'air sec, avec un très grand dégagement de chaleur.

Le second utilise la réaction chimique très violente entre l'aluminium ou le magnésium et les oxydes de baryum et de fer. La température extrêmement élevée qui en résulte, plus de 2.000 degrés, sert journellement à la soudure des grosses pièces métalliques. Dans l'art de la guerre, on provoque cette réaction à l'intérieur de projectiles dont l'enveloppe est constituée par un métal très fusible ou inflammable. Sous l'action de la chaleur qui se développe, l'oxyde de fer se transforme en fer fondu qui détruit l'enveloppe du projectile et s'écoule dans le local atteint en enflammant toutes les matières combustibles. S'avise-t-on de verser de l'eau sur cette lave métallique : aussitôt le liquide est décomposé en ses éléments, hydrogène et oxygène ; il se forme des mélanges détonants qui grossissent le désastre, en soulevant le métal en fusion et le rejetant de tous les côtés.

A côté de ces incendiaires de grande puissance, la guerre utilise les hydrocarbures (huiles de houille, essence, etc.), dans des circonstances diverses, la guerre de tranchées par exemple.

La fumée sert à des buts tactique et stratégique que nous examinerons. Les spécialistes s'accordent pour dire qu'elle sera l'un des facteurs essentiels de la guerre future.

Cette fumée est produite au moyen de corps qui, projetés dans l'air humide, provoquent la formation de fines poussières ou de gouttelettes liquides microscopiques. En attirant à elles la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, ces particules déterminent la création d'un brouillard opaque que les rayons lumineux ne peuvent traverser.

Les produits générateurs de fumée sont nombreux. Le phosphore, l'hydrogène phosphoré, l'oléum, la chlorhydrine sulfurique, les chlorures métalliques liquides (tétrachlorures de silicium, de titane, d'étain), les chlorures solides de fer, de zinc, de cuivre, l'ammoniaque ; des corps organiques tels que l'éthane hexachloré et les dérivés chlorés du naphthalène, sont parmi les mieux connus.

Presque tous ces produits sont à base de chlore.

LES POISONS DES Puits ET DES SOURCES

Dans cet arsenal important des armes chimiques, il faut encore comprendre plusieurs substances utilisées pour l'infection criminelle des eaux d'alimentation.

Ce sont des toxiques minéraux : l'arsenic, poison idéal par son abondance, son bas prix, la facilité relative de son emploi ; les cyanures alcalins ; les sels de plomb et de mercure ; ou bien des toxiques organiques : alcaloïdes extraits des végétaux ou ptomaines résultant de l'infection de l'eau par les cadavres.

QUELQUES MOTS SUR DES ARMES CHIMIQUES NOUVELLES

Les armes chimiques que nous venons d'énumérer ont fait leurs preuves dans la guerre mondiale.

Il est naturel de concevoir que ces armes bien connues ne

seront pas seules utilisées dans une guerre future. Dans tous les pays, les chimistes travaillent, et, si nous ne pouvons dire dans quelle mesure la liste des toxiques s'est allongée, à cause du secret qui recouvre toute nouveauté de ce genre, nous pouvons affirmer que de grands progrès ont été réalisés.

L'oxyde de carbone (1) et l'acide cyanhydrique, peu ou mal employés pendant la guerre, notamment à cause de leurs propriétés physiques (faible densité par exemple), sont des armes terribles avec lesquelles il faut malheureusement compter.

Les corps dérivés de l'arsenic paraissent également devoir prendre une grande importance car ils sont presque tous de caractère toxique et irritant.

L'officier allemand C. Endres a parlé des composés organiques de certains métaux tels que le plomb tétraéthyle très utilisé aujourd'hui comme antidétonant (2) et fabriqué à une assez grande échelle par l'Amérique. Ces corps sont de puissants toxiques nerveux.

D'autre part, les anesthésiques réservent aussi de grandes possibilités.

Enfin, il faut songer à quelques substances gazeuses qui sont à la fois des poisons pour les hommes et des poisons pour les moteurs à explosion.

Les techniciens savent, par exemple, que le peroxyde de chlore, l'anhydride chloreux, toxiques pour l'homme, ajoutés à l'air en faible proportion et amenés dans la chambre de compression des moteurs, peuvent déterminer, par leur décomposition explosive, des autoallumages désastreux capables de détruire très rapidement les moteurs d'avions ou d'automobiles.

(1) L'oxyde de carbone est contenu normalement dans le gaz d'éclairage et lui confère la majeure partie de ses propriétés toxiques. Il est produit en grande abondance au cours de la déflagration des explosifs. Dans les travaux souterrains, il est possible de trouver de 3 à 10 % de ce gaz, à plus de 100 mètres du point d'explosion. Des vapeurs nitreuses sont également produites au cours de cette déflagration. Pendant la guerre, ces corps furent des toxiques accidentels.

(2) Les antidétonants sont des substances que l'on introduit dans l'essence de pétrole pour éviter le phénomène de la détonation dans les moteurs d'automobiles et augmenter le rendement de ceux-ci.

LE CHOIX D'UNE ARME CHIMIQUE

Tout toxique ne constitue pas obligatoirement une arme de combat.

Pour être élevé à ce rang, le corps choisi doit répondre à un certain nombre d'épreuves chimiques, physiologiques et militaires.

Au point de vue chimique, il doit être stable, c'est-à-dire ne pas subir de décomposition dans les conditions d'emploi en obus, bombes, cylindres ou tous autres engins, en présence ou en l'absence de corps accessoires comme les fumigènes. De plus, la préparation industrielle doit en être facile, tant au point de vue des installations que de l'approvisionnement en matières premières.

Au point de vue physiologique, le « gaz » doit répondre à un degré de toxicité déterminé et l'essai n'est pas simplement fait au laboratoire mais encore en plein air.

Au point de vue militaire, il faut établir le mode de chargement du produit. Chaque engin différent implique un mode de chargement correspondant.

Il faut ensuite mesurer son efficacité sur le terrain, au moyen de tirs réels exécutés dans les conditions du champ de bataille, et dans ce cas, des questions de balistique peuvent intervenir.

Il faut enfin examiner la nouvelle arme au point de vue de la protection. Le contenu du projectile est en effet très rapidement décelé par l'adversaire, et, il faut craindre que la production du nouveau corps s'improvise rapidement chez lui et lui permette de rendre à l'initiateur ce qu'il en a reçu... C'est un axiome, a écrit avec raison le major Lefébure, que toute armée qui se propose d'employer un nouveau produit chimique doit être protégée contre lui. Or, la nécessité de modifier ou de remplacer l'appareil de protection en usage peut constituer, à elle seule, une raison suffisante d'abandonner l'emploi de la substance en question.

Nous comprenons ainsi pourquoi, au cours de la grande guerre, on a admis que sur deux cents corps essayés un seul était finalement retenu (L^t-C^{el} Bloch).

Le fait d'employer contre l'adversaire une substance nocive

nouvelle contre laquelle celui-ci n'est pas prémuni constitue dans la langue des spécialistes militaires « une surprise technique » dont nous examinerons l'importance, le cas échéant.

Précisons simplement qu'une telle substance n'est pas toujours le fruit des recherches nouvelles. Poser un problème n'est pas le résoudre, et, parmi les armes chimiques employées pendant la guerre, les plus importantes étaient déjà connues, bien que leur valeur au point de vue militaire n'eût probablement pas été envisagée. Très peu furent révélées par les recherches entreprises. Nous verrons ce qu'il faut en penser.

CHAPITRE II

LA FABRICATION DES ARMES CHIMIQUES

Nous venons de montrer qu'une arme chimique nouvelle, pour être adoptée, devait répondre à diverses conditions. Lorsque la fabrication est décidée, c'est au laboratoire qui a découvert la substance qu'il appartient d'en mettre au point la préparation à l'usine.

Cette mise au point constitue la dernière phase des recherches ; elle s'opère au cours d'une production de la substance nocive à une échelle industrielle moyenne. Dire ce que réclame de soins une pareille adaptation, n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage.

La fabrication en grand a généralement lieu dans des usines privées, soit que ces usines, existant normalement en temps de paix et réquisitionnées, aient une fabrication qui s'apparente à celle que l'on désire créer, soit qu'il s'agisse d'installations nouvelles. Dans les deux cas, l'État peut accorder des subventions. Enfin, la fabrication peut avoir lieu dans des usines exploitées en régie.

Les armes chimiques, avons-nous dit, doivent être faciles à préparer et utiliser des matières premières abordables.

La facilité de préparation entraîne, en effet, généralement, la simplicité des appareils et par conséquent diminue les frais d'installation (en temps de guerre, il est vrai, ce dernier facteur joue peu). Elle permet une production rapide et en grandes quantités parce qu'elle réduit au minimum les manipulations et la surveillance des appareils. Le personnel ainsi économisé peut donc être employé à d'autres tâches.

La question des matières premières est fondamentale. Sans elles, aucune fabrication n'est possible. Elles doivent être abondantes et abordables ; il faut avoir la certitude que les premiers stocks dont on dispose pourront être facilement renouvelés. En conséquence, les matières premières doivent, autant que possible, se trouver sur le sol national ou dans des pays alliés voisins, pour éviter les arrêts dus à un blocus éventuel.

En fait, nous savons que la presque totalité des gaz de combat et des fumigènes renferment du chlore ou du brome. Leur fabrication suppose donc de grandes disponibilités en ces éléments. La mer les fournit par ses marais salants et les lacs salés et la houille blanche procure l'énergie nécessaire à leur extraction.

Les arsines réclament de l'aniline et de l'arsenic. Or l'aniline a pour matières premières les goudrons de houille dont la quantité dépend du développement plus ou moins grand donné aux installations de récupération, dans les cokeries et les usines à gaz d'éclairage. Quant à l'arsenic, il faut l'aller chercher dans des produits industriels de récupération ou dans des mines plus ou moins lointaines.

Il faut de l'étain, du titane, pour les fumigènes. Il faut du soufre et des pyrites pour la fabrication des masses énormes de sulfures ou d'acide sulfurique consommés par les gaz et par les explosifs.

Pour l'obtention et le rassemblement de ces matières premières, tout est mis en œuvre sur le territoire et la récupération est poussée très loin. Il n'est pas besoin d'ajouter que dans ces deux ordres d'idées : extraction et récupération, la chimie apporte un concours constant.

Entre la fourniture de ces matières premières et la fabrication des armes qui partiront aux armées, il y a place pour une branche industrielle des plus importantes : la fabrication des produits intermédiaires.

Pour des raisons d'installation, de rapidité, d'économie, les usines de guerre, en effet, ne peuvent pas directement faire appel aux corps fondamentaux. Elles sont des industries transformant les produits intermédiaires, rien de plus, et c'est à la fabrication de ceux-ci qu'est dévolu le rôle le plus important.

L'aniline, l'anhydride arsénieux, le tétrachlorure de carbone, la glycérine, l'acide picrique, le chlorure de chaux, l'acétone,

l'alcool, le sulfure de carbone, la benzine sont les plus connus de ces produits, dans la guerre chimique. Or ceux-ci ont à satisfaire un grand nombre d'autres applications. Pour ne citer qu'un exemple, le sulfure de carbone doit répondre à la fabrication de plusieurs gaz, aux besoins du service de santé, aux usines de produits chimiques travaillant pour l'armée, à la fabrication du tétrachlorure de carbone, à celle des soies artificielles, etc.

De tout cela il résulte que la production chimique prend, en temps de guerre, des proportions considérables nécessitant la formation d'usines nouvelles, nombreuses et variées, dont le réseau est d'autant plus serré que la nécessité est plus urgente et que la guerre chimique réclame des armes en masses énormes. A ce point de vue, la Grande Guerre a fixé quelques ordres de grandeur.

En France seulement, la production du chlore atteignit, en 1917, cinquante tonnes par jour, dont le cinquième environ servait à la production du phosgène, laquelle atteignit elle-même dix tonnes. Ce chiffre de dix tonnes fut également celui de la fabrication de l'ypérite, quant à la production du chlorure d'étain pour fumigènes, elle dépassa cinq tonnes. Ces chiffres sont très voisins de ceux prévus pour la production intensive de l'arsenal d'Edgewood, le centre actuel des armements chimiques américains.

Après ce rapide examen des problèmes industriels liés à la fabrication des armes chimiques de guerre ; simplicité et rapidité, matières premières, produits intermédiaires, quantités à produire, pénétrons dans un arsenal moderne.

Nous constatons que la fabrication est non seulement minutieuse, — elle est guidée à tout moment par des chimistes, — mais dangereuse. Elle a d'abord nécessité la construction d'appareils protégés d'une façon spéciale (doublage en plomb, émailage, etc.), contre les propriétés corrosives des corps mis en réaction. Puis, de multiples précautions ont été prises pour protéger le personnel contre la nocivité du travail. Les dangers de cette fabrication sont, en effet, de trois sortes : inhalation de vapeurs toxiques, brûlures par les réactifs, danger d'explosion des appareils de réaction. De tous, le premier est le plus à craindre car il résulte de la simple volatilité des substances employées :

L'imminence de ces dangers exige une surveillance de tous les instants, à l'égard de l'hygiène professionnelle. Dans les opérations dangereuses, le port du masque et des vêtements spéciaux est obligatoire ; l'étanchéité des appareils est soigneusement vérifiée ; les ateliers sont ventilés d'une façon permanente, et, les vapeurs nocives sont aspirées dans des colonnes d'épuration où elles subissent l'action neutralisante de certains réactifs ; çà et là, enfin, aux endroits les plus exposés, des produits destructeurs se trouvent en abondance (lessive de soude pour le phosgène, chlorure de chaux pour l'ypérite).

Ce respect de l'hygiène professionnelle souvent délaissé dans les usines dangereuses du temps de paix prend, en période de guerre, une grosse importance. Et cela, pour deux raisons essentielles : d'abord, parce que la guerre réclame à tout moment de ses usines un rendement maximum — le facteur production est fondamental pour la victoire — et ce rendement est diminué lorsque le personnel subit des pertes ; ensuite, parce que le personnel spécialisé des usines chimiques est restreint et que toute défaillance de sa part ne comporte pas toujours le remède immédiat du remplacement.

Et cependant, malgré toutes les précautions prises, de nombreux accidents sont à déplorer. Les usines ont aussi, dans la guerre, leur martyrologe...

La description de l'une des fabrications les plus fameuses, celle de l'ypérite, telle qu'elle était faite en Allemagne pendant la guerre, nous paraît pouvoir illustrer cet exposé.

LA FABRICATION DE L'YPÉRITE

L'ypérite ou sulfure d'éthyle dichloré, était fabriqué en Allemagne par un procédé assez compliqué indiqué jadis par Meyer. Il consistait à préparer la chlorhydrine de glycol par l'action de l'acide hypochloreux sur l'éthylène. Sur le nouveau corps, on fixait du soufre, puis on faisait agir l'acide chlorhydrique.

Les Alliés utilisaient un mode plus avantageux et trente fois plus rapide qui consistait à faire barbotter le gaz éthylène dans le chlorure de soufre.

Les Allemands avaient été conduits à adopter le premier

procédé parce que leur industrie puissante des matières colorantes utilisait journellement la chlorhydrine du glycol dans un but pacifique, la fabrication de l'indigo synthétique, et qu'ils se trouvaient ainsi fortement en avance et bien outillés pour leur production.

Voici donc comment s'opérait la fabrication :

Le gaz éthylène, obtenu par déshydratation de l'alcool sous l'action d'un catalyseur, était envoyé dans un récipient de 5.000 litres, en plomb, maintenu à basse température et contenant un lait de chlorure de chaux.

Lorsque la transformation de l'éthylène était complète, la chlorhydrine formée était clarifiée dans des filtres-presses, puis envoyée dans des appareils évaporateurs pour y être concentrée sous le vide.

Cette chlorhydrine était alors transvasée dans des marmites plates doublées de plomb et chauffées par un courant de vapeur. A 5.000 litres de ce produit on ajoutait 1.000 kilogrammes de sulfure de sodium, fabriqué en temps de paix dans l'usine pour des matières colorantes spéciales ; puis on laissait la réaction se produire. On obtenait ainsi un nouveau corps, le thioglycol.

C'est alors que commençaient les opérations dangereuses. Dans de grands réservoirs recouverts intérieurement de plomb et placés dans des salles bien ventilées, on mettait en présence le thioglycol et l'acide chlorhydrique. Cette opération qui porte, en chimie, le nom d'éthérisation, était surveillée par des prises périodiques de densité du liquide huileux qui se formait. Lorsque cette densité atteignait 1,26, on soutirait un produit acide, coloré en brun et possédant une odeur d'ail et de moutarde qui n'était autre que l'ypérite. Chez les Alliés, le laboratoire de physiologie intervenait d'une façon toute spéciale dans la surveillance de la fabrication : on mesurait sur des chevaux le pouvoir vésicant des échantillons, et le résultat permettait d'établir si la fabrication était bien ou mal conduite.

L'ypérite était alors lavée, puis distillée. Enfin, elle était mélangée avec divers corps qui avaient pour but soit d'augmenter sa volatilité, soit de masquer son odeur, en tout cas traitée de façon à atteindre plus facilement l'adversaire auquel elle était destinée.

Le gaz de combat était ensuite envoyé par wagons-réservoirs aux ateliers de chargement.

LE CHARGEMENT DES PROJECTILES TOXIQUES

Avant de parvenir aux ateliers de chargement, le « gaz » peut être mélangé avec diverses substances, comme nous venons de le voir pour l'ypérite, et cela, dans des buts divers. Certains gaz, comme le phosgène, insuffisamment denses, sont additionnés de fumigènes (chlorures d'étain, d'arsenic, de titane) qui, en dégagant de la fumée au contact de l'air, en alourdissent les vapeurs, et rendent observable l'éclatement du projectile.

D'autres comme l'ypérite, le bromure de benzyle, sont mélangés avec des solvants tels que le tétrachlorure de carbone, pour en augmenter la volatilité, ou, à des corps odorants, nitrobenzine, oxyde de méthyle, toluène, pour en dissimuler l'odeur.

Parfois, le gaz est additionné de matières poreuses, par exemple des granules de ponce, pour ralentir son évaporation.

Enfin, d'autres sont mélangés à toutes sortes d'impuretés.

Le but de l'opération est toujours le même : rendre le « gaz » plus redoutable en dérouterant l'adversaire.

A priori, le remplissage des projectiles peut paraître simple. Il suffira de placer l'obus, par exemple, au-dessous d'un tuyau de remplissage en relation avec le réservoir et de laisser le liquide s'écouler jusqu'à un niveau déterminé. Moyennant des précautions très grandes : travail sous le masque, remplissage sous hottes d'aspiration, refroidissement du mélange à charger et des obus à remplir, etc., c'est en effet le procédé que l'on emploie le plus souvent.

Mais tous les gaz ne peuvent pas impunément être mis en contact avec le métal de l'obus ; un certain nombre attaquent ce métal ou se décomposent au contact de celui-ci (bromure de benzyle, par exemple), et il devient alors nécessaire de revêtir le projectile d'un enduit intérieur convenable, en général une couche de verre.

D'autres fois (bromacétone), le corps ne supporte pas son mélange avec les fumigènes et l'on doit construire des gaines

émaillées pour assurer l'isolement de ceux-ci dans le corps du projectile.

L'étanchéité parfaite des obus est résolue par l'adjonction entre l'œil de l'obus et la gaine d'une couche de ciment et d'une rondelle métalloplastique formant joint.

LA FABRICATION DES ENGINS DE PROTECTION

Cette fabrication soulève des problèmes industriels non moins importants que ceux de la fabrication des armes chimiques offensives.

Ici comme là, la question des matières premières est fondamentale. Faut-il rappeler que pendant la grande guerre, la pénurie de caoutchouc indispensable à la protection mit l'Allemagne en danger ? Ce danger ne fut écarté que par les retards apportés à la production des alliés (Lefébure).

Les matières nécessaires pour la protection sont variées. Ce sont les tissus dont les masques sont constitués, le caoutchouc, l'acéto-cellulose, la toile métallique ; puis les matières filtrantes et neutralisantes : charbon actif, alcalis, soufre sous la forme d'hyposulfites, foie de soufre et polysulfures ; glycérine, huile de ricin, huile de lin, chlorure de chaux, oxylythe pour les appareils à oxygène, etc.

Une fois résolue la question des matières premières, il faut se préoccuper de leur conditionnement. Celui-ci entraîne l'emploi d'une main-d'œuvre spécialisée de confectionneurs ou industriels de la ferblanterie, des tissus imperméables, du caoutchouc, des charbons absorbants, des toiles métalliques.

Pour avoir la certitude d'une protection permanente, les possibilités de production doivent toujours dépasser les quantités de produits protecteurs nécessaires.

Au cours de la guerre, l'ypérite a offert un cas où l'organisation d'une protection de ce genre ne fut pas possible parce que les quantités nécessaires de produits pour la protection dépassaient les possibilités de production des belligérants.

En somme, qu'il s'agisse d'armes offensives ou d'engins de défense, les deux facteurs : matières premières et production sont primordiaux.

Sur le premier, il ne nous est pas toujours possible d'agir efficacement, mais par contre, le second dépend entièrement de nous. La question *matières premières* résolue, c'est simplement un problème d'organisation.

CHAPITRE III

L'ORGANISATION D'UNE GUERRE CHIMIQUE

Le carbone, élément fondamental des matières organiques, est doué d'une exceptionnelle fécondité !

Il s'unit aux éléments les plus dissemblables, à l'hydrogène, à l'azote, à l'oxygène, au chlore, aux métaux... donnant pour ainsi dire ce que l'on veut lui faire donner.

Prenez l'un de ses composés les plus simples, le méthane, ennemi des mineurs, sous le nom de grisou. Il contient du carbone et de l'hydrogène.

Avec les méthodes que la chimie vous offre dans ses laboratoires, enlevez à ce carbone un peu de cet hydrogène dont il est saturé, vous aurez l'acétylène des lampes et des chalumeaux. Soudez cet acétylène trois fois à lui-même, vous obtenez le benzène que l'industrie tire directement en distillant les goudrons de houille. Sur ce benzène, abandonnez au chimiste, car l'opération est dangereuse, le soin de verser de l'acide nitrique, l'eau-forte des graveurs, et vous avez la nitrobenzine, dont l'odeur d'amandes amères est utilisée en savonnerie.

La nitrobenzine est un de ces corps intermédiaires dont nous avons parlé précédemment. C'est un produit extrêmement important. Vous pouvez la transformer en un explosif puissant par l'action un peu plus profonde de l'acide nitrique, ou bien en aniline qui est la base de la presque totalité des matières colorantes artificielles, par une simple oxydation.

Continuez un instant encore. Faites agir sur cette aniline, le chloroforme, vous parvenez à un corps particulier, la phénylcarbylamine dont le chlorure est un produit repoussant

largement employé dans la guerre chimique pour obliger l'adversaire à enlever son masque et profiter de son imprudence pour l'intoxiquer mortellement... Combinée au chlore et à l'arsenic cette même aniline vous donnerait les sternutatoires les plus dangereux.

Arrêtons-nous là. Un livre ne suffirait pas, même si nous ne devons consacrer que quelques mots à chacun de ces dérivés carbonés dont le nombre dépasse aujourd'hui deux cent mille ! Vous vous expliquez sans doute maintenant combien la chimie est passionnante pour ceux qui s'y adonnent. Elle est un véritable eldorado où leur intelligence a libre cours et trouve des satisfactions nombreuses. Ses succès, chaque jour plus beaux, attirent fréquemment les jeunes, aux heures d'enthousiasme qui précèdent le choix d'une carrière... Plus tard, sous leur impulsion elle fait notre bien-être ou nos malheurs.

LA PARENTÉ DES PRODUITS CHIMIQUES DE PAIX AVEC LES ARMES CHIMIQUES DE GUERRE.

Tous les dérivés du carbone sont parents chimiques. Mais les liens qui les unissent sont plus ou moins serrés... Suivant leurs propriétés intimes, ils se groupent autour d'un certain nombre de corps à aptitudes réactionnelles nombreuses qui sont ces intermédiaires dont nous avons déjà parlé.

Ces premiers produits de transformation ont un rôle prépondérant, parfois même universel, car plusieurs d'entre eux sont à la fois à l'origine des matières colorantes synthétiques, des produits pharmaceutiques et photographiques, des parfums artificiels, des explosifs et des gaz de combat (1).

Certains, même, sont suffisamment toxiques, pour être pris par la guerre avant toute transformation. L'oxychlorure de carbone ou phosgène offre certainement l'exemple le plus typique.

Le phosgène nous est connu, c'est un produit asphyxiant

(1) En ce qui concerne seulement les matières colorantes, on estime que sur 500 intermédiaires environ utilisés par cette industrie, une vingtaine peuvent servir directement ou indirectement pour l'industrie de guerre (Le Wita).

de grande puissance. Dans les poumons, il se décompose facilement et agit par mise en liberté d'acide chlorhydrique qui détruit les tissus. Cette facilité de décomposition fait sa valeur chimique industrielle.

En parfumerie, le phosgène est à la base de la fabrication de l'acétophénone et du méthylacétophénone, deux autres corps intermédiaires très utilisés. Il entre directement en jeu dans la préparation du paratolyle, base des parfums mimosa.

En pharmacie, il est l'intermédiaire obligé de la fabrication d'un certain nombre d'hypnotiques de la série du véronal (luminal, proponal, diogénal, dial) et sert à préparer deux narcotiques importants : l'uréthane et l'hédonal.

Ce n'est pas tout. Il est la matière première de l'antiseptique bien connu sous le nom de salol, et aussi, celle du carbonate de gaïacol ou duotal qui a une action bienfaisante sur la tuberculose.

C'est cependant le domaine des matières colorantes qui l'emploie en plus grandes quantités. Il est le point de départ de la cétone de Michler qui sera ensuite utilisée pour fabriquer les magnifiques couleurs violettes, bleues et vertes du triphénylméthane, de brillants écarlates pour la teinture du coton, des colorants jaunes appréciés et toute une série d'autres nuances à la disposition de la mode vestimentaire.

Est-ce tout ? Pas encore. Nous verrons que l'après-guerre lui trouve d'autres emplois...

Un autre corps présente aussi quelque importance pour le présent et encore plus pour l'avenir : l'éthylène. C'est un carbure gazeux que nous avons vu à la base de la fabrication de l'ypérite et que l'on préparait pendant la guerre par déshydratation de l'alcool. On l'obtient couramment aujourd'hui par la liquéfaction fractionnée des gaz des hauts-fourneaux.

Ce gaz peut remplacer son voisin, l'acétylène, dans les chalumeaux.

Il permet la synthèse de l'alcool qui nous semblait ne pouvoir être produit autrement que par fermentation de produits végétaux.

Par oxydation, il donne le formol, l'acide formique, l'acide acétique, l'acide oxalique et met en échec l'industrie séculaire de la distillation des bois.

Réagissant sur l'oxyde de carbone et sur l'eau, il donne la

glycérine qu'il n'est plus nécessaire d'aller chercher dans les corps gras, comme au temps heureux où Balzac écrivait ses romans à l'intime lumière des bougies de Chevreul...

Et puis, faisant décidément éclater les cadres anciens de l'industrie chimique, l'éthylène s'apprête à devenir la matière première de ce pétrole synthétique qui doit concurrencer les gisements défailants de l'Amérique et de la Russie.

L'éthylène, enfin, par une oxydation ménagée donne le glycol anticongelant pour les radiateurs et excellent explosif lorsqu'il est nitré ; par chloration, la chlorhydrine du glycol, elle-même intermédiaire de l'ypérite allemande, de l'indigo synthétique et de l'anesthésique connu sous le nom de novocaïne...

Après ces deux exemples de l'aptitude à réagir des intermédiaires, il faut consacrer quelques mots à l'intime voisinage des applications données aux produits définitifs de la chimie organique.

En effet, nous sommes parvenus à un tel point dans le progrès chimique qu'il nous est aujourd'hui possible de déterminer, *a priori*, les usages à faire d'un corps organique nouveau au seul examen de sa constitution.

Partant du fait que les radicaux, les groupements, les fonctions donnent un aspect particulier à la structure des substances de synthèse et conditionnent dans une certaine mesure leurs usages ou leur action sur l'organisme, nous pourrions dire par exemple que les corps de la série « grasse » seront des sédatifs du système nerveux et fourniront des hypnotiques, que certains corps, les quinones, auront des propriétés laxatives, tandis que d'autres auront des propriétés antiseptiques ; que d'autres encore seront des explosifs, des matières colorantes, des parfums ou des révélateurs de photographie.

Sachant cela, nous ne sommes pas étonnés d'apprendre que l'acide picrique est un colorant mais aussi un explosif, que beaucoup d'agents de teinture sont des remèdes. La trypanflavine, matière colorante, est un antiseptique qui fut employé pendant la guerre. C'est avec une matière colorante dérivée de la benzidine que l'on essaie, en ce moment, de lutter contre la maladie du sommeil. Beaucoup d'autres exemples pourraient être cités...

.

Si nous nous tournons maintenant vers cette autre partie de la science plus austère et moins féconde, la chimie minérale, que constatons-nous ?

Le chlore, gaz toxique idéal pour les vagues de combat et constituant de presque toutes les armes chimiques est la matière première de la pacifique eau de Javel et du chlorure de chaux pour le blanchiment et la désinfection. Le brome que contiennent les produits lacrymogènes est fabriqué en très grosses quantités pour les besoins de la pharmacie et de la photographie. Le phosphore des projectiles incendiaires est aussi celui des allumettes, l'arsenic des arsines est l'objet de grosses applications en verrerie dans les industries tinctoriales, et, aussi bien dans la thérapeutique des plantes (insecticide) que dans celle des hommes.

Enchaînement fantastique de l'œuvre chimique de la paix avec celle de la guerre, que M. Delaisi résumait récemment sous une forme humoristique à l'égard d'une jeune femme : « Prenez le coton qui vous vêt de ses étoffes légères, prenez ces colorants brillants qui parent de leurs mille nuances vos robes et vos chapeaux, ajoutez-y la cellulose de vos bas de soie ou les parfums synthétiques qui vous enveloppent des senteurs du printemps, ou encore l'aspirine qui calme vos migraines, mêlez-y un peu de l'azote qui fait pousser les fleurs de votre jardin et vous avez de quoi tuer, asphyxier, empoisonner des millions d'hommes et réduire en décombres les plus grandes cités. »

Il faut reconnaître d'ailleurs que cette liaison intime de l'usine chimique de paix et de l'usine de guerre n'est pas spéciale à la chimie industrielle. Elle n'est qu'un aspect particulier du stade auquel est arrivée l'industrie en général. Ne dit-on pas souvent qu'une usine qui fabrique des machines à coudre ou des machines à écrire peut s'adapter rapidement à la fabrication des mitrailleuses, que le coton de nos filatures peut être mis à la disposition des poudreries, que les aciers spéciaux de nos cylindres de moteurs à explosion ou de nos machines-outils conviennent très bien pour résister aux formidables pressions produites par la déflagration des explosifs dans le matériel de guerre.

C'est un fait unanimement reconnu, que les forces du temps

de paix peuvent servir à la guerre. Le général Denvigne l'a résumé dans une formule : « le potentiel de guerre d'un pays est égal à son potentiel de paix ».

Il s'agit de savoir dans quelle mesure cette formule est vraie pour l'industrie chimique.

Sans doute, par suite de la similitude de produits intermédiaires ou d'installations adéquates, les usines chimiques du temps de paix peuvent fabriquer les gaz de combat et les explosifs. Des établissements préparant l'indigo synthétique conviennent à la fabrication de l'ypérite et à celle de la chloropicrine ; et la fabrication des arsines se contente des appareils simples de préparation des colorants azoïques ; mais il y a une question de capacité de production que l'on ne saurait négliger. Nous avons vu que la défense nationale exige des quantités énormes de produits fabriqués, qui dépassent de beaucoup les possibilités des usines, suffisantes pour le temps de paix. Un seul exemple entre bien d'autres : la production du phosgène. La dernière guerre a exigé une production annuelle de 4.000 tonnes de ce corps ; or la consommation annuelle de ce produit en temps de paix ne dépasse certainement pas 500 tonnes (Le Wita). La production de ces usines spécialisées ne représentant qu'une faible fraction des besoins de la guerre, il faudrait envisager la création d'usines nouvelles pour obtenir le tonnage nécessaire.

Si l'on se tourne vers la fabrication des explosifs et des gaz de combat utilisant des corps intermédiaires déjà utilisés pour les matières colorantes, on arrive à une constatation analogue. Notre industrie nationale des matières colorantes dont la production atteint aujourd'hui 20.000 tonnes, quantité nécessaire à la consommation française et à une exportation dont il est momentanément impossible d'augmenter la puissance, devrait voir ce chiffre au moins triplé pour répondre à la cadence annuelle de production réclamée par la guerre précédente.

D'autre part, il faut songer que ces mêmes usines auraient à faire face à une consommation accrue des matières colorantes (teinture des uniformes militaires, camouflage, etc.) et des produits pharmaceutiques (service de santé), pour ne citer que ces deux sortes de produits.

Ce que nous venons de dire de l'industrie chimique organique s'applique également à l'industrie chimique minérale et notre première conclusion est celle-ci :

La production des usines spécialisées ne représentant qu'une fraction des besoins de la guerre, il faut envisager la création d'usines de secours pour obtenir le tonnage nécessaire. Or, comme cette question de production en masse est un des facteurs décisifs de succès à l'ouverture des hostilités, il faut la prévoir dès le temps de paix.

A cet égard, les industries normales d'un pays peuvent apporter à la défense nationale autre chose qu'un appoint intéressant dans la production. Leur organisation éprouvée devient le point de départ des industries de guerre apparentées ou analogues. Leurs états-majors exercés de chimistes et d'ingénieurs, de contremaîtres, de spécialistes divers, en se dédoublant vers ces industries complémentaires, y apportent les méthodes et la compétence nécessaires. Enfin, ces industries normales sont des lieux d'élection pour l'étude sur une échelle moyenne des fabrications découvertes dans les laboratoires.

La disproportion que nous venons de signaler entre la capacité de production des usines de guerre et la capacité d'absorption du temps de paix pose d'ailleurs un problème difficile à celles-ci, à la fin des hostilités. Il leur faut continuer de produire ou disparaître.

En principe, pour éviter une surproduction nuisible à ces usines elles-mêmes, on arrête leur fonctionnement.

Cependant, tous les établissements dont la guerre constituait la raison de vivre ne disparaissent pas. Certains, et notamment, des industries très spéciales comme celles fabriquant des gaz asphyxiants, résistent à la faveur d'une application pacifique de leur production. Très souvent aussi, il faut le reconnaître, l'utilisation des produits agressifs à des fins pacifiques, sert simplement à écouler, sans perte notable d'argent, les stocks accumulés.

C'est ainsi que, depuis la grande guerre, de nombreuses études pratiques ont été faites sur la chloropicrine dont on a préconisé l'emploi pour la destruction des ennemis de l'agriculture (renards, rats, insectes, parasites) et la stérilisation partielle des sols en vue d'en augmenter la fertilité. Le même corps a été

proposé pour la dératation, opération très importante dans la prophylaxie de la peste ; pour la désinfection, à la place de l'anhydride sulfureux et dans des conditions plus avantageuses, car la chloropicrine n'a aucune action nocive sur les métaux, les matières colorantes, les cuirs, les tissus, les fourrures, etc. ; enfin pour l'étouffage des cocons de vers à soie.

Les chlorobenzènes ont été essayés comme antiparasitaires agricoles.

Le phosgène a vu augmenter ses attributions. La métallurgie l'utilise depuis peu, pour désagréger certains minerais phosphatés ou oxygénés de métaux rares, difficilement fusibles. Il sert notamment à la fabrication du vanadium, du tungstène, du titane, du zirconium, du thorium, de l'uranium, du cérium, de l'yttrium et du lanthane.

Certaines banques, dit-on, l'utiliseraient aussi pour la protection de leurs trésors en cas de troubles populaires.

Enfin, les lacrymogènes sont employés par la police de divers pays pour l'arrestation des malfaiteurs dangereux, si ce n'est pour la mise à la raison des foules turbulentes...

LA GUERRE CHIMIQUE ET LES LABORATOIRES

« Les laboratoires sont les temples de l'avenir », disait Pasteur. En fait, il n'est aucune usine de produits chimiques, digne de ce nom, qui ne possède un laboratoire et un personnel de chimistes.

En principe, ce laboratoire doit comprendre deux parties : l'une réservée au contrôle de la fabrication ; l'autre, consacrée à la recherche. Cette recherche concerne des produits nouveaux aptes à flatter le goût du jour ou à répondre à une utilité pressante ; des procédés de fabrication plus économiques, plus rapides ou plus salubres ; l'amélioration de fabrications déjà en fonctionnement, bref toutes sortes de facteurs capables d'assurer la prépondérance de l'usine intéressée sur ses rivales.

Le laboratoire de recherches est ce qui manque le plus aux usines françaises. Or, lorsqu'on examine le fonctionnement de l'industrie chimique dans ses rapports avec la guerre, on constate que la prépondérance dans la production est un élément

très important de la « surprise technique » à laquelle nous avons déjà fait allusion. Cette surprise, rappelons-le, consiste à surprendre l'adversaire par des moyens nouveaux de combat contre lesquels il ne s'est pas prémuni, ou encore par une réalisation si rapide et si sûre d'une fabrication antérieurement difficile, que l'adversaire se trouve dans l'impossibilité de répondre coup pour coup.

En conséquence, dans une lutte chimique, la supériorité écherra à l'adversaire non seulement le mieux fourni en matières premières et en outillage, mais encore le mieux organisé dans le domaine des recherches. C'est lui qui aura l'initiative. Or, dans la guerre, l'initiative est une partie de la victoire.

Le laboratoire de recherches permet aussi, parfois, de réparer les fautes consécutives à un défaut d'organisation ou de prévoyance.

Personne n'ignore aujourd'hui que c'est aux recherches faites par une poignée de nos savants réunis par le même but et d'une manière improvisée, que nous devons d'avoir pu, il y a quinze ans, parer les coups et répondre ensuite à un adversaire supérieur.

Quelque temps après la tourmente, Maurice Barrès a parlé de cet effort inouï comme celui de nos soldats : « Il y eut des miracles de laboratoires comme il y avait eu le miracle de la Marne ; mais combien furent dures ces minutes tragiques ! Nos généraux ne crièrent pas leur angoisse ; aujourd'hui qu'ils peuvent s'en expliquer, ils nous terrifieraient encore du danger que la France courut ! Il faut se mettre à l'abri de telles menaces ! »

Français, méditons aujourd'hui ce que Barrès écrivait il y a dix ans. Un miracle ne se répète pas. Or, dans la guerre chimique future qui préoccupe tous les pays, le laboratoire de recherches jouera un rôle formidable.

Il faut savoir que dans une science complexe comme la chimie, l'intuition, le génie de l'adaptation ne suffisent pas. Malgré la souplesse admirable des molécules chimiques, un produit nouveau d'utilité certaine ne s'improvise pas à la demande. Il faut de longues et méthodiques recherches au cours desquelles, certes, le hasard peut jouer un rôle, mais qui, généralement, procèdent d'une grande patience.

A ce sujet, on cite souvent l'exemple du savant allemand Ehrlich qui, ayant eu l'idée de s'adresser pour le traitement de la syphilis aux corps de la famille des arsénobenzols, réalisa successivement 605 combinaisons avant d'arriver au 606 dont le nom n'est que le numéro d'ordre de réalisation. Si nous lisions Pasteur nous serions plus convaincus encore...

Ce travail long, ingrat et difficile ; ce labeur obscur, ignoré du public, réclame des collaborateurs nombreux : chimistes de haute culture, servis par un bureau de documentation de premier ordre, ingénieurs spécialistes, capables de faire franchir le domaine souvent un peu théorique où les découvertes sont nées pour les faire entrer dans la pratique, et, au-dessus de tous, un chef avisé pour saisir tout le parti à tirer d'une découverte si minime soit-elle.

On conçoit qu'une telle organisation ne puisse s'opérer et produire du jour au lendemain. Ce doit être avant tout une œuvre réfléchie. Mais aussitôt organisé, un tel service doit fonctionner dès le temps de paix. L'expérience allemande a montré que le laboratoire de recherches dans une usine était un capital productif d'assez gros intérêts pour que l'industriel n'hésite pas à lui offrir tous les moyens de travailler.

LA NÉCESSITÉ DU SECRET

Dans les sciences et notamment la chimie, le secret est relatif.

Généralement, le travail qui a fourni un corps nouveau est une œuvre scientifique dont l'auteur s'efforce de faire bénéficier la collectivité, ou d'autres chercheurs, par une publication spéciale.

Si le travail aboutit à un résultat industriel, il fera l'objet d'un brevet ou deviendra un secret de fabrication.

Si le produit nouveau peut être utilisé pour la défense nationale, il deviendra un secret d'État défendu par la loi sur l'espionnage.

Le secret est en effet l'élément capital de la « surprise technique et l'on conçoit que l'étranger, toujours à l'affût, considère comme une aubaine de se procurer la technique d'une

fabrication, la formule d'un réactif, le dispositif d'un moyen de protection...

En 1921, la formule d'un réactif précieux pour la détection de l'ypérite dont la découverte, due à M. Grignard, était restée secrète jusqu'à cette époque, a été ainsi l'objet de certaines indiscretions qui ont sans doute permis aux chimistes de tous les pays de profiter de la découverte, mais qui ont privé la France de son bénéfice pour une défense ou une initiative ultérieures.

Cette discrétion obligatoire met l'État dans la nécessité de confier généralement les recherches ayant en vue un but de défense nationale à des établissements qui lui appartiennent. L'Amérique qui, en matière de recherches, nous montre le chemin à suivre, dispose d'un organisme d'État, le Bureau des Standards, dont les moyens puissants permettent d'aborder et de résoudre les problèmes industriels et scientifiques les plus divers, et, spécialement ceux qui intéressent la défense nationale. L'arsenal d'Edgewood (Maryland) est spécialement consacré à l'étude et à la fabrication des armes chimiques. A cet effet, il dispose d'un budget annuel d'un milliard de dollars...

En France, nous avons un organisme de recherches de ce genre, l'Office des Inventions créé en 1919, mais il est insuffisamment doté.

.....

Dans les conditions actuelles de notre industrie où Science est synonyme de Puissance, plus encore dans celles qu'impose une guerre chimique éventuelle, la recherche scientifique est « une nécessité du progrès, une garantie de succès, une marque de supériorité matérielle ».

CHAPITRE IV

L'EMPLOI DES ARMES CHIMIQUES

Au cours de la Grande Guerre, les armes chimiques ne furent point destinées à se substituer aux armes fondamentales jusqu'alors en usage.

Dès l'automne de 1914, le front s'était stabilisé. A la guerre de mouvement avait succédé la guerre de siège ; à l'augmentation progressive des moyens utilisés par l'artillerie de gros calibre, l'adversaire avait répondu en s'enfonçant de plus en plus profondément dans le sol et en s'y fortifiant. Les armes chimiques intervinrent d'abord, pour atteindre l'adversaire ainsi abrité ; ensuite, pour provoquer chez lui un effet de surprise favorable à l'attaque.

Vers la fin des hostilités, l'emploi de ces armes fut l'objet de règles assez précises. Mais, c'est seulement au cours des années suivantes, que l'on fut amené à les considérer comme ouvrant un chapitre nouveau de la tactique générale. En fait, il existe actuellement une tactique et une manœuvre des gaz. Elles ne sont pas encore parfaites à cause du nuancement étendu des produits mis à la disposition de l'art militaire et du doigté nécessaire pour leur faire rendre un effet maximum, mais elles peuvent le devenir, par l'étroite collaboration des chefs militaires et des chercheurs.

Dans la guerre future, il faut également prévoir un emploi mieux étudié, et en plus grandes masses, des fumigènes et des incendiaires. Toutes les opérations se feront, probablement, dissimulées derrière des rideaux de fumée, et les incendiaires, se superposeront aux explosifs dans la destruction des villes.

LA GUERRE DES GAZ

La guerre des gaz peut se faire sur terre, sur mer, dans l'air.

Ses conditions essentielles sont l'emploi d'un important matériel bien adapté ; la concentration des toxiques, portée au plus haut degré ; l'attaque par surprise.

Sa tactique est conditionnée par la nature et les propriétés physiques et chimiques des produits utilisés. La permanence, qui implique la nécessité de résister à l'action des agents atmosphériques, est la plus importante de celles-ci. A cet égard on divise les gaz de combat en deux catégories : les fugaces et les persistants.

Les produits *fugaces*, à bas point d'ébullition, créent instantanément un nuage toxique qui dure un temps très court, par suite de leur vaporisation rapide et de leur dilution dans l'atmosphère.

Les produits *persistants*, au contraire, ont un point d'ébullition élevé et ne sont que partiellement transformés en vapeurs au moment de l'explosion du projectile. Les gouttelettes projetées ne s'évaporent que lentement. De plus, comme ces produits sont des combinaisons chimiques d'aptitudes réactionnelles peu marquées et, notamment, peu sensibles à l'action de l'humidité atmosphérique, ils persistent très longtemps sur le terrain. Le type de ces gaz est l'ypérite.

L'artilleur utilise ces propriétés pour atteindre des résultats déterminés. Par exemple, l'interdiction d'une route par les gaz pourra être obtenue au moyen d'obus à effets persistants ; au contraire, le bombardement par obus à gaz d'une position à prendre ensuite d'assaut devra être exécuté avec des obus à chargement fugace.

LA GUERRE DES GAZ SUR TERRE

Dans la guerre terrestre, les gaz sont employés sous deux formes : les projectiles et les vagues.

Les *projectiles* varient depuis les bombes de tranchées,

envoyées par les projectors ou les mortiers, jusqu'aux obus, en passant par les grenades.

Comme nous l'avons vu, le corps de ces projectiles n'est pas totalement rempli de produit nocif, parce qu'il faut laisser à celui-ci une sérieuse marge de dilatation en cas d'élévation de la température atmosphérique. De même, il est rarement garni avec un même produit. La modification de ce chargement permet de réaliser le camouflage des attaques et, l'on conçoit qu'il soit possible de faire varier ses effets suivant le but désiré.

Le mélange d'un fumigène avec un produit fugace (phosgène, acide cyanhydrique) par exemple, augmentera la densité de celui-ci, l'entraînera dans les tranchées et les abris, retardera sa dilution. De plus, il facilitera l'observation et aveuglera l'ennemi si les projectiles tirés sont suffisamment nombreux.

Des gaz malodorants (butylmercaptan, éther éthylique de l'acide thiocarbonique), permettront, de masquer la présence d'autres gaz ou de forcer l'ennemi à porter un appareil de protection alors qu'il n'y a aucun gaz dangereux.

Le mélange d'arsines avec une forte charge explosive permettra d'obtenir des effets brisants qui rendront difficiles à distinguer ces projectiles avec des projectiles ordinaires, et permettra, par conséquent, de mieux atteindre un adversaire non prévenu.

Les *vagues* sont des nuages de gaz nocifs de grande étendue, formés au ras du sol et entraînés par le vent sur le terrain occupé par l'ennemi. Pour cet usage, on emploie des corps de grande nocivité, de grande densité de vapeur et de bas point d'ébullition afin qu'au sortir de la bouteille où ils sont renfermés la vaporisation soit obtenue sans difficulté.

A ce triple point de vue, le chlore est un gaz idéal. Il est contenu dans des bouteilles d'acier de différentes grandeurs, que l'on groupe dans des abris bien défilés et camouflés et que l'on vide à l'heure venue vers l'assaillant, au moyen d'un robinet et d'une tuyauterie en plomb en ou fer. C'est le chlore qui inaugura la guerre chimique moderne.

Pour obtenir certains effets il pourra être utile de mélanger les gaz. Ainsi, le mélange de chlore et de phosgène sera plus toxique que le chlore seul. Tel quel, ce mélange donnera des vagues transparentes, pratiquement invisibles, qui permettront

de réaliser, par des nuits claires, un effet de surprise ; mélangées à un fumigène, ces vagues deviendront des nuages opaques, dans lesquels on ne verra pas à un mètre devant soi, et qui, en semant la mort, isoleront complètement les combattants et provoqueront le désarroi et la panique.

La guerre des gaz, par projectiles ou par vagues, exige des quantités considérables de produits toxiques.

Pour les projectiles, le lieutenant-colonel Bloch estime que la consommation doit être calculée sur la base de la surface unitaire infectée par un obus, savoir respectivement 20, 50 et 200 mètres carrés pour un projectile de 75, 105, 155 T. A. ; les tirs toxiques de surprise, véritables tirs à tuer, devant, en deux ou trois minutes, développer la densité toxique nécessaire.

Quant aux vagues, certaines, qui pendant la guerre s'étendirent sur un front de huit kilomètres, exigèrent chacune l'emploi de six mille bouteilles contenant deux cent quarante tonnes de produit. Ces vagues faisaient d'ailleurs des victimes jusqu'à dix et quinze kilomètres de profondeur.

LA GUERRE DES GAZ ET LA MÉTÉOROLOGIE

L'emploi des gaz toxiques, soit par tirs d'obus, soit par nappes, est assujéti à certaines conditions atmosphériques. Il sera réussi ou manqué suivant que ces conditions auront été bien ou mal utilisées.

Dans le cas des vagues, il faudra parfois attendre très longtemps avant que se présente un vent de direction et de vitesse convenables. Une vitesse de plus de 3 mètres à la seconde provoque en effet une trop rapide dilution du gaz, tandis qu'une vitesse inférieure à 1 mètre par seconde est dangereuse pour les troupes du camp qui émet la vague, à cause des remous et des retours de gaz qui peuvent se produire. La chaleur solaire et la pluie, également, sont défavorables.

Les obus à gaz sont soumis à des servitudes du même genre. Un vent supérieur à 3 mètres par seconde disloque trop rapidement les nuages émis par les produits fugaces ou persistants et nuit à leur efficacité. La pluie est aussi à craindre.

Le service météorologique est l'auxiliaire indispensable de la guerre des gaz comme il est déjà depuis longtemps celui d'autres procédés de combat. De ses renseignements, justes ou faux, dépendent le succès ou l'inanité de l'agression.

LA GUERRE DES GAZ SUR MER

On sait peu de chose sur l'attaque possible des navires par les gaz. Il est vraisemblable qu'il s'agira d'une manœuvre aérochimique par des appareils provenant de navires porte-avions, et, dans les mers étroites, par des appareils partis d'une base terrestre. Cette attaque se produira quelques heures avant la bataille prévue, afin que les gaz aient pu exercer leur action.

LA GUERRE DES GAZ DANS L'AIR

Il est unanimement admis que l'attaque aérienne par les gaz doit caractériser la guerre chimique.

Les bombes d'avions seront vraisemblablement les projectiles les plus employés, mais on peut prévoir l'usage d'autres engins : ballonnets, torpilles, etc.

Les bombes sont en principe de trois espèces : explosives, incendiaires, toxiques. Le moyen d'attaque le plus puissant des flottes aériennes consiste à combiner l'emploi de ces trois sortes de projectiles.

Pour le bombardement par explosifs, la tendance est à l'adoption d'engins de plus en plus gros. Quelques-unes des bombes d'avions américains, ont un poids total respectif de 1812 kilogrammes et un poids d'explosif, en l'espèce du trinitrotoluol, de 996 kilogrammes.

Au contraire, le bombardement par incendiaires et par toxiques n'a intérêt à utiliser que de petits engins. L'attaque par incendiaires est, en effet, d'autant plus efficace que le nombre de foyers allumés en même temps est plus considérable. Pour les toxiques, l'expert allemand Hanslian estime que les petites

bombes de 12 à 30 kilogrammes, très maniables, sont à préférer aux plus grosses.

Les bombes d'avions peuvent être chargées avec les mêmes produits toxiques que les obus. Mais ce sont les gaz persistants comme l'ypérite qui paraissent susceptibles du meilleur rendement pour le bombardement des parcs, dépôts, ateliers, escadrilles, gares et cantonnements du front.

Dans la zone de l'intérieur, sur des populations mal protégées, les bombes, qu'elles soient chargées en produits fugaces ou en produits persistants, auraient sans doute un rendement très grand. A cet égard, quelques auteurs ont déterminé, avec plus ou moins de bonheur, les quantités de gaz toxiques nécessaires pour infecter efficacement les grandes villes.

Avec l'ypérite, une pareille tâche nécessite 10 grammes par mètre carré. Sachant que la surface de Paris comprise entre les anciennes fortifications est d'environ 7.800 hectares, son infection complète nécessiterait 780 tonnes de produit, le chargement de 300 avions de grand modèle !

Voici pour l'attaque. Mais on peut prévoir que des dispositifs efficaces seront pris pour la défense et la contre-attaque.

LA DÉTECTION DES GAZ

La détection des gaz est une des parties les plus délicates de l'emploi des gaz.

Pour se défendre contre ceux-ci, suivant des procédés que nous indiquerons bientôt, il faut être prévenu de leur arrivée. Pour permettre au Commandement de disséminer les risques et de n'exposer que le nombre d'hommes indispensables ; de décider d'évacuer ou d'éviter les zones dangereuses, il faut les caractériser rapidement. Enfin, dans le cas de produits nouveaux, des mesures efficaces de protection ne peuvent être envisagées que si l'on sait à quel gaz on a affaire. La détection, complétée par l'analyse, remplit ces offices. Inutile de dire qu'à cause des moyens perfectionnés exigés par cette dernière la détection, seule, est utilisée sur le champ de bataille.

Le détecteur employé doit remplir plusieurs conditions.

Il doit être très sensible pour pouvoir signaler une faible teneur en gaz toxique. Il doit fonctionner rapidement pour donner le temps de prendre les mesures de protection. Il doit être, autant que possible, polyvalent, c'est-à-dire susceptible d'être actionné par les gaz redoutés. Enfin, il doit être maniable de façon à pouvoir être placé, soit dans les premières lignes des secteurs susceptibles de subir des attaques par vagues, soit dans le lieu spécial où est organisé un service de guet pour les gaz (L^t-C^{el} Bloch).

Les détecteurs utilisables sont de quatre types :

Le type *physico-chimique* où l'action chimique exercée par les gaz modifie un régime électrique et donne naissance à un courant qui déclenche une sonnerie ou allume une lampe ;

Le type *chimique*, où l'action des gaz est utilisée directement à modifier la couleur d'un réactif (papier au chlorure de palladium pour l'oxyde de carbone par exemple) ou d'une flamme (sous l'action du chlore, la flamme bleue de l'essence vire au vert) ;

Le type *biologique*, où l'action toxique des gaz détermine la mort de petits animaux, oiseaux, rats, souris, bien avant que l'atmosphère ne soit dangereuse pour l'homme ;

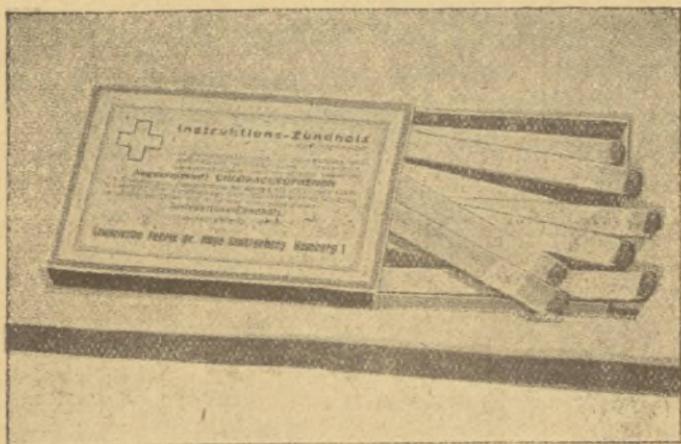
Enfin, le type *humain*, si nous pouvons nous exprimer ainsi, qui consiste dans une ouïe attentive pour percevoir le sifflement des gaz au sortir des bouteilles, dans le cas d'une vague, ou un odorat exercé pour reconnaître le danger du contenu d'un projectile éclaté (l'ypérite a une odeur de raifort ou de moutarde ; les arsines, une odeur de géranium, le chlore a une odeur piquante d'eau de javel ; le phosgène, celle du terreau en putréfaction ; l'acide cyanhydrique, celle des amandes amères).

Jusqu'à présent, l'expérience a montré que les deux derniers types étaient les plus satisfaisants. Le type biologique est couramment utilisé dans l'industrie, avant l'entrée des ouvriers chargés de nettoyer ou de réparer des cuves ayant contenu des gaz toxiques. Le type humain a souvent montré sa perfection dans la dernière guerre.

L'odorat est l'instrument essentiel de ce dernier mode de détection. Pour éduquer ce sens, la fabrique Stolzenberg de Hambourg vient de créer des allumettes spéciales d'instruction. On les frotte sur un des côtés de la boîte et l'on éprouve alors

nettement la réaction des différents gaz sur les yeux, les organes respiratoires, les poumons sans que cela, dit le prospectus accompagnant l'envoi, puisse être dangereux pour l'organisme.

Le gaz aussitôt détecté, l'alerte est donnée au moyen de signaux variés, acoustiques, ou optiques.



Une boîte d'allumettes d'instruction pour éduquer le sens de l'odorat.

Cette question de la détection est encore peu avancée. Elle est une des grandes préoccupations pour la guerre future. Le Comité international de la Croix-Rouge a ouvert récemment un concours pour la découverte d'un réactif de l'ypérite à la dose mortelle (1). Le concours a été clos sans qu'aucune solution ait été proposée... Il ne faut guère s'en étonner. Il nous semble que des concours internationaux, même dotés de prix considérables, ne peuvent pas faire avancer efficacement de telles questions qui intéressent, certes, la défense de l'humanité, mais beaucoup plus encore les pays soucieux d'indépendance et de sécurité nationales. Ce que nous savons de l'utilité de la surprise technique, au cours des hostilités, nous permet par exemple

(1) Le réactif de Grignard, auquel nous avons fait allusion précédemment, n'a en effet qu'une sensibilité relative.

de penser qu'un pays détenteur de la formule du réactif ultra-sensible pour la détection de l'ypérite, n'ira pas livrer un tel secret capable de le sauver ultérieurement, à l'organisme international le plus sérieux. De tels concours impliquent un désarmement moral que nous ne constatons encore chez aucun peuple.

La caractérisation des gaz. — La caractérisation chimique des gaz qui constitue la seconde partie de la détection et qui permettra au Commandement de prendre toutes les mesures pour la neutralisation ou la protection, comprend elle-même deux phases : le prélèvement et l'examen chimique.

Le prélèvement est fait au moyen d'un dispositif d'aspiration par écoulement d'eau (procédés Kohn Abrest et Kling) ou bien au moyen de pompes pneumatiques montées en aspiration qui, par l'intermédiaire d'un entonnoir, permettent l'exploration des surfaces suspectes (herbes, planches, sacs, etc.) (Procédé Bruère).

Les dispositifs de prélèvement sont réunis à un certain nombre de flacons ou tubes analyseurs contenant des papiers indicateurs ou des réactifs liquides : papier à l'acétate de plomb pour les sulfures ; au chlorure de palladium pour l'oxyde de carbone ; au picrate de soude pour l'acide cyanhydrique ; à l'iodure d'amidon pour le chlore et le brome ; solution d'aniline pour mettre en évidence le phosgène ; de nitrate d'argent pour les arsines ; réactif spécial pour l'ypérite composé d'iodure de sodium, de sulfate de cuivre et de gomme arabique.

Toutes ces opérations de prélèvement et de caractérisation des gaz sont dans les attributions des officiers chimistes.

Ce sont ces spécialistes qui ont également la charge de rechercher les projectiles toxiques non éclatés et tous les autres engins concernant les gaz, pour les envoyer dans les laboratoires de l'arrière, aux fins d'analyse et d'étude.

LES FUMIGÈNES

Le but que l'on se propose, en émettant de la fumée, est d'empêcher les organes de vision de l'adversaire de fonctionner et par conséquent de diminuer le rendement de ses moyens

d'action, dont la mise en œuvre dépend de la vue (C^ol Chédeville).

Les fumigènes sont employés soit sous forme d'obus, soit sous forme d'engins spéciaux servant à créer des nuages sur place.

Les derniers qui sont destinés à fonctionner dans les lignes amies développent une fumée non toxique. En France, ils sont de deux sortes : les engins Berger basés sur la vaporisation, à haute température, de chlorures de métaux communs en présence d'aluminium en poudre ; les engins Verdier qui mettent en œuvre les chlorures d'étain ou de titane en mélange avec l'ammoniaque.

Suivant l'importance de l'engin, l'émission de la fumée dure de trois à quinze minutes et développe un nuage de cinquante à cent mètres de longueur dans le sens du vent et de cinquante à deux cents mètres de hauteur, qui persiste pendant un temps variant entre vingt minutes et une heure quinze minutes.

Les quantités de matières employées sont toujours élevées. Le camouflage d'une surface de 16 kilomètres carrés, par exemple pendant deux heures et demie, nécessite la combustion de six tonnes de produits fumigènes (C^ol Chédeville).

Les fumigènes rendent d'immenses services dans la dissimulation des opérations militaires. Pour disperser l'attention de l'ennemi, il est seulement nécessaire de couvrir une surface notablement plus grande (environ neuf fois) que celle à protéger, et de créer en d'autres points deux ou trois émissions d'importance égale.

Sur mer, les fumigènes sont largement utilisés pour cacher les navires aux sous-marins ennemis.

Enfin, de nombreux essais sont faits depuis quelques années, en Amérique et ailleurs, pour faire concourir les avions à ce camouflage au moyen d'épais rideaux de fumée qu'on pourrait ainsi tendre, soit en avant d'une ligne d'observatoires ennemis, soit devant des bateaux, pour protéger leur fuite, soit au-dessus des villes, pour les dissimuler aux avions.

LA LUTTE POUR L'INITIATIVE

Dans son ouvrage *L'Enigme du Rhin*, le major Lefébure a montré que la guerre chimique est éminemment une lutte pour l'initiative.

Dans les deux camps adverses, elle se résume par une série ininterrompue de tentatives pour réaliser le facteur surprise en attaquant, et le neutraliser, au contraire, dans la défensive, par l'élaboration de mesures de protection adéquates basées sur la prévision de ce que pourrait tenter l'ennemi.

Cette initiative a une importance particulière au début des hostilités, « elle est vitale ». Le pays qui, pendant la paix, a réalisé certaines découvertes et dispose de moyens de production suffisants peut frapper les premiers coups d'une façon peut-être décisive.

A la stratégie et à la tactique militaire appartient le soin de conserver durant toutes les hostilités un tel avantage que l'ennemi disputera âprement pour le reconquérir.

Rappelons-nous seulement que, pour conduire une guerre chimique, il n'est pas nécessaire d'avoir un grand nombre de produits, mais quelques-uns d'entre eux, convenablement choisis et qui répondent aux conditions qu'exige leur emploi au point de vue tactique aussi bien que physiologique.

CHAPITRE V

LES EFFETS DE LA GUERRE CHIMIQUE SUR LES PERSONNES

Claude Bernard comparait les poisons à des scalpels délicats permettant d'atteindre électivement, sans les toucher, les organes les plus divers.

En fait, les gaz de combat connus s'attaquent aux yeux, à l'ouïe, à la peau, aux voies respiratoires, au système nerveux et au sang. Ils créent des lésions dont la pathologie toute particulière contribue dans une certaine mesure à donner à la guerre moderne son nouvel aspect.

En principe, les gaz sont nocifs à des doses très faibles, mais la gravité de l'intoxication varie suivant la nature et la densité du gaz, le temps de séjour dans l'atmosphère toxique, la température, l'humidité des organes. La constitution du sujet atteint, joue aussi un grand rôle : à doses égales de toxique inhalé, l'existence de tares pulmonaires ou cardiaques antérieures, de tares alcooliques, contribue à aggraver notablement le pronostic.

On peut retenir que beaucoup de ces gaz, et notamment l'ypérite et le phosgène, créent des atmosphères mortelles lorsque leur dose atteint *sept centièmes de milligramme par litre d'air*. D'autres réclament une dose plus élevée : la chloropicrine est mortelle à raison de 8/10 de milligramme par litre d'air, le chlore et la chloracétone, 3 milligrammes par litre d'air. Parmi les lacrymogènes, les deux plus actifs sont le cyanure de benzyle bromé et la chloracétophénone qui obligent à la protection quand leur dose atteint 3/10 de milligramme par litre d'air.

a) Les irritants

Les gaz irritants se subdivisent, nous l'avons vu, en lacrymogènes, labyrinthiques, sternutatoires, nauséabonds et vésicants.

Les *lacrymogènes* agissent en produisant une irritation excessive des nerfs sensibles de la conjonctive. Il en résulte un larmolement abondant qui met l'homme dans l'impossibilité de voir, pendant un temps plus ou moins long.

Les *labyrinthiques* agissent sur l'oreille interne, en entraînant les lésions des canaux semi-circulaires dont le rôle est important pour l'équilibration de l'organisme. Il se produit alors des mouvements incoercibles, dont l'intensité va en croissant, si bien que le corps finit par être entraîné dans le mouvement et que l'individu perd l'équilibre.

Les *sternutatoires*, constitués par les arsines, irritent les nerfs dans les cavités nasales et provoquent des éternuements qu'accompagnent des manifestations secondaires : irritation de la gorge, larmolement, douleurs dans le nez et les maxillaires.

L'irritation produite est parfois si violente qu'il peut en résulter des troubles cérébraux aigus.

Les *nauséabonds*, provoquent des réflexes et la contraction du diaphragme et des muscles abdominaux, pour aboutir aux vomissements. Rappelons, qu'avec les sternutatoires, ils sont destinés à provoquer de la part des sujets soumis à leur action, le déplacement des engins de protection qui rend alors efficace l'attaque par des corps agressifs beaucoup plus dangereux.

Les *vésicants*. Deux gaz de cette espèce sont actuellement connus : l'ypérite ou sulfure d'éthyle dichloré, le « roi des gaz » des Américains et des Russes, et la lewisite ou chlorovinylarsine, encore appelée « rosée de la mort ».

Les vésicants agissent sur la peau, sur les yeux et sur les diverses muqueuses en y pénétrant, probablement à la faveur de leur solubilité dans les lipoides. Ils peuvent aussi agir comme toxiques généraux.

A dose faible, sur la peau, ils produisent des plaques ressemblant quelque peu à celles que détermine une insolation ou l'action d'un sinapisme. D'abord rouges, ces plaques prennent

une teinte cuivrée ou brunâtre. Parfois, on observe de l'œdème comme en produisent fréquemment les caustiques corrosifs.

Ces brûlures, lorsqu'elles ne s'étendent qu'à une faible partie du corps n'ont rien de grave et la guérison s'opère comme une autre brûlure légère. Mais, si cette brûlure, même légère, est étendue à la plus grande partie de la peau, elle peut être fatale. Le processus de cette évolution rapide est imparfaitement connu. On suppose que la mort survient par l'intoxication causée par les produits albuminoïdes dénaturés de la peau atteinte.

Si l'action du gaz a été plus intense, on constate les effets d'une brûlure du second degré, avec bulles et phlyctènes, ou du troisième degré, avec nécroses, analogues à celles produites par le feu ou les liquides bouillants, mais d'une évolution plus dangereuse. En effet, l'ypérite endommage les cellules du fond et des bords de la plaie d'où part la cicatrisation et il en résulte que les plaies restent longtemps ouvertes et que leurs tissus mortifiés constituent un terrain propice à toutes les infections.

Il faut remarquer que, seules, les parties sensibles et humides de la peau sont brûlées. Les mains, les genoux, le cou, les aisselles, les aines, les parties sexuelles et l'anus sont fréquemment atteints.

Sur les yeux, l'ypérite agit de diverses façons, et, de la simple rougeur inflammatoire jusqu'à la perforation de la cornée, on observe toutes les phases intermédiaires.

Sur les muqueuses, le gaz agit d'une manière différente, suivant que ces muqueuses sont celles de la bouche ou du nez, des voies respiratoires inférieures ou du tube digestif.

Les atteintes du tube digestif (cas de l'absorption d'aliments ou d'eau ypérités), des cavités buccales et nasales, sont assez rares.

L'action principale s'exerce sur la muqueuse respiratoire, du larynx aux alvéoles pulmonaires.

L'ypérite attaque vigoureusement les bronchioles. Les muqueuses gonflent, et, l'effet immédiat consiste en gêne respiratoire. L'effet terminal est l'asphyxie plus ou moins lente, véritable étranglement, ou, dans les cas moins graves, la menace d'infections dangereuses : bronchite et bronchopneumonie purulentes, abcès, gangrène, dont le développement est rendu favorable par la suppression de tout obstacle à l'entrée des

germes dans le poumon et la présence d'un tissu mortifié favorable à leur pullulement.

Il faut noter que les atteintes par l'ypérite ou ses vapeurs sont à retardement, parfois de plusieurs heures.

b) Les suffocants ou asphyxiants

Les suffocants donnent tous, à quelques variantes près, des symptômes identiques.

En pénétrant dans les voies respiratoires, ces composés provoquent d'abord une action nerveuse réflexe qui aboutit au phénomène de la suffocation, puis une période de tranquillité apparente pendant laquelle les corps toxiques réagissent avec la muqueuse pulmonaire. Le chlore donne de l'acide hypochloreux, les éthers se saponifient, le phosgène donne de l'acide chlorhydrique. Les produits de la réaction provoquent alors l'altération de cette muqueuse, généralement par destruction de l'albumine et les lésions caractéristiques du poumon : œdème et congestion pulmonaire s'installent (Mayer).

L'infiltration de la sérosité dans les tissus est telle, qu'elle arrive à former 60 % du poids du poumon atteint et retentit sur l'organisme d'une manière fatale. Le liquide œdémateux est, en effet, perméable au gaz carbonique mais imperméable à l'oxygène ; il empêche l'arrivée de ce dernier gaz aux tissus et provoque ainsi une asphyxie lente qui atteint d'abord le cerveau puis les autres organes et aboutit à la mort.

Tels sont les phénomènes généraux. Mais chaque gaz peut offrir des variantes dans son action toxique.

Le chlore, par exemple, exerce son action nécrosante d'une manière plus intense, sur les voies respiratoires supérieures, sur le larynx.

La chloropicrine agit surtout sur les premières ramifications des bronches.

Le phosgène s'attaque aux fines ramifications du nerf pneumogastrique, autour des alvéoles. L'asphyxie par ce gaz a parfois été comparée à celle que produit l'eau envahissant les poumons par la bouche et le nez, ce qui l'a fait appeler une « submersion sur la terre ferme ». Mais l'évolution est beaucoup

plus lente. Elle dure des heures, des jours ; les pauvres victimes évitant de tousser et de parler, concentrant toutes leurs forces et leur attention sur leur respiration qui manque de plus en plus, sans que l'on puisse adoucir ces souffrances par un calmant, car sous l'action de celui-ci l'irritabilité du centre respiratoire serait affaiblie et les chances de guérison diminuées.

L'intensité de tels phénomènes varie évidemment avec la concentration du gaz et le temps d'exposition de la victime au toxique.

Dans la forme légère, les sujets intoxiqués ont une toux quinteuse sans expectoration, manifestation d'une irritation du larynx et de la trachée, parfois d'une minime bronchite. L'atteinte paraît si légère qu'on a tendance à la négliger.

Là est l'erreur. Cette forme bénigne peut à l'occasion d'un exercice, d'une marche, etc., prendre brusquement un caractère de gravité accusé se traduisant par une crise aiguë d'œdème pulmonaire entraînant la mort en quelques heures.

Parmi les nombreux exemples que la guerre a donnés, nous n'en citerons qu'un d'après le P^r Dopter de l'Académie de Médecine, auquel nous empruntons une partie du tableau clinique de ces intoxications.

En sortant d'une vague de chlore ou de phosgène, un officier qui avait absorbé un peu de gaz, se couche. Après une nuit de repos, il va visiter son secteur, revient à son abri, déjeune, se lève pour allumer une cigarette, tombe, de l'écume rosée aux narines et aux lèvres, et meurt en quelques minutes, d'œdème pulmonaire aigu.

Dans la forme foudroyante, à la suite d'un séjour dans une concentration très forte de gaz, les sujets éprouvent une suffocation intense, ils font une grande inspiration et tombent ; ils se débattent quelques instants et meurent.

Les formes moyennes, observées généralement chez les hommes qui, endormis, ont été réveillés par l'action du gaz et ne se sont protégés que tardivement, débutent par une sensation d'angoisse et d'arrêt respiratoire, le besoin irrésistible de tousser qui provoque l'inspiration nouvelle de gaz et accroît l'intoxication. Puis, apparaît la fatigue musculaire qui rend la marche extrêmement difficile. Malgré les efforts qu'ils font, les hommes tombent, essaient péniblement de se relever. La

suffocation continue son œuvre. Ils cherchent avidement en s'accrochant à tout ce qui peut leur servir, un point d'appui, un endroit où ils pourront mieux respirer.

Si l'action du gaz continue, les troubles évoluent rapidement vers l'œdème et l'asphyxie. Si l'action du gaz est interrompue, la suffocation s'atténue, la toux se calme. Il persiste une sensation de fatigue, puis une sensation de brûlure de la gorge et de la trachée au passage de l'air respirable. Mais la rémission est courte. En général, sous l'influence de l'exercice musculaire, de la digestion, du froid, des accidents pulmonaires graves lui succèdent qui conduisent à l'œdème et à l'asphyxie. Lorsque l'évolution est plus heureuse, à l'œdème succède de la congestion pulmonaire, puis de la simple bronchite et la guérison se dessine et se réalise si le malade peut échapper aux infections secondaires entraînant les broncho-pneumonies.

D'une façon générale, la mortalité se juge en trois jours. Après ce délai, réserve faite de complications toujours possibles, les malades gravement atteints se remettent presque toujours (Dopter).

c) Les toxiques

Suivant leur nature, les gaz toxiques agissent de diverses façons.

L'*oxyde de carbone* s'attaque aux globules rouges du sang. Il se combine à l'hémoglobine qui devient impuissante à remplir sa fonction ordinaire : celle d'absorber l'oxygène de l'air dans les poumons et de le transporter dans tous les organes.

Pendant longtemps, la combinaison formée, l'hémoglobine oxycarbonée, fut considérée comme indestructible et permit cette idée imprécise que l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang pouvait se faire tant qu'il existait de l'oxyde de carbone dans l'atmosphère respirée.

Le mécanisme de cette intoxication est aujourd'hui pleinement connu, grâce aux travaux de nombreux savants au premier rang desquels il faut citer le professeur Nicloux. Il se déroule dans le cadre d'une des lois les plus importantes et les mieux étudiées de la chimie : la loi d'action de masse.

Au cours de l'intoxication, il se fait une véritable lutte entre l'oxygène et l'oxyde de carbone pour la possession de l'hémoglobine. L'oxygène de l'air déplace l'oxyde de carbone de la combinaison que ce gaz tente de former au fur et à mesure de son arrivée dans le sang, en régénérant l'oxyhémoglobine qui porte à l'organisme la chaleur et la vie. Cette action de l'oxygène se prolonge jusqu'à ce que les masses de corps en présence : oxyhémoglobine et oxyde de carbone, hémoglobine oxycarbonée et oxygène de l'air s'équilibrent et ne puissent plus agir les unes sur les autres. C'est alors qu'une lutte sans merci s'engage entre les deux gaz qui arrivent dans le sang, l'oxygène de l'air et le toxique. La victoire échoit à l'oxygène s'il pénètre dans le sang à raison de 250 volumes pour un volume d'oxyde de carbone. Au contraire, elle échoit à celui-ci lorsque ces 250 volumes ne sont pas atteints. Du résultat de cette lutte dépend le salut ou la mort de l'intoxiqué. Celle-ci survient lorsqu'une fois l'équilibre atteint, la quantité d'hémoglobine oxycarbonée correspond à 66 % de l'hémoglobine totale.

Pour que ces conditions fatales se réalisent il faut respirer une atmosphère contenant 0,002 à 0,001 de son volume, en oxyde de carbone. Entre 0,001 et 0,0004, le séjour est possible pendant 50 minutes à 1 heure. Enfin, lorsque cette teneur ne dépasse pas 0,0004, le séjour pendant plusieurs heures est possible sans inconvénient grave.

L'intoxication massive par l'oxyde de carbone est caractérisée par une chute brusque, avec perte de connaissance et mort rapide. La survie peut laisser, d'une façon prolongée, des nausées, des vertiges, de la céphalée, des convulsions, etc.

Dans l'intoxication aiguë, l'individu présente dans un premier stade une violente céphalée, des nausées, des hallucinations auditives et visuelles, de la dyspnée. Un second stade est marqué par la diminution ou l'abolition de la puissance motrice et par une perte de connaissance qui peut aboutir au coma.

Lorsque le second stade ne se termine pas par la mort, il est suivi d'un troisième dans lequel la dyspnée devient très marquée ; la respiration est irrégulière ; la température baisse, la face se cyanose, les muqueuses se congestionnent, les pupilles s'élargissent, les réflexes sont diminués. Si l'intoxication a été

poussée très loin, on peut observer la persistance du coma et la mort tardive.

Dans les cas favorables, la guérison peut survenir mais n'être pas toujours complète.

L'*acide cyanhydrique*, est un poison foudroyant comme l'oxyde de carbone, mais c'est un toxique cellulaire. Il paralyse les enzymes que contiennent les cellules vivantes, de sorte que celles-ci ne peuvent plus utiliser l'oxygène. Il en résulte une asphyxie de chaque organe en particulier, le bulbe étant l'un des premiers atteints.

La dose mortelle pour l'homme est de $\frac{1}{1000}$. Toutes les voies, peau et muqueuses comprises, permettent l'absorption du produit.

Dans le premier stade de l'intoxication aiguë, on relève des vertiges, des troubles psychiques, de la céphalée, puis dans un second stade, des troubles respiratoires suivis de crampes violentes, avec symptômes d'asphyxie. La mort a lieu dans le coma.

L'*ypérite* ou *sulfure d'éthyle dichloré*, outre l'action locale que nous connaissons, sur les tissus et les muqueuses, a une action toxique générale (Mayer).

A forte dose, elle agit sur les principaux appareils de l'économie : sur le système neuro-musculaire comme poison convulsivant ; sur l'appareil circulatoire en provoquant une chute de la pression artérielle ; sur le sang en amenant la diminution progressive des globules blancs, ces agents importants de défense contre les infections ; sur la lymphe, elle agit comme lymphagogue en excitant les cellules glandulaires productives de lymphe aux dépens du plasma sanguin ou de l'eau des tissus. Enfin, ce gaz agit sur le métabolisme général en faisant baisser la température des sujets intoxiqués, parfois jusqu'à 35 degrés au moment de la mort, et en amenant leur amaigrissement.

C'est parmi les toxiques, qu'il faudrait aussi classer les substances nouvelles tels que les *composés organiques du plomb et du tellure* qui agissent sur le système nerveux et entraînent des convulsions et des désordres mentaux rappelant les crises de *delirium tremens* chez les alcooliques. En même temps se manifestent les symptômes bien connus du saturnisme et du tellurisme.

Les fumigènes. L'action des fumigènes sur l'homme a été peu étudiée, mais il semble bien que l'action d'un brouillard fumigène, même s'il est créé par des substances en apparence inoffensives, peut donner lieu à des accidents graves chez des individus atteints de lésions pulmonaires (1).

LES SUITES DES ATTEINTES PAR LES GAZ

Les accidents causés par les gaz peuvent prendre fin avec la guérison de l'intoxication mais, en maintes circonstances, celle-ci laisse après elle des séquelles dont les malades peuvent souffrir pendant plusieurs mois et même plusieurs années (Dopter, Achard). Les ypérités de la guerre, notamment, paient aujourd'hui encore un lourd tribut à la maladie et à la mort.

Ces séquelles sont du côté pulmonaire ; la toux, la gêne respiratoire, les crises d'asthme, les bronchites, l'emphysème, les troubles laryngés et parfois la tuberculose ; du côté de l'appareil digestif : les dyspepsies gastro-intestinales, les entérites, les ulcères de l'estomac et de l'œsophage ; du côté du cœur : les palpitations, la dyspnée, l'instabilité cardiaque ; du côté du système nerveux : les vertiges, la céphalée, la dépression physique et psychique, l'émotivité exagérée, les troubles moteurs (parésies, paralysies diverses, myélites) dans le cas d'intoxication par l'oxyde de carbone ; enfin, du côté de la peau : les cicatrices déformantes des doigts et des articulations, le phimosis, les adhérences, les rétrécissements.

L'ACTION DES GAZ SUR LES ANIMAUX

Les effets des gaz sur les animaux sont à peu près les mêmes (la sensibilité mise à part) que sur les êtres humains.

Les gaz suffocants et les gaz vésicants sont dangereux pour le *cheval*.

(1) Dans cet exposé des effets de la guerre chimique, il n'est pas déplacé de parler des plaies faites par les obus incendiaires au phosphore. Ces plaies ont une gravité particulière car le phosphore désorganise les tissus et les rend favorables au développement de la gangrène gazeuse, du tétanos et de l'infection en général lorsqu'il ne produit pas par lui-même des phénomènes toxiques.

Les premiers, en effet, sont absorbés en quantités considérables par les animaux attelés ou montés qui ont à les traverser à vive allure. La mort immédiate par cedème du poumon peut en résulter. Lorsque la dose de gaz absorbée est faible, bien des animaux peuvent être guéris après un temps assez long.

Quant à l'action vésicante, elle se traduit chez le cheval par des lésions cutanées, surtout importantes aux points de contact avec le harnachement ; des lésions oculaires ; des lésions de l'appareil digestif causées par l'herbe, le foin ramassés dans les zones douteuses ; des lésions de l'appareil respiratoire.

Les chiens, les pigeons voyageurs sont également sensibles aux gaz.

Nous verrons bientôt comment il faut envisager la protection de ces serviteurs.

L'ACTION DES GAZ SUR LA VÉGÉTATION

Lorsque l'action des gaz est courte, il ne semble pas que la végétation en souffre beaucoup. La plupart des plantes résistent pendant une heure, parfois même deux heures, dans des atmosphères à $\frac{1}{2000}$ de chlore, de chloropicrine ou d'ypérite. Elles perdent leurs feuilles, mais de nouvelles apparaissent après un temps plus ou moins long, et les plantes finissent par reprendre leur végétation normale.

Il n'en est plus de même lorsque l'action des gaz est prolongée. Au cours de la guerre, les émissions de gaz asphyxiants et les émanations de gaz chlorés ou autres par les établissements travaillant pour la défense nationale ont eu pour les végétaux les conséquences les plus graves.

La mort des feuilles, puis de la plante se fait par plasmolyse, c'est-à-dire par une contraction du protoplasme cellulaire, plus ou moins rapide. Le phénomène n'est d'ailleurs pas particulier à l'intoxication par les gaz de combat et s'accomplit en présence des composés les plus variés de la chimie.

Les projectiles à gaz ne font pas, ou presque, *de ravages matériels*, car ils ne contiennent que très peu d'explosif. A ce point de vue, il faut surtout compter avec les projectiles explosifs et incendiaires.

CHAPITRE VI

LA PROTECTION

La protection contre les gaz est le problème le plus important de la guerre chimique. Etre bien ou mal protégé est une question de vie ou de mort pour l'individu.

Nous allons essayer de traiter le sujet aussi complètement que possible.

Deux sortes d'individus sont à protéger au cours d'une guerre chimique : les combattants et les habitants civils.

La protection des premiers a été en partie résolue pendant la grande guerre où elle fut seulement appliquée aux troupes de terre.

Aujourd'hui, il y a lieu d'envisager la protection des troupes de l'air et de la mer. Celle-ci se fera, sans doute, par adaptation des mesures déjà prises à l'égard des autres militaires. Disons qu'elle devra s'accompagner d'une mise au point générale de tous les dispositifs de protection actuellement utilisés. La science de la protection, en effet, acquiert presque chaque jour des données nouvelles qui, sans marcher de pair avec l'art de l'agression, la suivent néanmoins dans une certaine mesure.

Sous réserve de ces considérations, la protection des troupes est aujourd'hui organisée et la mise au point dont nous venons de parler serait rapide sans la question d'argent.

La protection des populations civiles est entièrement à faire (1). Le problème n'est pas insoluble, mais il est difficile

(1) Elle fut envisagée, pendant la guerre, pour les populations vivant à moins de 30 kilomètres du front et fut résolue, alors, avec les moyens de l'armée.

à résoudre en ce sens qu'il exige une organisation toute nouvelle qui doit être préparée longtemps à l'avance et qui entraînera nécessairement de très grosses dépenses. En principe, les enseignements qui résultent des expériences de protection effectuées dans l'armée sont applicables aux populations de l'intérieur...

On a souvent écrit qu'il était extrêmement simple de se protéger contre les gaz. Contentons-nous de répondre que cette idée dangereuse ne repose sur rien de précis. La protection contre les gaz est une question complexe faite actuellement d'une série de dispositions qu'il faut savoir appliquer d'une manière raisonnée et scientifique. Nous avons vu dans l'Introduction ce qu'il faut entendre par là.

Nous connaissons la nature des gaz de combat, leur mode d'emploi, leur action sur l'organisme. Il nous reste à donner quelques indications supplémentaires sur leur persistance et leurs aptitudes réactionnelles, pour avoir les bases essentielles de toute organisation de protection et de tout secours efficaces.

LA PERSISTANCE DES GAZ ET LEURS APTITUDES RÉACTIONNELLES

Nous avons vu que les gaz de combat se distinguaient en produits persistants et en produits fugaces et que, suivant ces effets, ils convenaient particulièrement à telle ou telle mesure de tactique militaire.

La persistance, avons-nous dit aussi, est liée à des aptitudes réactionnelles peu marquées. Autrement dit, les gaz persistants réagissent seulement avec un très petit nombre de corps.

Cette inertie chimique relative augmente leurs dangers dans des proportions notables. Leur persistance dans l'atmosphère, rend le terrain de chute impraticable, plus ou moins longtemps après l'éclatement des projectiles. Leur neutralisation et leur fixation chimiques sont rendues difficiles par suite de leurs exigences sélectives à l'égard des réactifs. Il en résulte qu'avec eux, toutes les mesures de protection se trouvent singulièrement compliquées.

L'aptitude des gaz à réagir avec l'eau, neutre ou rendue légèrement alcaline par la présence de carbonate de chaux (eau de source, par exemple), ou d'autres corps, leur aptitude

à s'hydrolyser, diraient les chimistes, en perdant leurs propriétés nocives est la mieux étudiée avec leur action sur les métaux (application pour le chargement des obus).

Avec l'eau, certains gaz réagissent aisément ou se dissolvent : le phosgène, par exemple, donne de l'acide chlorhydrique et de l'anhydride carbonique peu nocifs ; le chlore se dissout. Sur le terrain, de tels gaz disparaissent rapidement par temps humide. D'autres sont beaucoup plus persistants. L'ypérite, le chlorure de phénylcarbylamine, les bromures de benzyle et de xylyle, la chloropicrine, exigent pour cette hydrolyse des conditions de réaction, de température ou de temps dont la dernière seule est réalisable sur le champ de bataille. Le terrain atteint est impraticable pendant plusieurs heures ou même plusieurs jours.

QUELQUES PRINCIPES SUR LE FONCTIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

La défense contre les gaz comporte l'accomplissement de certains actes et le fonctionnement d'appareils divers.

Ces appareils emploient des substances variées agissant sur les gaz, mécaniquement, physiquement, chimiquement.

Mécaniquement, en s'opposant par une filtration convenable de l'air au passage des vapeurs ou des poussières (gaze ou coton hydrophile, papier poreux, tissus).

Physiquement, en déterminant leur fixation par le moyen d'un agent physique (dissolvant imprégnant une masse filtrante ; adsorption par le charbon de bois, le noir de fumée, le charbon activé (1), les gels inorganiques, la diatomite, la terre végétale, l'humus ; déshydratation par le chlorure de calcium ; électrisation des particules, etc.).

Chimiquement, en utilisant des réactifs appropriés, aptes à se combiner aux produits agressifs ou à les détruire en présence ou non de catalyseurs (2) (alcalis qui se combinent aux

(1) Ce charbon activé n'est autre qu'un charbon d'origine végétale auquel un traitement spécial a donné une structure capillaire extrêmement développée.

(2) Les catalyseurs sont des substances qui, en très petites quantités, agissent à la façon de ferments en provoquant ou favorisant les réactions chimiques.

gaz à caractère acide, hyposulfite et carbonate de soude contre le chlore, urotropine contre le phosgène et le chloroformiate de méthyle chloré, acétate ou carbonate basique de nickel contre l'acide cyanhydrique, chlorure de chaux contre l'ypérite et les arsines) ; ou en produisant de l'oxygène capable d'entretenir la respiration (emploi de peroxydes).

Dans la pratique, l'utilisation unique des moyens mécaniques et physiques est assez restreinte, du fait de la résistance notable opposée au passage de l'air par les surfaces filtrantes efficaces. Ils conviennent surtout pour la protection contre les produits à aptitudes réactionnelles faibles.

Les procédés de fixation ou de destruction chimiques sont les plus commodes à mettre en œuvre ; mais ils ne sont efficaces qu'autant qu'ils font intervenir des réactifs suffisamment énergiques pour fixer totalement et rapidement, ou bien détruire le produit agressif, ce qui n'est précisément pas le cas pour les produits à aptitudes réactionnelles faibles.

La protection contre les gaz combine ces trois sortes de procédés. On a l'habitude de la diviser en deux sections :

I. — *La protection individuelle* ou personnelle qui se propose la protection de chaque individu suivant deux buts : la protection des voies respiratoires et des yeux et la protection de la peau.

II. — *La protection collective* qui comprend les mesures propres à protéger les groupes contre les atteintes nocives, soit par la constitution d'abris dans lesquels les gaz ne pourront pénétrer ; soit par l'assainissement des surfaces, tranchées, abris, infectés ou envahis par les gaz.

I. — LA PROTECTION INDIVIDUELLE

a) Protection des voies respiratoires et des yeux

Cette protection est actuellement réalisée par trois types d'appareils :

Les appareils à respiration « d'air frais » ;

Les appareils filtrants ;

Les appareils isolants, avec respiration subséquente d'oxygène.

Le premier type de ces appareils, est couramment utilisé dans l'industrie chimique. Il consiste essentiellement en un masque imperméable, mis en relation par un tube flexible parfois très long (100 mètres dans certains appareils) avec une source d'air pur. Dans la guerre chimique, ce type présente peu d'intérêt.

Les appareils filtrants. — Au début de la guerre des gaz, en 1915, les appareils filtrants furent des moyens de fortune : un tampon imprégné d'un mélange d'hyposulfite de soude et de carbonate de soude protégeait contre le chlore. Lorsque les lacrymogènes apparurent, on adjoignit à ce premier matériel, des lunettes pour la protection des yeux. Puis, le tampon s'augmenta vite de diverses compresses imprégnées de réactifs neutralisants (ricinate de soude, sulfanilate de soude, urotropine, etc.), lorsque l'ennemi varia ses attaques par l'emploi de gaz nouveaux.

Après quelques études, on confectionna le *masque M2*, constitué d'une seule pièce, qui protégeait à la fois les yeux et les voies respiratoires et qui servait de support aux compresses dont nous venons de parler. Ce masque fut utilisé par les troupes combattantes jusqu'en février 1918, et par les troupes de l'arrière et la population civile des zones d'alerte jusqu'à l'armistice.

Un appareil plus perfectionné, le *masque A. R. S.* apparut en février 1918. Cet appareil comprend trois parties :

1° Le masque proprement dit, confectionné avec deux tissus différents superposés, imperméables aux gaz. L'un de ces tissus est caoutchouté, l'autre est enduit d'huile de lin ; ils font place, à la hauteur des yeux, à un loup en caoutchouc comportant des œillères dans lesquelles s'enchaînent des viseurs en cellophane.

2° Une embase composée de deux enceintes séparées, l'une pour l'inspiration, l'autre pour l'expiration, mises en liaison avec l'intérieur du masque ou avec l'atmosphère au moyen de soupapes en caoutchouc.

3° Une cartouche fixée sur l'embase et contenant des réactifs neutralisants disposés en quatre couches : la première composée d'oxyde de zinc, de carbonate de soude sec et de charbon de

bois pulvérisé, le tout aggloméré par de l'eau glycéricée ; la seconde, constituée par un charbon activé fortement absorbant ; la troisième, faite de gaze imprégnée d'urotropine ; la quatrième, faite de permanganate de potasse. Une bonnette, constituée par une gaine de molleton, permet en outre d'arrêter les fines poussières d'arsines.

Enfin, un quatrième type d'appareil fut employé pendant la guerre, mais dans une mesure plus restreinte : *l'appareil Tissot* (grand et petit modèles).



Appareil Tissot (1).

Cet appareil est constitué par un masque en caoutchouc ou en tissu, muni de viseurs, qu'un tuyau souple relie à un bidon filtrant porté sur le dos. Ce récipient contient du charbon absorbant et de la paille de fer imprégnée de chaux sodée, éventuellement aussi des nappes de coton contre les arsines.

Dans les deux derniers appareils (A. R. S. et Tissot), les viseurs sont balayés par l'air inspiré suivant des dispositifs différents : ils ne présentent jamais de buée.

Des appareils basés sur les mêmes principes furent construits chez les autres belligérants.

Les appareils filtrants modernes. — L'usage des appareils de guerre et les études faites depuis dix ans ont permis de formuler les qualités idéales d'un appareil filtrant. En voici l'énumération avec quelques commentaires (de Stackelberg) :

1. *Ne pas gêner la respiration*, même pendant le maximum d'effort physique que le porteur peut être amené à fournir. La gêne respiratoire est mesurée par la dépression qui s'établit à l'intérieur du masque, lors de l'inspiration. Plus la dépression est forte, plus la gêne respiratoire est grande (2).

(1) On trouvera les figures des masques M² et A. R. S., page 96.

(2) Pour mesurer cette dépression, il suffit de mettre l'intérieur du masque porté par un expérimentateur en rapport avec un manomètre différentiel à eau.

L'appareil doit pouvoir permettre le passage de 70 litres d'air purifié par minute. S'il ne le permet pas, il finira par tuer son homme car ce dernier, n'y trouvant pas assez d'air, l'arrachera et succombera ainsi sans aucune protection.

2. *Offrir une protection efficace et d'une longue durée* contre tous les gaz et matières de combat connus, à toutes les températures admises.

3. *Offrir à l'intérieur du masque un volume nuisible aussi réduit que possible.* Le masque ne peut pas être absolument plaqué sur le visage à cause de la diversité des formes de la figure humaine, il reste des espaces vidés. C'est ce qu'on appelle le volume nuisible.

Si cet espace est grand, la respiration est plus gênée, s'il est réduit le port de l'appareil est facilité. Voici pourquoi. Lorsqu'on respire sous un masque, on ne peut jamais inspirer de l'air tout à fait pur ; celui qui arrive par le filtre est inspiré en même temps qu'une partie de celui qui vient d'être expiré par le nez et qui reste dans l'intérieur du masque. Plus est fort le volume nuisible, plus grand est le volume de cet air vicié. Or cet air vicié, chargé d'humidité, finirait par exténuer l'homme dont le sang ne pourrait plus être suffisamment purifié.

4. *Etre durable*, supporter le magasinage pendant un grand nombre d'années. Précisons. L'étoffe du masque et le matériel des soupapes et du tube respiratoire *ne doivent pas* être sensibles à l'influence de la sécheresse, à la chaleur et au froid, se fendre, ni se casser après un magasinage prolongé, être en matières poreuses ; enfin, être attaqué par les substances vésicantes liquides.

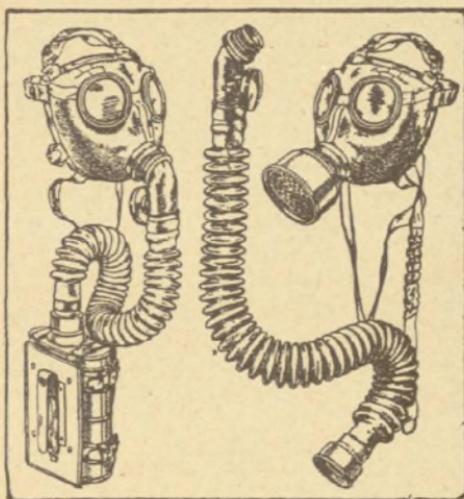
Ils *doivent*, par contre, posséder les qualités suivantes : supporter une concentration moyenne des substances vésicantes vaporisées pendant un nombre d'heures suffisant (20 heures), et à la température la plus favorable aux émanations vésicantes (25° C.) ; être facilement réparables, une fois déchirés.

5. *Permettre de supporter les fortes concentrations* des gaz ou des brouillards nuisibles.

Les masques modernes essaient de réaliser quelques-unes de ces conditions essentielles.

A l'égard de la première, il y a peu de progrès. La résistance

à la respiration est, en effet, inséparable de tout appareil filtrant. Elle est surtout sensible pendant les travaux pénibles car elle s'accroît avec la vitesse de respiration et s'oppose d'ailleurs par là, dans une large mesure, à un défaut dangereux d'épuration de l'air. Notons qu'il y a un moyen de rendre cette respiration plus facile ; c'est augmenter le diamètre du tambour filtrant. Cette modification est faite dans les masques anglais et allemands où le tambour est porté sur la poitrine, mais un tel dispositif a l'inconvénient d'être embarrassant.



Deux appareils filtrants modernes
(contre l'oxyde de carbone et les autres gaz).
Cliché de la Compagnie Auer.

Des expériences sérieuses, faites peu après la guerre, ont montré que pour des travaux fatigants, il est possible à 60 % d'un effectif de tenir pendant vingt-huit heures sous le masque A. R. S. La gêne respiratoire de cet appareil qui fut le plus attaqué est donc relative.

Pour réaliser la seconde condition, on tend à employer de plus en plus, dans les appareils filtrants, des charbons extrê-

mement actifs. L'efficacité de ces charbons est d'ailleurs mesurable au moyen d'une formule compliquée qui utilise les facteurs suivants : concentration en gaz toxique, grosseur des grains de charbon, vitesse du courant gazeux, volume total et section du filtre, épaisseur de la couche inactive de charbon, coefficient de diffusion du gaz toxique dans l'air.

On tend aussi à utiliser des masses de neutralisation à activité catalytique ou bien des réactifs spéciaux, propres à la destruction de l'oxyde de carbone, contre lequel les masques anciens ne protègent pas. L'appareil allemand Auer-Degea n° 747 et l'appareil américain à hopcalite sont des exemples d'appareils à activité catalytique ; l'appareil D. Z. contre l'oxyde de carbone, utilise un réactif à base d'anhydride iodique et de potasse.

Les procédés catalytiques présentent beaucoup d'intérêt. Ils ont cependant un inconvénient qui tient à leur principe même. L'action des catalyseurs peut être anihilée par certains gaz qui agissent sur eux à la façon de véritables poisons et dès lors l'appareil ne peut plus fonctionner.

Pour diminuer le volume nuisible, deux fabricants importants, Draeger et Pirelli, ont imaginé une disposition qui consiste en un étui supplémentaire aménagé dans l'intérieur du masque et ayant pour but de séparer le nez de la bouche afin de réduire le mélange de l'air filtré arrivant vers la bouche et de l'air vicié arrivant du nez. Ce dispositif intérieur réduit l'espace nuisible à 65 centimètres cubes, au lieu de 500 centimètres cubes des masques simples.

La durée du masque dépend des matières premières employées à sa construction. Le masque en tissu caoutchouté a deux inconvénients graves : il se casse après une conservation plus ou moins prolongée et se déchire facilement sans possibilité de réparation efficace.

Le cuir, et surtout, le caoutchouc vulcanisé suivant les procédés les plus modernes et traité par des produits antioxygènes qui empêchent les effets du vieillissement, assurent une étanchéité parfaite. Le masque en caoutchouc possède cependant deux inconvénients ; son port est désagréable et le châssis est peu résistant.

Le cellon, sorte d'acétocellulose transparente, a aussi été

proposé (D^r Buchser). Son emploi dans tout le corps du masque, donne à celui-ci une esthétique que ne possèdent pas les masques en tissus, en cuir ou en caoutchouc. Ces derniers ont un aspect lugubre qui inspire l'effroi. De tels appareils, dit l'auteur, agissent sur le moral de leurs porteurs qui se trouvent isolés en face de leurs semblables. Le masque transparent possède un grand champ de vision, ce qui est une grande qualité ; il ne donne pas l'impression d'emprisonnement et, peut-être aussi, d'insécurité du masque opaque. « Porteur d'un masque transparent le soldat peut dans les instants critiques porter ses regards sur

son voisin et reprendre courage. » La même observation s'applique, évidemment, à l'égard des populations civiles.

Ces masques, dont nous donnons des photographies, sont vendus actuellement par la firme Stolzenberg de Hambourg. D'après leur promoteur, leur durée de conservation est très grande et leur fabrication en grand très simple. Ils sont faciles à ajuster et à enlever. Leur espace nuisible est faible. De plus ils sont légers (l'appareil pèse 150 grammes environ). Enfin leur entretien est aisé ; ils peuvent être nettoyés à l'eau courante, au besoin même



Le masque allemand
à la fin de la Guerre

avec un chiffon humide.

La condition relative aux fortes concentrations, soulève la question de *l'efficacité des appareils filtrants*.

En effet, cette efficacité varie très rapidement avec la concentration de l'atmosphère toxique et, par conséquent, aussi avec sa teneur en oxygène. *Il faut savoir*, et cela pour éviter tout malentendu sur l'efficacité des appareils filtrants, *que leur emploi n'est possible, que dans la mesure où l'atmosphère empoisonnée contient suffisamment d'oxygène pour entretenir*

la respiration (1) (au moins 15 %). Au-dessous de cette teneur, l'appareil filtrant, fût-il idéal, son emploi n'aura aucune efficacité, et il faudra lui substituer un appareil à oxygène.

En pratique, les appareils filtrants fonctionnent à l'égard de gaz fortement dilués, conditions généralement réalisées dans l'atmosphère des champs de bataille pendant la dernière guerre (moins de 1/1000).



Le masque proposé aux populations allemandes.

Voici des indications sur l'efficacité de quelques-uns des appareils précités à l'égard du phosgène et de l'oxyde de carbone.

L'appareil M2, contre le phosgène, à la concentration de 1/5000, protège pendant 5 heures.

L'appareil A. R. S. contre le phosgène, à la même concentration, protège pendant 12 heures environ. La protection conférée par les tissus de l'appareil est toujours supérieure à celle de la cartouche filtrante (Vautrin).

L'appareil Tissot, contre le phosgène, à la même concentration, protège pendant 50 à 60 heures.

Aucun de ces appareils, rappelons-le, ne protège contre l'oxyde de carbone.

(1) Dans une pareille atmosphère, la flamme d'une bougie ne doit pas s'éteindre.

L'appareil D. Z. contre l'oxyde de carbone, à la concentration de 1/100 protège pendant 8 heures et 40 minutes seulement si cette concentration est double.

L'appareil Auer-Degea, contre l'oxyde de carbone, à la concentration de 6/100, protège pendant 15 heures.

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'un masque, quelqu'il soit, a par lui-même un rôle extrêmement important : en bloquant simplement les voies respiratoires, il ferme la route à beaucoup de substances dangereuses. Ceci explique pourquoi les masques nouveaux ne condamnent pas leurs prédécesseurs d'une façon absolue. Sans doute, devons-nous les préférer à ceux-ci parce qu'à une même concentration en gaz, ils permettent un séjour plus long dans l'atmosphère nocive ; mais à l'égard des concentrations élevées, tous ces appareils se ressemblent : ils sont inefficaces, du fait même de leur principe. De plus, l'appareil filtrant n'a de valeur qu'à l'égard des gaz déjà connus. Il reste à la merci d'un corps nouveau qui le traverserait.

Au cours des dernières années, on a beaucoup attaqué ces appareils. Et cependant, en 1929, le D^r Hanslian, qui a poursuivi une vaste enquête près des chimistes et des industriels spécialisés en cette matière, a préconisé le masque filtrant à châssis... Pourquoi ? Parce que les appareils isolants chimiques dont nous allons parler ne sont pas encore assez perfectionnés, ou plus exactement assez commodes, « pour qu'on puisse en recommander dès maintenant l'emploi ».

D'autre part, une remarque est nécessaire. Quand il s'agit d'équiper avec un appareil de protection déterminé, plusieurs millions d'hommes ou des populations civiles plus nombreuses encore, les questions de la simplicité de fabrication et du prix jouent un rôle notable. Un appareil compliqué ne pourra pas être construit facilement en grande série, de plus, il sera d'un prix très élevé.

Les appareils filtrants, assez simples, peuvent être construits rapidement, mais la nécessité de n'employer dans leur construction que des matières premières choisies les rend cependant coûteux (1).

(1) Pour les appareils les plus récents, ce prix varie entre 150 et 300 francs.

Les appareils isolants. — Comme leur nom l'indique, les appareils isolants permettent de respirer dans un milieu complètement isolé du milieu extérieur, et par conséquent, de résister à des atmosphères toxiques concentrées avec une certaine indépendance.

En assurant une grande sécurité, ce genre d'appareils donne une confiance exceptionnelle. « Sa mise au point définitive annihilerait sans nul doute les perspectives de la guerre chimique, a écrit le D^r Hanslian. L'on verrait disparaître en même temps la crainte de voir se perfectionner constamment les gaz de combat et les substances fumigènes et l'efficacité du masque de protection n'entrerait même plus en ligne de compte. » Depuis 1929, époque du rapport de cet expert, de grands progrès ont été réalisés.

La protection par les appareils isolants utilise la production d'air respirable au moyen d'oxygène comprimé, ou mieux, de composés dégageant de l'oxygène (oxyllithe par exemple), avec fixation simultanée du gaz carbonique expiré.

C'est sur ce principe que sont construits les appareils Draeger et Fenzy, utilisés pendant la guerre.

Ces appareils ne comportent pas de masque, la protection des yeux est assurée par le port de lunettes enduites d'un produit anti-buée (savon à la glycérine, par exemple). De plus, la respiration nasale est supprimée au moyen d'un pince narines. Enfin, ces appareils récupèrent l'oxygène contenu dans l'air expiré, par fixation du gaz carbonique formé sur de la soude.

L'appareil Draeger comprend essentiellement un tube en acier contenant de l'oxygène comprimé à 150 kilogrammes,

Le masque A. R. S. en 1931 coûte 145 francs, et la cartouche seule, 60 francs. En temps de paix, ces masques sont fabriqués par des firmes spécialisées pour la protection de travail industriel.



Appareil Draeger.

avec un robinet détenteur, un sac caoutchouté où l'oxygène se met à la pression atmosphérique, une boîte contenant de la soude, enfin un tube de caoutchouc, terminé par l'embout buccal. L'appareil fonctionne de la manière suivante. On ouvre le robinet, le sac se gonfle d'oxygène ; on referme le robinet et on débouche l'embout qu'on introduit dans la bouche. A l'expiration, l'air est renvoyé dans le réservoir en passant par la boîte de soude qui fixe le gaz carbonique. L'oxygène non absorbé par le sang est ainsi remis en circulation.

L'appareil Fenzy, plus pratique, fait appel à l'oxygène comprimé et à l'oxylythe dont le rôle est de dégager de l'oxygène sans l'action de la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré. Deux soupapes : l'une pour l'inspiration, l'autre pour l'expiration facilitent le fonctionnement.



Appareil Fenzy.

Récemment, M. Marcille a présenté à l'Académie des Sciences un appareil dont le principe est celui-ci. On respire dans une cloche close. L'air expiré est brassé dans une solution sodique qui lui enlève son gaz carbonique. Le volume d'air diminue alors et est remplacé par l'oxygène pur, fourni par une petite bonbonne d'un demi-litre contenant ce gaz sous pression. L'intérêt de ce dispositif est d'être simple.

Tous ces appareils assurent une sécurité absolue, mais ils présentent quelques inconvénients.

Tout d'abord leur emploi doit s'inspirer des considérations physiologiques relatives à la respiration en milieux suroxygénés. On sait que l'air est approximativement composé de 79 % d'azote et de 21 % d'oxygène, proportions qui conviennent au fonctionnement normal de nos organes. Lorsque cette teneur en oxygène augmente, les troubles apparaissent. Ils sont causés par une oxydation trop intense des déchets de l'organisme, à l'élimination desquels les modes normaux ne suffisent plus. Il en résulte une intoxication progressive des organes qui peut conduire à l'asphyxie, lorsque la respiration a utilisé

les mélanges contenant 40 à 50 % d'oxygène. En pratique, il n'y a aucun inconvénient à respirer pendant une heure ou deux dans un milieu contenant 25 % de ce gaz.

Ces considérations introduisent la nécessité d'un certain dosage dans les appareils à oxygène, et d'une certaine aptitude physique pour les supporter (organes circulatoires et respiratoires en bon état).

Ces appareils causent, en outre, une certaine gêne respiratoire, par suite de la suppression de la respiration nasale.

La présence de l'embout sur la bouche crée un état nauséux pénible pour certains sujets.

Leur port provoque une salivation abondante et met dans l'impossibilité de parler et de commander.

Ces appareils, de construction délicate, sont volumineux, lourds (1) et coûteux.

Enfin, la durée de protection qu'ils confèrent, est relativement courte (trois heures) avec les appareils maniables.

Ces divers inconvénients ont amené, en 1931, la construction d'appareils perfectionnés dans lesquels la respiration nasale est rétablie et la durée de protection, prolongée.

Ces appareils sont de deux types.

Les uns combinent le système filtrant et le système isolant. En position normale, l'appareil permet de respirer en circuit ouvert (système filtrant) et la manœuvre d'un petit levier permet ultérieurement la marche en circuit fermé (système isolant).

Les autres appliquent une idée qui n'est pas nouvelle, mais dont la réalisation pratique était difficile ; l'utilisation du gaz carbonique, concurremment avec la vapeur d'eau, pour régénérer l'air par décomposition du peroxyde de sodium.



L'appareil Degea-Audos.

(1) Leur poids est d'une dizaine de kilogrammes, au minimum.

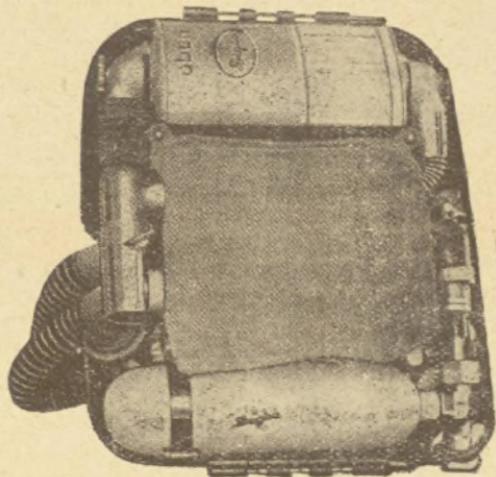
Une seconde difficulté consistait à assurer, par ce dispositif, une alimentation oxygénée suffisante pour subvenir aux besoins de l'organisme au repos et pendant le travail.

La Compagnie Auer, notamment, a résolu ces difficultés.

L'air vicié arrive dans une cartouche où s'opèrent les réactions. Il en repart régénéré, aux organes respiratoires, après son passage dans une poche où il se met en équilibre avec la pression atmosphérique. Une bouteille d'oxygène de secours permet de parer au mauvais fonctionnement de la cartouche ou à son insuffisance en cas de respiration accélérée. Cet appareil est l'instrument idéal de protection, mais son fonctionnement est délicat.

b) La protection de la peau

Ce problème s'est présenté au cours de la guerre mondiale, lors de l'apparition de l'ypérite dans les munitions chimiques.



L'appareil isoiant le plus moderne. Le Degea-Audos M. R. 1. Modèle 1931
(d'après la revue : *Die Gasmasken*).

Tandis que les autres gaz ne traversent les tissus qu'assez lentement, l'ypérite pénètre les vêtements les plus épais, même les chaussures.

Actuellement, la protection contre ce vésicant n'est pas encore réalisée d'une façon pratique.

Partant de l'observation que la toile cirée, seule, résiste à l'ypérite, on a fabriqué des vêtements imperméables en toile imprégnée d'huile de lin ou d'huile d'antracène.



Manteau de protection contre l'ypérite (d'après *Revue d'Artillerie*, 1930).

Ces effets spéciaux dont la coupe est due au sergent Tambuté comprennent : un bourgeron, une salopette allant de la ceinture jusqu'au-dessus des genoux, des moufles et des bottes de tranchées.

Le port de ces effets est pénible, car il arrête la transpiration et l'on peut craindre, dans ces conditions, qu'en cas de grande

chaleur et de forte dépense physique, le soldat enfermé dans son vêtement ne soit frappé de congestion ou ne s'affaiblisse si vite qu'il ne puisse plus combattre.

La durée de protection de ces effets spéciaux est de 24 à 48 heures au contact des *vapeurs* d'ypérite, et, de quelques heures seulement, au contact de l'ypérite *liquide*.

Pour remplacer ces vêtements huilés, on a proposé récemment, en Allemagne, des manteaux en toile caoutchoutée, en forme de tente, sans manches et avec viseurs, qui ne servent qu'une fois et sont détruits après leur contamination.

Signalons aussi que des études sont actuellement conduites en Amérique, pour imprégner les vêtements ordinaires de produits chimiques neutralisants contre l'ypérite et les autres gaz connus.

Dans un autre ordre d'idées, le professeur Desgrez, pendant la guerre, a réalisé la protection de la peau contre l'ypérite par l'emploi d'une pommade préventive au chlorure de chaux.

II. — LA PROTECTION COLLECTIVE

L'étude de cette protection comprend deux sortes de questions :

- 1° L'établissement des abris contre les gaz.
- 2° L'assainissement des surfaces, tranchées et abris infectés.

Les abris contre les gaz

Il faut distinguer les abris militaires ou de campagne et les abris civils.

a) Les abris militaires ou de campagne

Dès les premières attaques chimiques, on a songé à créer des abris étanches aux gaz, où les hommes pouvaient demeurer sans masques, pendant un temps plus ou moins long, soit à

cause de fonctions importantes (postes de secours, postes de commandement, postes téléphoniques, observatoires, etc.), soit pour le repos ou le repas, soit encore pour leur permettre de mettre le masque à temps.

Les abris de campagne sont généralement souterrains, pour offrir à la fois une protection contre les projectiles toxiques et les projectiles explosifs.

Leur capacité doit permettre d'assurer à chaque homme un espace cubique d'au moins deux mètres cubes.

L'étanchéité des abris. La première condition à réaliser dans un abri est une étanchéité aussi parfaite que possible (1).

Cette étanchéité dépend de la perméabilité du terrain. Tandis que l'argile compacte et le sable gras sont peu perméables aux gaz, les terres rapportées et ameublées, les terrains calcaires et crayeux, les terres bouleversées par le bombardement sont généralement perméables.

Le choix du terrain n'étant pas toujours permis, on bouche les fissures, et, si c'est possible, on coffre en interposant une couche de terre entre les planches et les parois.

Les grands abris (abris de bataillon) sont compartimentés par des barrages étanches avec les toiles huilées, pour éviter la propagation du gaz à toute l'étendue de l'abri, au cas où il pénétrerait.

Le nombre des ouvertures destinées à l'aération et au chauffage doit être réduit au strict minimum. Celles-ci doivent pouvoir être obturées au moment d'une attaque.

Les ouvertures réservées au personnel sont pourvues de châssis sur chacun desquels un rideau store Périnel, en toile imprégnée d'un mélange d'huile de paraffine et d'huile de lin, vient s'appliquer hermétiquement par un dispositif simple. Les ouvertures qui doivent rester en service sont pourvues de deux rideaux séparés par un intervalle de 2 mètres environ (3 mètres pour les postes de secours). Cet intervalle, appelé sas, permet le passage sans soulever en même temps les deux rideaux. Ceux-ci

(1) Dans le cas particulier des abris à mitrailleuses où l'appareil moteur dégage de l'oxyde de carbone, cette étanchéité peut être dangereuse parce qu'on favorise l'intoxication par ce gaz. Il semble meilleur d'assurer l'aération de l'abri et de recourir aux ressources de la protection individuelle et à l'usage des pulvérisations, ainsi que nous le verrons bientôt.

sont lestés à la partie inférieure qui repose sur le sol. Leurs toiles sont maintenues mouillées.

L'emploi des solutions neutralisantes. — Comme l'étanchéité complète de l'abri ne peut pas toujours être obtenue, il faut prévoir l'assainissement de l'atmosphère qui aura pu recevoir une petite quantité de gaz.

Cet assainissement se fait au moyen d'un pulvérisateur Vermorel analogue à celui des vigneron. Chacun connaît cet appareil. C'est un réservoir d'une quinzaine de litres au-dessous duquel on trouve une pompe actionnée par un levier. Le liquide est projeté à travers un embout spécial qui le pulvérise (1). L'assainissement consiste à pulvériser dans l'abri et sur les stores un réactif neutralisant.

Ce réactif peut être :

1° Une solution de carbonate de soude à 12 % qui neutralise le chlore et le phosgène mélangés ;

2° Un mélange de solutions de carbonate de soude et d'hypo-sulfite de soude (2), contre le chlore à la concentration de 2/1000.

3° Un mélange d'hypobromite de soude et de carbonate de soude (3) contre le phosgène et les formiates de méthyle chloré et surchloré, l'acroléine et la bromacétone ;

4° Une solution alcaline de foie de soufre (4) contre la chloropicrine, le chlorure de cyanogène, les iodure, bromure et chlorure de benzyle. Cette solution est efficace à peu près contre tous les gaz, sauf l'ypérite et les arsines.

5° Contre celles-ci on utilisera une bouillie très épaisse de chlorure de chaux (5).

(1) Cet appareil doit être manié avec soin sous peine d'une usure rapide. Après chaque emploi il doit être lavé à grande eau ; il ne doit pas être utilisé avec le chlorure de chaux.

(2) Formule : hyposulfite de soude, 220 grammes ; carbonate Solvay, 175 grammes ou cristallisé, 475 grammes ; eau, 1.000 grammes.

(3) Formule : brome, 40 cm³ ; lessive de soude, 400 cm³ ; carbonate, 750 grammes pour 12 litres.

(4) Formule : foie de soufre sodique (contenant 18 % de soufre actif, 4,74 % d'hypo-sulfite anhydre, 17 % de sulfate de soude anhydre), 240 grammes. Lessive des savonniers, 140 cm³ ; eau suffisante pour faire 1.000 cm³ ; cette solution attaque la peau et les muqueuses ; elle doit être manipulée avec précaution.

Ces formules ont été données par MM. Desgrez, Guillemard et Savès.

(5) L'activité du chlorure de chaux dépend de sa teneur en chlore actif. Ce produit n'est pas stable. Un hypochlorite qui initialement contient 35 % de chlore actif

L'aération des abris. — Lorsque l'abri doit être occupé dans certaines conditions de densité et de durée, il est indispensable de régénérer l'air par filtration de l'air extérieur ou bien par un apport d'oxygène, avec fixation subséquente du gaz carbonique, de l'eau et des toxiques divers de la respiration.

L'adulte dégage en moyenne de 20 à 22 litres de gaz carbonique par heure, et, pendant le même temps, la consommation d'oxygène est d'environ 25 litres.

L'expérience prouve que l'absorption du gaz carbonique produit n'est pas nécessaire tant que la concentration dans l'air ne dépasse pas 1,5 % et que, d'autre part, la nécessité de l'oxygène ne s'impose pas tant que la proportion normale en volume de 21 0/0 reste supérieure à 17 % (1) (Bruère).

Ces données permettent de déterminer au moyen d'une formule simple, le temps (*T*) exprimé en heures, pendant lequel un nombre de personnes (*P*) peut séjourner dans un local dont le volume d'air est *V* (exprimé en mètres cubes), sans dépasser la limite de 1,5 % de gaz carbonique, et par conséquent, sans qu'il soit nécessaire d'absorber ce gaz.

$$T = \frac{V}{P} \times \frac{3}{4}$$

A titre d'exemple, une cave abri bien close de 400 mètres cubes devant recevoir 120 personnes permettra un séjour, sans régénération d'air et sans absorption de gaz carbonique, qui pourra se prolonger pendant :

$$\frac{400}{120} \times \frac{3}{4} = 2 \text{ heures et demie (Bruère).}$$

Au delà, l'atmosphère devrait être débarrassée des produits de la respiration par une quantité de soude caustique équivalant à 140 grammes par heure et par homme.

peut perdre en peu de temps 10 à 15 % de celui-ci. A cet égard, le chlorure de chaux de qualité supérieure préparé avec la chaux technique se montre supérieur en stabilité au chlorure ordinaire, surtout en été. Le transport et la conservation du chlorure de chaux doivent avoir lieu dans des récipients hermétiques.

(1) Deux tests de contrôle sont à retenir : 1° il est possible d'enflammer une allumette suédoise tant que la proportion d'oxygène dans l'air reste supérieur à 17,5 % ; 2° une bougie allumée s'éteint dès que l'oxygène tombe à 16,2 %.

Le calcul montre, de plus, que le *temps qui s'écoule pour atteindre la limite de 17 %, au-dessous de laquelle la distribution d'air ou d'oxygène s'impose, est environ le double de celui à partir duquel il faut éliminer les déchets de la respiration.*

La formule est celle-ci : Temps au bout duquel l'oxygène disponible jusqu'à la limite de 17 % aura été consommé :

$$T' = \frac{V}{P} \times 1,6.$$

L'exemple précédent donne $T' = \frac{400}{120} \times 1,6 = 5 \text{ heures } 20'$.

En somme, dans le cas d'un abri de 400 mètres cubes pour 120 personnes, il faudra fixer les déchets de la respiration après un séjour de 2 heures et demie et opérer la régénération de l'air par apport d'air extérieur, filtré ou d'oxygène, produit chimiquement ou contenu dans les bouteilles, après 5 heures 20', seulement. Dans ces prévisions, il n'est pas tenu compte du chauffage ni de l'éclairage qui, sauf les dispositifs électriques, consomment une quantité d'air considérable. La flamme d'une bougie par exemple, consomme près de 500 litres d'air par heure et la combustion de un kilogramme de charbon maigre peut fournir près de 1.250 litres de gaz carbonique.

La quantité d'oxygène à introduire dans l'abri, est de 30 litres par homme et par heure (1).

L'introduction de l'air extérieur dans un abri est délicate à réaliser. En principe, l'air est aspiré par un ventilateur actionné à bras ou électriquement dans un filtre qui absorbe ou neutralise les gaz nocifs.

Le fonctionnement de ce ventilateur crée dans l'abri une légère surpression qui empêche les gaz de s'introduire par les fissures du terrain et de la porte. Dans les abris profonds cette surpression doit être proportionnelle à la profondeur de l'abri (C^{et} Poudroux). La prise d'air est constituée par une che-

(1) Une bouteille d'oxygène comprimé peut contenir jusqu'à 7 m³ de gaz. Lorsqu'on emploie l'oxylithe, la dose de ce produit chimique à décomposer doit être de 50 grammes par occupant et par quart d'heure (a). Le dégagement est réalisé par un traitement ménagé à l'eau dans des appareils dont le principe est calqué sur celui des lampes portatives à acétylène.

(a) Il faut 5 litres d'eau pour décomposer 1.500 grammes d'oxylithe.

minée verticale ou inclinée suivant les commodités, dont l'adhérence au terrain doit être suffisante pour éviter les fuites. Il y a intérêt à faire déboucher cette cheminée extérieurement, en un point élevé, où la teneur en gaz est généralement plus faible.

Le *filtre* peut consister en une couche de terre végétale, riche en matières organiques et tamisée, qui a un pouvoir de fixation notable vis-à-vis du chlore, du phosgène ou du bromure de benzyle. Il est établi à l'intérieur ou à l'extérieur de l'abri avec des précautions indiquées dans les manuels militaires.

Le filtre peut aussi consister en une caisse (caisse Leclercq) contenant des réactifs appropriés. L'air vicié circule à travers des compartiments, séparés par des cloisons en chicanes, et contenant, les uns de la fibre de bois imprégnée d'huile d'antracène (contre l'ypérite), d'autres de la fibre de bois imprégnée de carbonate de soude, enfin, deux épaisseurs de coton cardé, une couche de charbon de bois imprégné, et une couche de terreau. On arrive ainsi à arrêter la plupart des gaz, sauf l'oxyde de carbone. Une caisse de ce genre suffit pour un abri de 100 mètres cubes de capacité.

La protection par les abris filtres de campagne est évidemment soumise aux mêmes aléas que les appareils filtrants individuels. Elle est inefficace si l'air prélevé contient moins de 15 % d'oxygène ; d'autre part, elle est à la merci d'un gaz nouveau non absorbable par le filtre.

Organisation intérieure des abris de campagne. — L'organisation est nécessaire pour que l'abri assure un maximum d'efficacité.

C'est au Commandement qu'il appartient de déterminer les abris à organiser, en commençant par les plus importants.

La surveillance de la construction de l'abri doit être faite par un homme spécialisé.

Pendant une attaque toxique, il faut obturer toutes les ouvertures, supprimer le chauffage et réduire l'éclairage le plus possible, à cause de la consommation d'oxygène de ces dispositifs (1).

Les ouvertures réservées au personnel doivent être particulièrement surveillées. Les moins importantes sont interdites et

(1) En outre, les feux créent un appel d'air qui peut être dangereux.

obturées hermétiquement de l'intérieur, de façon à toujours permettre une évacuation rapide de l'abri. Les autres sont commandées à l'extérieur (Instruction du Ministère de la Guerre, 1929).

Le service doit être organisé de manière à éviter toute entrée ou sortie inutile. Un planton, qui se tient dans le sas, veille à ce que les rideaux ne soient pas ouverts simultanément, à ce qu'ils ne livrent passage à plus d'un homme à la fois, à ce qu'ils soient manœuvrés correctement. Ce planton est également chargé d'assainir l'atmosphère du sas et de l'abri, au moyen du pulvérisateur.

Pour éviter tout apport d'ypérite dans l'abri, avant de pénétrer dans le sas, les vêtements spéciaux sont enlevés et les semelles noyées dans du chlorure de chaux. A cet effet, une caisse de ce produit est placée dans le sas, au début de l'attaque toxique.

Tous les moyens de protection collective (pulvérisateurs et solutions neutralisantes, bouteilles d'oxygène, oxylythe en pains) et individuelle (masques, effets spéciaux) doivent être disposés dans l'abri, et constamment prêts à fonctionner en cas de défaillance des filtres.

Enfin, tout abri de campagne peut posséder un matériel sanitaire simple et quelques instructions claires pour donner des soins immédiats aux gazés.

Organisation des abris dans la Marine. — Cette organisation comprend la création de locaux à l'épreuve des gaz, munis d'un système de ventilation spécial apte à fonctionner quoiqu'il arrive à l'organisation générale de ventilation.

Cet agencement est déjà amorcé par le cloisonnement des navires de guerre en nombreux compartiments étanches. Il suffit de le compléter par l'adjonction de cloisons filtrantes arrêtant les gaz nocifs.

Dans les navires, un seul point offre une protection difficile : les locaux contenant les machines.

Le matériel de protection collective et de protection individuelle doit être prévu ici comme dans les abris de campagne, de manière à parer aux défaillances des autres dispositifs.

b) Les abris civils

Problèmes posés par la protection des populations civiles. — *A priori*, la protection des populations civiles contre les gaz ne doit pas présenter plus de difficultés que la protection militaire et les procédés de protection individuelle ou collective doivent être pareillement applicables.

Le problème est différent lorsqu'on envisage les exigences financières et matérielles d'un tel équipement.

Examinons tout d'abord la protection individuelle. Une première question se pose. Faut-il protéger tous les habitants d'un pays ?

Il est évident que tous les points d'un territoire ne sont pas également menacés d'attaques aérochimiques. Les zones plus proches des frontières ou des côtes sont plus menacées que les zones centrales. En outre, à l'intérieur d'une même zone, il y a des lieux particulièrement menacés, parce qu'ils représentent des centres industriels, commerciaux, politiques, militaires, etc... ; des lieux susceptibles d'être menacés à cause de la présence d'usines travaillant pour la défense nationale, enfin les campagnes et les petites localités où les risques sont presque nuls.

Dans les pays européens, on estime à peu près à 20 % de la population totale, celle qui occupe les lieux particulièrement menacés (Hanslian). En prenant l'exemple de la France il faudrait donc envisager la protection individuelle d'environ huit millions d'habitants. Peut-on supposer que les habitants du reste du pays accepteraient la mesure, qu'ils n'argueront pas qu'ils peuvent être mis, eux aussi, gravement en danger par les raids aériens et les gaz, à cause de la proximité d'industries plus ou moins importantes ? C'est une autre question.

En supposant que le prix minimum du masque filtrant puisse être fixé à 100 francs, le seul achat des masques représenterait une somme de 800 millions de francs. Or, il faut prévoir des réserves, des pièces détachées, la confection d'effets spéciaux pour une forte proportion de ces populations qui auraient un rôle actif à jouer, étant donnée leur situation dans les centres vitaux du pays. Si l'on envisage, de plus, l'organisation générale des secours aux gazés, des secours contre l'incendie et l'explosion, de la dé-

sintoxication des voies de communication, etc., il faut au moins tripler le chiffre de 800 millions.

Si l'on examine à présent la partie matérielle du problème et notamment la construction des masques, que constatons-nous ?

Ces masques, pendant la grande guerre, étaient fabriqués à la cadence approximative de 40.000 par jour. Même en doublant cette production et en supposant que nous disposerons de toutes les matières premières nécessaires, l'équipement des habitants demanderait au moins trois mois.

Il faut, en outre, prévoir les difficultés d'organisation de cette protection, notamment lors de l'ajustement et de la distribution des appareils, des essais et des exercices.

Nous verrons en effet que la pose du masque réclame une éducation spéciale, sommaire sans doute, mais qui doit être faite par des spécialistes.

M. W. Nestler, ancien officier chargé de la protection des troupes allemandes, pendant la guerre mondiale, admet qu'un spécialiste peut ajuster le masque à gaz à trois cents personnes de la population civile par jour. Si nous admettons que les Municipalités pourront disposer de deux mille spécialistes, cette simple démonstration de l'ajustement du masque demandera plus de dix jours de travail. Nous ne parlons évidemment pas de la surveillance ininterrompue qu'il faudra assurer, des renseignements à fournir, des exercices à diriger, toutes choses qui exigeront un personnel nombreux.

La question de la protection individuelle des populations civiles est, on le voit, assez délicate, et ne peut pas être résolue instantanément au début des hostilités.

Actuellement, c'est la protection collective qui attire l'attention des organismes nationaux et internationaux chargés d'organiser la protection de ces populations.

A vrai dire, les dépenses à prévoir pour cette protection sont très élevées aussi. Le D^r Ruth, en 1929, a évalué que pour une ville d'un million d'habitants, il fallait prévoir 2.000 abris. Chaque abri coûterait environ 30.000 dollars, soit pour l'ensemble 60 millions de dollars, auxquels il convient d'ajouter, pour les voies de communication, issues de secours, éclairage, énergie motrice, 20 millions de dollars ; pour la protection personnelle des occupants d'immeubles d'administration, grands établissements

et usines, centrales électriques, centrales d'approvisionnement d'eau, 40 millions de dollars ; pour la protection des maisons d'habitation contre les bombes incendiaires, 36 millions de dollars, pour l'installation des cheminées d'air frais et des installations de surpression, 5 millions de dollars, soit au total 161 millions de dollars ou 160 dollars par habitant.

Un autre expert, le Colonel Romani est arrivé à des conclusions analogues. Ces chiffres font réfléchir...

La Croix Rouge belge a résolu une partie de la question en partageant les populations à protéger en deux parties, la population passive : femmes, enfants, vieillards, malades, à évacuer hors des centres, dès le début des hostilités ; la population active qui, restant à son poste, devra être protégée efficacement.

La construction et l'établissement des abris civils. — *Les dimensions.* — Sur cette question les avis sont partagés. Il semble cependant que les abris collectifs de grandes dimensions ne soient pas à généraliser. Le D^r Buchser en a donné récemment les raisons.

Dans l'établissement d'un abri, il y a lieu de tenir compte d'un facteur psychologique important : la panique. « Il suffirait que quelques timorés viennent à crier : « Les gaz, je les sens déjà », pour qu'aussitôt se produisent de regrettables désordres, ce serait l'affolement et la ruée vers les portes de la sortie. Les gaz qui n'auraient pas pu encore s'infiltrer dans les abris commenceraient à y pénétrer et à y accomplir leur œuvre de mort ; mieux vaudrait laisser la population dans la rue à l'air libre, que de la parquer dans de tels abris ; à l'air libre, on pourrait espérer que le vent ou la pluie chasseraient et détruiraient les gaz ; il n'y aurait vraisemblablement que de rares et légères intoxications ; dans le cas contraire, la panique serait la cause d'accidents inévitables et peut-être de véritables catastrophes. » En fait, les dimensions et la contenance des abris doivent être des affaires d'espèce (C^{e1} Poudroux).

La solidité et l'étanchéité. — Dans la guerre chimique, il faut prévoir que les bombardements explosifs ouvriront la voie aux gaz et, par conséquent, l'abri doit protéger contre ce double danger.

La protection absolue contre les engins explosifs de 1.800 kgs est évidemment problématique. Pour la réaliser, il faudrait

une couche de terre de 18 mètres d'épaisseur ou de 3 m. 50 de béton armé. Mais ce que l'on peut faire, c'est opposer à ces engins une résistance très grande, au moyen de lits élastiques constitués par des couches successives de sacs remplis de terre ou de sable, alternées avec des poutres métalliques (Stackelberg).

Les immeubles modernes, à toit plat formant terrasse qu'il suffirait de daller en béton, se prêtent bien à cette disposition qui occuperait les deux ou trois étages supérieurs ; les étages inférieurs seraient réservés aux bureaux, restaurants, etc... Les étages intermédiaires réservés à l'habitation seraient, peut-on dire, des abris idéaux. Il n'y aurait pas à craindre outre mesure les ravages des bombes chimiques tombant dans la rue car les gaz plus lourds que l'air n'atteindraient pas les étages habités.

Pour être utilisable, cette disposition qui nécessite une répartition des locaux peu compatible avec les habitudes prises depuis longtemps, devrait être complétée par des mesures concernant l'étanchéité de l'aération.

L'entrée de ces immeubles devrait toujours pouvoir former sas. Les fenêtres et les portes recouvertes de couches épaisses de linges, de tapis, imbibés de solutions désinfectantes auraient leurs jointures obturées avec des bandes de papier imperméabilisées par un badigeonnage d'huile de lin. On n'y saurait envisager les fenêtres vitrées, trop vulnérables aux ondes qui se propagent dans l'air lors des explosions, mais on devrait y prescrire l'avenglement de ces ouvertures extérieures au moyen de matériaux plus résistants : volets de fer, bois en double plaquage, etc... (C^{el} Fierz) (1).

Dans un ordre d'idées un peu voisin, l'ingénieur russe Pawlow a indiqué la cage de l'escalier comme susceptible de servir de local anti-gaz, dans les immeubles, pour diverses raisons. Leur existence dans chaque immeuble, pourrait permettre de prévoir une sorte d'installation standard, dans laquelle les habitants auraient un accès facile. De plus, la proximité immédiate de leurs appartements permettrait aux personnes d'en retirer l'eau et les

(1) Pour l'aménagement de tels abris dans les immeubles on aura grand intérêt à consulter les Instructions de la Croix Rouge de Belgique. Liège 1930, Thone, éditeur.

aliments, lors d'une alerte de longue durée, et de veiller elles-mêmes sur leurs biens...

Il est évident que pour l'établissement de tels abris, où les habitants (dans les villes très exposées) devront passer fréquemment plusieurs heures, peut-être même des journées, de telles dispositions sont sages. Elles peuvent encourager le public à organiser lui-même sa protection et à conserver le sang-froid nécessaire au cours des alertes.

Cependant, la préoccupation de se protéger contre les explosifs fait que les locaux de protection contre les projectiles chimiques sont relégués où ils ne devraient pas se trouver en réalité, à cause de la stagnation certaine des gaz (1), dans les caves.

Le colonel Fierz a signalé un autre inconvénient de ce dispositif : c'est qu'à l'entour des locaux situés à une certaine profondeur, des poches de gaz peuvent se former et l'on aura plus de peine à désintoxiquer complètement le local de protection et ses environs immédiats, alors que les parties de l'immeuble situées au-dessus du sol se trouveront déjà assainies.

L'aménagement des caves en petits abris collectifs doit également avoir pour base le renforcement du toit et l'aménagement de matelas élastiques, pour éviter qu'une bombe explosive, en traversant l'immeuble entier et en détruisant dans certains cas la voûte de la cave, vienne y exploser.

L'étanchéité sera obtenue par une obturation parfaite de toutes les ouvertures, l'aménagement des portes qui s'ouvriront vers l'extérieur, l'établissement de portières imbibées de solutions neutralisantes que l'on utilisera suivant les indications données pour les abris de campagne. Enfin, tenant compte qu'en général la maçonnerie des immeubles privés n'est pas étanche aux gaz, on assurera l'étanchéité des parois par un badigeonnage avec les produits nécessaires.

Quel que soit l'abri adopté, il doit disposer de deux accès, dont les débouchés sont assez éloignés l'un de l'autre pour ne pas courir le risque d'être détruits ou obstrués à la fois.

Aération des abris. — L'aération des abris a un double but.

1° Assurer la respiration des personnes abritées.

2° Établir une pression d'air supérieure à la pression extérieure

(1) Par le fait de leur densité élevée.

normale, afin d'empêcher la pénétration des gaz par les fentes ou les menues ouvertures qu'on négligerait d'obturer ou dont on ne se rendrait pas compte.

Nous ne répétons pas ce qui a déjà été dit à propos des atmosphères confinées. Nous nous contentons d'indiquer que l'alimentation en air respirable doit être réglée sur un débit minimum de 450 litres par tête et par heure (1).

Au sujet de la surpression à créer dans ces abris, nous empruntons au colonel Pouderoux, Commandant le Régiment des Sapeurs Pompiers de Paris, quelques observations complémentaires.

« Il ne suffit pas de créer à l'intérieur des locaux une pression supérieure de quelques millimètres d'eau à la pression atmosphérique ambiante pour interdire l'entrée des gaz. Cette surpression ne pourra être obtenue qu'en introduisant dans l'abri de l'air surpressé et tel qu'après sa détente et son mélange à l'atmosphère de l'abri, son écoulement à l'extérieur se fasse par des ouvertures dont la surface totale de section ne soit pas trop supérieure à la section totale de l'arrivée. » Cette surpression sera proportionnelle à la profondeur de l'abri au-dessous de la surface du sol. Le minimum, à 2 mètres de la surface du sol, sera de 5 centimètres d'eau avec augmentation de 5 mm. par mètre de profondeur souterraine comptée au niveau du plancher de l'abri. De plus, comme les fissures sont susceptibles de varier non seulement au cours d'un bombardement mais par simple action de la sécheresse et de l'humidité, on devra pouvoir faire varier cette surpression au moyen d'une étanchéité parfaite des accès et d'une canalisation de sortie d'air.

(1) Il faut prévoir que ces abris admettront toujours plus d'occupants qu'il n'est théoriquement tolérable. La régénération de l'atmosphère confinée devra donc de toute nécessité débiter avant le moment théoriquement prévu.

D'autre part, cette atmosphère s'enrichira très vite en impuretés odorantes ou microbiennes. Pour assainir cet air, tout en ménageant l'installation générale de ventilation, on aura intérêt à utiliser un dispositif intérieur imaginé par le D^r Cambier. L'air du local est aspiré par un ventilateur qui l'oblige à traverser un filtre de charbon actif, où il se débarrasse entièrement de ses impuretés, puis l'amène au contact d'une lampe à valeur de mercure où il est violemment irradié d'ultra-violet qui stérilise les bactéries. L'air est ensuite rejeté dans la masse générale de l'air du local, lequel par le renouvellement continu des mêmes actions se trouve bientôt assaini dans sa totalité.

Les procédés proposés pour réaliser un telle aération peuvent se ramener à trois :

1^o Un système général de distribution d'air pur surpressé, capté par différentes conduites et à des distances de 20 à 30 kilomètres des centres de distribution (C. Poudroux) (1).

2^o Un système particulier d'aération pour chaque immeuble, comprenant une prise d'air sur le toit de celui-ci, un ventilateur centrifuge actionné électriquement, à la main (2) ou au moyen d'une conduite d'eau, un filtre constitué de charbon activé ou d'autres substances (Pawlow) (3).

3^o Un système particulier d'aération avec prise d'air dans les couches élevées de l'atmosphère, au moyen d'une cheminée de 50 à 60 mètres au-dessus du sol, là où aucune contamination par les gaz n'est à craindre ; le système comprend en outre l'usage d'un ventilateur et le passage de l'air dans un dispositif épurant (solution chimique neutralisante, ozonisation, précipitation électrique des particules nocives).

Organisation intérieure des abris civils. — Les abris contre les gaz seront désignés par les autorités civiles et militaires. Leur construction et leur aménagement seront vraisemblablement surveillés par celles-ci.

Pendant les attaques toxiques une discipline stricte devra être appliquée.

Les entrées de ces abris devront être accessibles, afin que l'on puisse dans l'hypothèse de la surprise les occuper rapidement.

D'après le colonel Poudroux, la loi première sera d'interdire de

(1) A ce sujet nous devons signaler un brevet pris par un technicien allemand, M. Bartmann. Cet auteur propose d'utiliser les conduites actuelles de gaz et d'eau ainsi que les égouts de la manière suivante : A l'alerte, par un jeu de soupapes disposées d'avance, le gaz de ville contenu dans les conduites serait évacué dans l'atmosphère et remplacé par de l'air comprimé respirable. Les gaz toxiques seraient aspirés par la voie des égouts au moyen de puissants ventilateurs tandis que les canalisations d'eau aboutissant à des tubes à pluie artificielle établis sur le faite et les corniches des maisons réaliseraient la neutralisation de l'ypérite et du phosgène.

(2) L'actionnement à main d'un appareil de cette sorte doit être proportionné à la force de ceux qui s'en serviraient (femmes, enfants, vieillards). Il présente un inconvénient. Ceux qui doivent en assurer le fonctionnement dépensent plus d'oxygène et produisent ainsi plus de gaz carbonique.

(3) Quel que soit le filtre employé, il doit pouvoir agir pendant trente heures pour une concentration moyenne de 1/1.000 environ. Le filtre usé devra pouvoir être instantanément remplacé par un filtre neuf.

façon absolue l'accès d'un abri aux retardataires, dès que l'on sera fondé à supposer que l'air extérieur est vicié, au moyen d'un détecteur, par exemple.

L'évacuation ne sera faite qu'en fin d'alerte.

Les abris publics ou autres doivent être habitables. A cet effet, ils seront meublés sommairement, approvisionnés en vivres, alimentés en eau, pourvus d'installations sanitaires, éclairés électriquement, équipés de moyens divers permettant de vaquer aux soins des malades et des blessés légers, des vieillards, des nourrissons. On condamnera le chauffage des aliments par le gaz, pour n'utiliser que le chauffage à l'alcool ou le chauffage électrique (C^{el} Poudereux).

Afin d'éviter toute contamination, il sera défendu, à tous moments, aux ypérités ou gazés par des produits persistants de pénétrer dans les abris publics. Toutefois, ce souci de la protection ne doit pas faire oublier les devoirs humanitaires. Il est certain que les gazés, les porteurs de blessures, chercheront d'instinct asile et assistance dans le premier abri venu, quelle que soit son affectation. Il paraît donc nécessaire de prévoir dans chaque abri important une chambre de secours formant sas pour servir de refuge à ces premières victimes.

En ce qui concerne la police, la Croix Rouge belge préconise la mise de chaque abri important sous l'autorité d'un chef d'abri « ayant le pouvoir de maintenir le bon ordre et de faire observer les consignes d'intérêt vital pour la communauté. Deux personnes au moins assureront le passage des habitants dans les abris par le sas de garantie. Elles assumeront en outre le fonctionnement des appareils d'épuration ou de régénération de l'air ».

A cet effet, et pour parer aux défaillances de l'installation d'aération, des provisions importantes de produits neutralisants, des bouteilles d'oxygène, des réserves d'oxylithe en pains, et tout un matériel de protection comportant plusieurs pulvérisateurs, une réserve de masques, quelques appareils isolants, des vêtements spéciaux pour l'ypérite, ainsi que quelques outils (pelles, pioches, pinces, brouettes), seront disposés dans un endroit accessible, prêts à être utilisés.

Une consigne détaillée de tout ce qu'il y aura lieu de faire, en cas d'attaque par les gaz, et une notice sur les premiers soins à donner aux gazés seront affichées dans chaque abri.

Les abris civils dans les campagnes. — Les galeries à flanc de coteau ou dans les talus, les caves solides et les souterrains aménagés en suivant les indications déjà données constitueront des abris propices.

En cas de surprise, un terrain surélevé sera le lieu le meilleur pour éviter les atteintes des gaz.

LA DISCIPLINE DES GAZ

Dans la protection contre les gaz, a-t-on dit, l'appareil lui-même n'est pas l'essentiel, mais la discipline qui permet qu'on en puisse faire usage.

Cette discipline qui fait la force des armées doit faire également celle des populations civiles. Elle ne doit pas être abandonnée sous les gaz...

Les rumeurs. — C'est d'abord à l'égard des rumeurs dont on trouve souvent un écho dans la presse et que font circuler les ennemis sur le front, à l'arrière et dans les pays neutres que cette discipline doit agir.

La propagande sourde, qui annonce de nouvelles inventions particulièrement diaboliques, sans jamais donner d'ailleurs la moindre indication sur leur nature, démoralise suffisamment pour causer des ravages avant l'apparition des gaz eux-mêmes.

Pendant la guerre, malgré l'excellente discipline observée par les troupes alliées, cette propagande atteignit parfois son but.

Le major Lefébure raconte qu'à la bataille de Loos, au cours de laquelle les Allemands se servirent pour la première fois des gaz lacrymogènes, certains soldats se trouvèrent si bien « préparés », qu'ils répandirent sur le champ de bataille des rumeurs ridicules sur les effets puissants du nouveau gaz allemand. Or, ces obus éclatant à quelques mètres causaient tout au plus aux hommes atteints, un larmoiement et quelques vomissements.

Cette discipline morale, dont les combattants de la grande guerre ont montré la nécessité, est plus utile encore chez les populations civiles.

C'est immédiatement que celles-ci doivent l'appliquer. Comment ? En envisageant la guerre chimique avec sang-froid,

virilement, en se gardant de tout esprit d'exagération, notamment en ce qui concerne les effets des bombardements à gaz que certains auteurs se sont complus à décrire à la façon d'un roman de Wells.

L'affirmation, sans fondement, qu'il est très simple de se protéger contre les gaz nous paraît aussi dangereuse que la propagande qui consiste à promener dans les provinces un musée effroyable de la guerre chimique. Il ne faut pas tromper les populations par des affirmations sur l'efficacité absolue des dispositifs de protection qui pourront être mis à sa disposition, mais il faut aussi combattre chez elles certain état d'esprit qui tend à faire croire qu'il n'existe pas de secours efficace pour limiter les pertes d'une guerre chimique.

Dans notre pays, nous avons trop tendance à surestimer l'ennemi et à mésestimer nos moyens. G. Clemenceau disait : « On n'est vaincu que lorsqu'on s'estime vaincu ! » Jamais parole ne fut plus vraie. Le danger aérochimique n'est redoutable que lorsqu'il n'est pas attendu et qu'aucun obstacle ne lui est opposé. Une fois combattue, l'arme chimique agit comme une autre arme.

L'enseignement nécessaire. — Un facteur important pour fortifier cette discipline consiste à donner aux troupes et aux populations civiles certaines notions exactes sur les gaz. C'est ce que ce livre essaie de faire.

Une population éduquée et prévenue ne se laissera pas aller à la panique. Au contraire, une population non prévenue s'affolera et commettra toutes les imprudences.

On a vu pendant la guerre mondiale de ces paniques qui poussaient les malheureux habitants de certaines localités à aller, chaque soir, chercher un abri dans des carrières abandonnées, parfois distantes de leur domicile de plusieurs kilomètres. Et le D^r Buchser raconte que, lors d'un accident survenu le 24 octobre 1919 à Breloh, il avait vu une personne ayant le masque sur le visage et voulant parler à son voisin, le retirer purement et simplement sans se douter un instant du danger mortel auquel elle s'exposait. D'autres étaient d'avis qu'il était impossible de rester avec cet engin sur le visage et allaient jusqu'à le jeter au vent...

En particulier, il ne faut pas que le signal d'alarme suffise

à semer l'effroi et à faire perdre la tête à la population. Aucune organisation ne saurait y remédier. Pour éviter cela, il faut procéder à l'éducation des masses populaires et leur inculquer une conduite réglée à l'avance.

Certains pays comme les États-Unis, la Pologne, l'Esthonie, la Russie des Soviets sont arrivés ainsi à un véritable embrièvement du public.

« Dans ces pays, écrit M. de Stackelberg, on commence à faire participer les civils aux manœuvres aériennes, on organise des alarmes, et comme on l'a vu tout récemment en Esthonie, on fait construire à titre d'exemple et de propagande des villes artificielles en planches, dont les bâtisses éphémères se trouvent munies de caves solides, à l'épreuve des gaz, spécialement aménagées et ventilées. Les citoyens exercés sont tenus d'occuper une telle ville d'exercice, d'y figurer les habitants vaquant à leurs affaires, s'occupant de leur commerce, de leur métier et des travaux domestiques.

« L'alarme est donnée. L'escadrille ennemie s'approche. On a juste le temps de fermer les locaux, de se munir de masques et pour ceux qui se trouvent atteints par l'alarme hors de leur demeure, de gagner le refuge anti-gaz le plus proche.

« Une deuxième alarme est donnée. Il ne resté que quelques minutes avant que l'escadrille ennemie apparaisse sur la ville. Déjà les canons anti-aériens, qui l'entourent, tonnent. Les habitants descendent dans les caves, se calfeutrent dans leurs refuges, font marcher les ventilateurs, établissent la surpression. Les équipes de secours, les pompiers, les ambulances anti-chimiques se tiennent prêts. Voilà que les mitrailleuses anti-aériennes commencent à crépiter. Cela veut dire que les avions ennemis sont tout proches et commencent déjà à descendre, pour mieux viser. Quelques-uns ont pu se frayer le chemin à travers le barrage de feu établi par les batteries de canons, après avoir échappé aux escadrilles de défense composées d'avions de chasse.

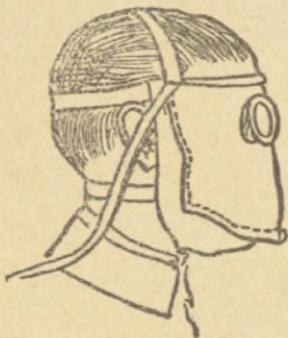
« C'est au moment où l'avion bombardier commence à descendre pour mieux viser que le danger est le plus grand. Mais, pour lui aussi, ce moment est dangereux, car les grosses mitrailleuses, moyen de défense extrême, s'acharnent sur lui et le menacent d'une perte prématurée.



1



2



3



4

1. Masque A. R. S. bien mis. — 2. Masque A. R. S. mal mis. — 3. Masque M² bien mis. — 4. Masque M² mal mis (d'après l'Instruction technique sur la protection contre les gaz de combat. M^{re} de la Guerre).

« Enfin, quelques avions, malgré la défense opposée, se délestent de leurs bombes sur la ville d'exercice. Naturellement ce ne sont pas des bombes chargées de gaz meurtriers, mais de matières fumigènes qui, pour être inoffensives, ne produisent pas moins un certain sentiment de malaise, une légère irritation de la gorge, sans gravité, ce qui est absolument nécessaire pour vérifier l'étanchéité des refuges, le bon fonctionnement de la ventilation et l'efficacité des masques anti-gaz dont tout le monde se trouve muni. »

Ce récit vivant se passe de commentaires.

En France, des exercices analogues, bien que de moindre importance et ayant pour but d'exercer les équipes de secours ont eu lieu à Lyon, Toulon et récemment à Nancy.

La pose du masque et la discipline sous le masque. — L'expérience a montré que beaucoup d'accidents sont dus au manque d'entraînement dans l'emploi du masque. Ce dernier en effet doit être mis, ajusté et posé en l'espace de six secondes, ce qui nécessite une grande habitude et le développement d'un véritable « sens des gaz ».

La manœuvre suppose évidemment que l'individu a reçu un masque correspondant à son tour de tête et que l'appareil a été vérifié au point de vue de son étanchéité et de son fonctionnement. Cette vérification doit être faite au moins une fois par mois en temps de guerre (1).

(1) En vue d'uniformiser les consignes, le masque doit être du modèle militaire et national.

Entretien du masque. La conservation en bon état de cet appareil est de première importance.

1° On ne mettra jamais d'objets étrangers dans l'étui du masque.

2° Sous aucun prétexte, on ne mouillera le masque, fût-ce avec un liquide neutralisant ;

3° Après un port prolongé, l'intérieur du masque peut être plus ou moins imbibé d'eau de condensation. On l'asséchera avec un linge propre et par exposition à l'air, mais jamais près du feu, avant de le remettre dans sa boîte ;

Les viseurs ne seront nettoyés qu'à sec et avec douceur afin d'éviter de les rayer et surtout de les perforer.

4° Seront rebutés tous masques en tissus moisés, ou cassants, toutes cartouches ou boîtes filtrantes mouillées ou ayant servi, toute cartouche occasionnant une gêne respiratoire chez un sujet bien exercé au port du masque. (Croix Rouge de Belgique.)

En ce qui concerne les *appareils isolants*, les règles d'entretien sont fixées par les constructeurs ; mais leur fonctionnement doit être fréquemment vérifié au point de vue de l'étanchéité des joints, du jeu des soupapes, de la réserve en oxygène ou en réactifs.

La manœuvre comprend deux phases : la position d'attente et la position de protection.

La position d'attente consiste à sortir l'appareil (1) de la boîte, à placer le ruban de suspension autour du cou et à laisser pendre l'appareil sur la poitrine, les viseurs en avant.

La position de protection consiste à installer le masque sur le visage. Cette opération se fait avec les deux mains. Pour cela la tête étant penchée en arrière, on engage le menton dans le masque aussi profondément que possible ; le bord du masque doit être bien étalé ; puis on tend fortement les élastiques et les passe en arrière, l'un reste sur le haut de la tête, l'autre est appliqué en arrière au-dessus des oreilles ; on tire le plus possible le second élastique vers le cou de façon à bien tendre l'élastique placé au milieu du front et de la tête, puis on tend le serre-nuque derrière la tête et le fixe à son crochet ; enfin, on assure la parfaite adhérence de tout le pourtour du masque sur le visage et sous le menton en moulant les bords avec les doigts et l'on vérifie au toucher qu'en aucun point le rebord n'est retourné au dedans (2) (Instruction ministérielle 1929). Toutes ces opérations doivent être faites sans précipitation, mais rapidement.

L'habileté qu'il faut acquérir dans cette manœuvre doit être telle qu'elle puisse permettre de saisir l'appareil protecteur et de le poser instantanément, d'une manière convenable en cas de réveil brusque dans l'obscurité (3).

Il faut être exercé, d'autre part, à l'opération très dangereuse du changement d'appareil de protection en atmosphère toxique et de la substitution d'une cartouche filtrante ou d'une boîte filtrante neuves aux éléments épuisés.

La pose des vêtements spéciaux devra également faire l'objet

(1) La manœuvre que nous allons décrire concerne l'appareil A. R. S.

(2) La bonne adaptation du masque sur la figure exige que les cheveux soient maintenus courts et que la barbe limitée au menton, soit assez courte pour être prise facilement sous le masque.

(3) Le masque doit pouvoir être posé entre deux inspirations, et les yeux fermés, afin d'éviter qu'ils ne soient atteints par les vapeurs. A cet effet, il est bon de s'exercer à ne pas respirer pendant le plus longtemps possible. (Croix-Rouge de Belgique.)

d'une instruction, car il importe que ceux-ci soient mis dans un certain ordre et retirés dans l'ordre inverse (1).

Sous le masque, la discipline des gaz est mise à la plus rude épreuve.

Se figure-t-on ce que signifie le port du masque dans un moment grave lorsque le gaz arrive ? « Au moment où il prend le masque, l'individu s'isole du monde qui l'entoure. Il ne peut recourir aux excitants, qui même dans les situations critiques donnent un coup de fouet à l'homme, l'alcool et le tabac (or les écrivains de guerre expliquent que, sans alcool, on ne pourrait faire la guerre). » Et puis encore, la soif pénible, le travail difficile, sous un masque qu'il faut garder plusieurs heures, ne sont pas faites pour exalter le sentiment de résistance. Une discipline formidable est indispensable. M. Nestler a raison lorsqu'il dit : « Sous le masque, on doit souvent serrer les dents. »

Sous peine d'une issue souvent fatale, cette discipline doit persister chez les gazés ou les blessés, malgré l'ardent désir qu'ils peuvent avoir d'arracher de leur visage un objet incommodant qui, en les isolant, les met dans l'angoisse.

La reconnaissance des gaz. — Beaucoup d'accidents sont dus à la surprise. Le gaz n'est pas reconnu ou bien il n'est perceptible ni à la vue, ni à l'odorat et on n'a pas recouru à temps aux masques. Nous excluons les cas où la fanfaronnade, la jactance ou la curiosité, font mettre le masque trop tard.

Un enseignement pratique spécial sur les gaz paraît donc nécessaire. Cet enseignement, qui dans plusieurs pays déjà est donné chez la police, la Croix Rouge, les pompiers, les médecins, le personnel sanitaire, revêt en Allemagne une forme très vivante. La maison Stolzenberg a établi une série de caisses d'instruction contenant des échantillons des gaz les plus importants que l'on expérimente sur l'homme porteur de son masque ou sur les animaux à l'occasion de conférences. Le zèle didactique de cette fabrique va loin et nous avons vu précédemment que cette maison avait créé des allumettes d'instruction à l'intention du public.

(1) Ordre à suivre dans la mise des vêtements spéciaux :

1° Gantier les mouflés ; 2° Endosser la salopette ; 3° revêtir le bourgeron ; 4° se chausser de bottes.

Retenons tout de suite cette observation pratique pour reconnaître les gaz. *L'éclatement « mou » d'un projectile signale le danger toxique.* Mais il faut savoir que l'ennemi peut faire emploi à la fois de projectiles explosifs et de projectiles toxiques. Lors d'un bombardement, le mieux est donc de placer le masque en position de protection et de ne le retirer qu'après avoir acquis la certitude qu'il ne s'agit pas d'un bombardement toxique.

Le rôle de la Croix Rouge. — La discipline des gaz doit être enseignée au public, dès le temps de paix.

Pour cette tâche, il est démontré dans divers pays (Pologne, États-Unis, Russie, Esthonie) que l'initiative privée est d'un grand secours.

L'une des premières organisations capables de mener à bien cette tâche, en collaboration avec les gouvernements et les Municipalités, est la Croix Rouge. D'autres Sociétés nationales peuvent contribuer à cette œuvre. Ce qu'il faut surtout, c'est un plan d'ensemble et une direction efficace.

La Croix Rouge a déjà fait beaucoup dans les domaines international et national. Il suffit de rappeler que la Croix Rouge internationale a formulé, la première, des vœux précis et donné des suggestions utiles sur les mesures à prendre pour protéger les populations civiles (12^e conférence internationale 1925, composée des représentants de 39 gouvernements et de 44 Croix Rouges) ; qu'elle a constitué dès 1928, à Bruxelles, une commission internationale d'experts qui, en principe, se réunit chaque année ; que les Croix Rouges britannique et belge notamment ont commencé l'instruction de leur personnel et même celle de la population.

Au développement de cette action populaire, on a objecté que si les vœux formés par la Croix Rouge internationale étaient réalisés, il en résulterait « un état psychique morbide d'angoisse, de frayeur et d'accablement, capable d'enrayer tout progrès, toute activité économique, sociale et intellectuelle ».

On pourrait en dire autant de tous les maux contre lesquels l'humanité a essayé de se protéger par des mesures prophylactiques ou autres ; la peste, la lèpre, la tuberculose, le cancer. Comme à l'égard de ces fléaux, le salut dans la guerre chimique

est entre les mains de tous et de chacun. C'est en essayant de se protéger contre elle et de la combattre que l'on arrivera à en rendre les effets incertains et à la faire disparaître.

On ne cite d'ailleurs pas d'exemple où le souci de la défense nationale ait créé cet « état psychique morbide d'angoisse, etc. ». Il semble même, au contraire, que ce souci ou l'imminence du péril galvanisent les énergies et donnent un élan sérieux au progrès.

Au prétendu accablement, les peuples répondent toujours à l'heure grave par la volonté de vivre, la ténacité de la résistance, l'esprit de sacrifice et de dignité nationale.

DÉSINFECTION ET ASSAINISSEMENT

Pendant la guerre, on a songé à combattre les gaz dès leur arrivée dans les premières lignes de défense. Différents procédés furent proposés : l'usage de ventilateurs puissants, la dispersion de la vague par le tir de l'artillerie, les pétards ou les grenades, le canon paragrêle même ; la neutralisation par des réactifs ; les barrages de feu, au contact desquels les gaz échauffés s'élèveraient au lieu de descendre ou se décomposeraient. Disons que tous ces procédés devinrent vite impraticables à cause des quantités formidables de forces ou de produits qu'ils durent mettre en jeu. Ils inspirèrent quelque peu cependant nos méthodes de désinfection et d'assainissement...

La désinfection et l'assainissement sont d'autant plus compliqués que le gaz a des aptitudes réactionnelles faibles. Projeté sur un terrain ou dans des locaux ce gaz y persistera parfois très longtemps (plusieurs semaines). L'ypérite, par exemple, en tombant, recouvre le sol et les objets d'une couche invisible qui s'accroche à l'herbe, aux taillis, aux sous-bois, qui se cramponne aux semelles, s'infiltré comme le brouillard dans les vêtements et est invisiblement transportée dans les maisons où elle continue son infection... Les bromures aromatiques, quoique moins nocifs, ont une persistance très grande aussi.

Pour les gaz fugaces, le problème est beaucoup plus facile.

Toutefois, il faut noter que tous les gaz, qu'ils soient fugaces

ou persistants, pénètrent les pierres, le ciment, le mortier, le bois, les étoffes, contaminent l'eau et les aliments. Sur le terrain, ils se dirigent vers toutes les dénivellations formant cuvette, en raison de leur grande densité, et ont tendance à y stagner. Ils infectent facilement les impasses, les culs-de-sac, les ruelles, et les rues elles-mêmes, constituent de véritables chemins encaissés que la nappe suit, en cherchant à pénétrer par les soupiraux des caves et les bouches d'égouts. Dans les caves, ils séjournent où se trouvent du charbon ou d'autres matières entassées.



L'assainissement au moyen du pulvérisateur Vermorel.

Désinfection et assainissement du terrain. — Lorsqu'il s'agit de gaz *non persistants*, l'assainissement des tranchées est fait par une ventilation naturelle que l'on peut accélérer en agitant des couvertures ou en allumant des feux.

Les équipes chargées de ces opérations doivent, bien entendu, porter le masque et les vêtements spéciaux, s'il y a lieu de craindre une infection par l'ypérite.

Pour assainir les abris, on utilise un grand ventilateur ou simplement le feu sous la forme de flammes de pétrole supporté par de l'étope ou des chiffons, en assurant un courant d'air. On peut aussi recourir à la neutralisation par pulvérisation énergique, au moyen de l'appareil Vermorel, des solutions dont les formules ont été données.

Les tranchées ou abris peuvent être occupés de nouveau lorsque toute odeur a disparu.

Pour l'assainissement des rues, l'utilisation des bouches d'égout vers lesquelles les gaz ont tendance à se diriger, l'usage des tubes à pluie artificielle, en vue d'hydrolyser les gaz ; des radiateurs électriques, des hélices, celui des souffleries en vue d'une ventilation énergique, ont été proposés. Il faudrait en connaître l'efficacité.

Contre les gaz *persistants* (genre ypérite), des mesures spéciales doivent être prises. Les terrains et les lieux contaminés doivent être signalés par tous moyens (pancartes, signaux spéciaux), et indiqués au Commandement ou aux autorités.

La désinfection est opérée par des équipes dont le personnel est astreint au port des effets spéciaux.

Avant d'y procéder, il y a lieu de distinguer les atteintes de l'ypérite liquide et celles de l'ypérite en vapeurs. Les premières exigent des précautions sévères. Les secondes ne peuvent être neutralisées par aucune substance chimique ; les moyens mécaniques seuls sont utilisables.

La désinfection est opérée au moyen d'un seul produit, le chlorure de chaux. Ce corps agit par contact direct. Il doit être employé aussi sec que possible. Pour la désinfection des parois verticales, il est employé en bouillie épaisse (1 partie d'eau, 3 parties de chlorure) préparée au dernier moment et appliquée à l'aide d'un pinceau. Un badigeonnage à plusieurs couches est souvent nécessaire.

Le contact du chlorure de chaux avec l'ypérite liquide est brutal. On ralentit la réaction en mélangeant le réactif avec de la terre ou du sable, dont on recouvre les plaques et grosses taches noirâtres qui décèlent les points infectés par le corps. Puis on continue la désinfection en saupoudrant avec le chlorure seul la surface souillée, les trous, etc., en assurant le mieux possible le contact des matières par un balayage sommaire.

Le procédé exige au moins 1 kilogramme de chlorure de chaux (1) par 10 mètres carrés et la dose doit être triplée en terrain calcaire ou pierreux. En terrain sablonneux, l'opération est recommencée deux ou trois fois à quelques heures d'intervalle.

Les herbes, le chaume, les taillis et les sous-bois, ne peuvent être désinfectés à cause des quantités énormes de chlorure de chaux qui seraient nécessaires. Mais on doit noter que l'eau, même quand elle est froide, détruit l'ypérite à la longue (plusieurs jours). Les ruines sont également des nids à ypérite dont la désinfection est impossible (2).

Les terrains qui n'ont pu être désinfectés doivent être considérés comme dangereux pendant 8 jours si le temps est sec, 15 jours si le terrain est garni d'affouillements produits par les projectiles, de taillis ou de hautes herbes. Par temps de forte pluie, la période dangereuse est de trois jours à une semaine. Les ruines restent dangereuses pendant au moins trois semaines.

Les abris non touchés directement par un projectile sont désinfectés par le feu et leur réoccupation est possible deux jours après.

Les abris touchés directement doivent être abandonnés ou désinfectés très énergiquement par le chlorure de chaux sec ou en bouillie et par le feu. L'eau qui peut se trouver dans ces lieux est désinfectée par l'addition de 6 ou 7 centimètres cubes d'extrait de Javel par litre d'eau contaminée.

Désinfection et assainissement des locaux d'habitation. — Avec les gaz non persistants on suivra les précautions déjà indiquées. Après l'aération du local et sa ventilation, il sera bon de fermer portes et fenêtres, puis de constater une heure après, toute disparition d'odeur ou de gaz (au moyen de réactifs par exemple) avant de rendre les locaux à l'usage domestique.

Avec les gaz persistants on suivra les règles prévues aux paragraphes précédents.

(1) 20 kilogrammes de chlorure de chaux pulvérulent et finement tamisé doivent suffire à neutraliser 1 kilogramme d'ypérite.

(2) Les renseignements sur la désinfection et l'assainissement sont, en grande partie, extraits de l'Instruction technique pour la protection contre les gaz de combat (Ministère de la Guerre, 1929).

Désinfection du matériel. — La désinfection du matériel ayant subi le contact des gaz non persistants ne se pose pas.

Dans la désinfection du matériel ypérite, il y a lieu de distinguer entre le matériel dur ou imperméable (bois, métaux, cuirs, tissus huilés, etc.), et le matériel perméable (cordages, bâches, tissus non huilés, etc.).

Le matériel *dur* est débarrassé des souillures apparentes avec un outil et des chiffons qui seront ensuite désinfectés ou enfouis dans le sol après couverture avec du chlorure de chaux. Puis, on saupoudre et frotte le matériel avec du chlorure de chaux ou de la bouillie, et, après contact d'un quart d'heure, on lave à grande eau.

Les pneumatiques ou bandages automobiles doivent être désinfectés, le plus rapidement possible, avec la bouillie de chlorure. Une demi-heure seulement après l'ypérite, une partie du vésicant ayant pénétré dans le caoutchouc ne peut plus être atteinte.

Le matériel dur ou imperméable non désinfecté ne doit pas être remanié avant 8 jours de repos, à condition de l'exposer à l'air et si possible au soleil.

Le matériel perméable sera traité comme les vêtements. Quand sa désinfection ne peut avoir lieu, il faut le considérer comme inutilisable pendant 3 semaines.

Désinfection et assainissement des vêtements, couvertures, linges, etc. — En cas d'atteinte par les gaz non persistants, le battage et l'aération suffisent presque toujours.

Les vêtements contaminés par l'*ypérite liquide* doivent être changés le plus tôt possible. Ils ne doivent être maniés qu'après avoir revêtu les vêtements spéciaux et le masque.

La désinfection se fait par immersion de 2 heures dans l'eau très chaude (1). Dans ces conditions, l'ypérite se décompose en thioglycol et acide chlorhydrique non toxiques. La même transformation a lieu par l'action de la vapeur d'eau à 100° pendant 45 minutes, ou à 120° par la vapeur d'eau sous pression pendant 20 minutes.

Le fait que l'hydrolyse de ce « gaz » est accélérée par des

(1) Il faut s'éloigner si la température de l'eau dépasse 70 degrés, pour éviter l'action de l'ypérite entraînée par la vapeur d'eau.

solutions colloïdales alcalines a fait naître un grand nombre d'autres procédés ; trempage de 6 heures dans l'eau froide, puis immersion pendant 20 minutes dans une lessive contenant 10 grammes de carbonate de soude et 10 grammes de savon par litre, action subséquente de l'eau bouillante (1/4 d'heure), enfin, rinçage à l'eau froide ; immersion pendant une heure à la température ordinaire, dans une solution composée de 5 parties d'huile de ricin sulfonée, 5 parties de carbonate de soude, 90 parties d'eau avec lavage à l'eau ; etc.

Les eaux de lavage doivent être additionnées de 1/100 de chlorure sec avant leur évacuation.

Les vêtements soumis aux *vapeurs d'ypérite* seront simplement battus et aérés pendant 48 heures ; le linge et les couvertures seront lavés à fond.

Les chaussures seront désinfectées par frottage avec du chlorure de chaux sec.

Les vêtements garantis par des effets spéciaux n'ont pas besoin d'être désinfectés.

Les masques, exposés aux vapeurs d'ypérite, sont assainis par exposition en plein air pendant deux ou trois jours, à l'abri du soleil et de la pluie. Ceux qui ont été atteints par l'ypérite liquide sont rebutés.

Les effets spéciaux sont désinfectés au chlorure sec.

Organisation de la désinfection. — La désinfection doit commencer aussitôt après le bombardement (1). Elle est confiée à des équipes spéciales dont le personnel est bien protégé et instruit sur les gaz. Ce personnel doit être distinct du personnel infirmier chargé de donner des soins aux gazés. Son travail doit se faire à un rythme modéré pour éviter l'essoufflement et la fatigue trop rapides.

Partout où l'ypérite et les arsines seraient à craindre, il y aura, à portée de la main, une provision de chlorure de chaux.

Pour parcourir un terrain ypérite ou désinfecté depuis moins de trois heures, on devra revêtir les effets spéciaux en conservant les vêtements.

On évitera les trous, les flaques d'eau, les couverts. Même

(1) Cette désinfection doit être conduite méthodiquement. Elle devra commencer par exemple par les carrefours et les rues fréquentées, les entrées d'abri, les édifices publics, etc...

revêtu des effets spéciaux, on évitera de s'asseoir, de ramper, de toucher la terre. On ne touchera jamais directement les objets suspects de souillures.

Les abords des lieux de désinfection seront interdits.

Aucun chantier ne sera ouvert pendant les 48 heures qui suivront la désinfection d'un terrain.

Enfin, les matériaux ou objets, qui auront pu être souillés par l'ypérite au cours de la désinfection, ne seront jamais brûlés mais enfouis profondément, après aspersion de chlorure de chaux.

LA PROTECTION ET LA DÉSINFECTION DE L'EAU ET DES ALIMENTS

L'eau. — L'eau qui a été exposée à un bombardement toxique doit être considérée comme dangereuse à boire. L'eau des sources ou des puits découverts lors d'une avance doit, de même, être considérée comme suspecte.

Ces eaux ne seront consommables qu'après les résultats négatifs d'une analyse chimique. Mais il n'est pas toujours nécessaire d'aller jusque-là, et, l'emploi de certains réactifs ou de certains caractères peut donner une indication. Toute eau qui fait virer au jaune le bleu de bromothymol et au rose l'hélianthine, par exemple, doit être considérée comme non potable (Simon). L'eau qui contient des ptomaines ou des alcaloïdes prend une odeur et un goût qui mettent en garde contre un tel breuvage. Une eau trouvée dans un trou d'obus, ou ailleurs, et, visiblement ou *a priori*, souillée par des explosifs ayant éclaté d'une façon défectueuse, doit également être rejetée.

Dans tous les cas, une eau incriminée ne sera jamais utilisée pour l'alimentation. Souvent, lorsque la provision d'eau n'étant pas suffisante, il sera difficile de laisser perdre ce liquide, un traitement convenable préalable en permettra un emploi déterminé.

Dans le cas de l'ypérite, on éliminera mécaniquement (par centrifugation par exemple) la majeure partie du produit, et l'eau restante, contenant seulement des traces du toxique et

de ses produits d'hydrolyse sera désinfectée par l'extrait de Javel (17° ou plus) à raison de 6 à 7 centimètres cubes par litre d'eau (1). Après une dizaine de minutes de contact, l'eau traitée pourra servir au lavage des vêtements et aux soins corporels. Une ébullition prolongée seule, pendant au moins une heure, la rendrait à la rigueur pratiquement inoffensive pour la boisson (Hanslian). Ce même procédé est applicable à l'eau souillée par des gaz de la famille du phosgène.

La chloropicrine, soluble à la température ordinaire à raison de 210 à 220 milligrammes par litre, peut être aisément décomposée dans l'eau par le foie de soufre. L'eau filtrée ensuite sur un charbon très absorbant peut être utilisée aux usages autres que la boisson (Leitner).

La désinfection des puits et réservoirs se fait, après vidage de l'eau contaminée, au moyen de permanganate de potasse ou de chlorure de chaux séparés ou associés (2).

Les aliments. — D'une façon générale, les vivres exposés aux gaz en prennent l'odeur. Les matières grasses (beurre, graisse, huile, viande, chocolat) seront particulièrement suspectées à cause de leurs propriétés dissolvantes à l'égard de celle-ci.

Sauf dans ce dernier cas, les toxiques très volatils sont éliminés par ventilation énergique, à la température ordinaire et prolongée jusqu'à ce que des moyens de contrôle établissent leur élimination complète.

L'évaporation à température élevée et la destruction par hydrolyse ont été proposées mais ne sont pas sûrement efficaces. La cuisson en effet, quel que soit son mode, laisse toujours dans l'aliment une certaine teneur en eau (l'évaporation est donc incomplète) qui retient les gaz toxiques. Quant à l'hydrolyse, pour des produits tels que l'ypérite et la monochloridi-

(1) Pour augmenter la sécurité à l'égard du liquide traité, un procédé consiste à javelliser par excès et à employer secondairement pour se débarrasser de l'excès de chlore, l'hyposulfite de soude ou mieux le passage sur du charbon actif (procédé carbochlore).

(2) Lorsque les puits ont été souillés par des cadavres, il faut répéter trois ou quatre fois le vidage et le traitement antiseptique et oxydant.

phénylarsine, elle est en général très lente. Il faudrait faire bouillir pendant de longues heures la viande suspecte, en ajoutant dans certains cas du bicarbonate de soude, mais les produits ne seraient plus consommables (Érculisse).

Pour des raisons analogues, du pain fait avec une farine ypéritée ne peut pas être débarrassé de son toxique (1) lors de la cuisson.

La prudence la plus élémentaire consiste donc à ne jamais tenter la récupération des aliments contaminés, mais à appliquer plutôt les moyens capables d'empêcher cette contamination.

A cet effet, dans les zones susceptibles d'être bombardées par des projectiles toxiques, les vivres seront tenus à l'abri et autant que possible dans des récipients clos (boîtes métalliques, sacs en toile huilée). Dans les campagnes, les récoltes pourront être protégées dans des silos. Le contenu de boîtes de conserves restées fermées peut être consommé si la boîte n'a subi aucun gonflement.

Par mesure de précaution, les légumes verts et les pommes de terre non pelées que l'on pourrait suspecter d'avoir été atteints par les gaz seront traités par une solution de permanganate de potasse à 250 milligrammes par litre, ou une solution d'hypochlorite renfermant 7 à 10 grammes de chlore actif par litre pendant une demi-heure. Cette immersion sera suivie si possible d'un lavage à l'eau bicarbonatée.

QUELQUES MOYENS DE PROTECTION DE FORTUNE

Sous les gaz, que l'on soit protégé ou non, il faut éviter de courir pour ne pas accroître l'absorption du toxique par un débit respiratoire plus grand, ou pour ne pas entraver le fonctionnement de l'appareil filtrant.

Si l'on ne possède pas de masque, l'enveloppement de la tête par un tissu mouillé garantira, dans une certaine mesure les yeux et les voies respiratoires. Si ces linges sont imbibés

(1) Le virage au vert et au jaune du bleu de bromothymol permet de déceler les farines suspectes (Bruère).

L'ypéritage est confirmé par des opérations complémentaires plus compliquées.

de substances telles que : solution de soude du commerce, hypophosphite de soude, hyposulfite de soude, carbonate de soude, etc., ils protégeront mieux.

Pendant la guerre, beaucoup de combattants mouillèrent ce linge avec de l'urine (F. Marre). Ce liquide physiologique contient en effet de l'urée qui, en sa qualité de corps réducteur, réagit avec le chlore, le brome, les vapeurs nitreuses, etc., qui ont à un haut degré des propriétés oxydantes. Le moyen était peu engageant mais il a sauvé de nombreuses vies humaines. Certains aussi placèrent leur visage contre le sol pour respirer un air purifié par la terre et pour être ainsi protégé d'une façon relative.

En jetant une simple couche de terre ou de sable fin sur les taches noirâtres d'ypérite liquide, on entrave momentanément son action.

En cas d'atteinte par ce corps, on se savonne, si possible à chaud, et on se lave les yeux à l'eau pure.

Pour se protéger, il faut toujours rechercher les sites élevés (étages supérieurs des locaux d'habitation, coteaux, etc.).

On peut aussi, en cas d'urgence, constituer des abris momentanés en bouchant les ouvertures du local adopté à l'aide de panneaux de toile mouillée.

LES PREMIERS SOINS AUX GAZÉS

Dans la plupart des cas, disent les spécialistes, il est plus facile de traiter une intoxication par les gaz que toute autre maladie grave, si certaines mesures préventives sont prises en temps utile. En cas d'empoisonnement, l'aide immédiate doit donc pouvoir être donnée par toute personne instruite à cet effet.

D'une façon générale, tout mouvement pouvant aggraver l'état du malade, il est nécessaire que les soins soient donnés dans des ambulances rapprochées. Au point de vue sanitaire, tous les suffoqués et vésiqués, sans exception, doivent être considérés au point de vue de la rapidité de l'évacuation comme des blessés à opérer et soumis par conséquent à une évacuation

ultra-rapide. La Croix Rouge de Belgique, dans ses Instructions (1), a traité le sujet d'une manière si complète que nous ne pouvons qu'y renvoyer.

a) Victimes des gaz suffocants.

1. Sortir le malade de l'atmosphère viciée, le porter, *ne pas le faire marcher*, même s'il se croit en état de marcher seul, sous peine d'aggravation mortelle.

2. Enlever les vêtements contaminés. Faciliter la respiration en défaisant les vêtements serrants.

3. Imposer le repos absolu et interdire tout mouvement.

4. Maintenir le patient au chaud au moyen de couvertures.

5. Donner des boissons chaudes (lait, tisane, café).

Si l'abri est pourvu de personnes exercées et de boîtes de secours :

Inhalation d'oxygène quand la respiration est sur le point de cesser.

Administration d'excitants pour le cœur.

La saignée au pli du coude, l'ipéca à dose nauséuse, avec les réchauffements, aident à lutter contre l'œdème pulmonaire.

Sauf dans le cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone ou l'acide cyanhydrique, *ne jamais pratiquer de respiration artificielle*, à cause du danger de rupture des cellules pulmonaires.

b) Victimes des grands toxiques (oxyde de carbone, acide cyanhydrique)

1. Soustraire immédiatement le sujet à l'atmosphère toxique.

2. Si le malade est encore conscient quand on le transporte à l'air frais, lui faire faire de la respiration profonde.

3. S'il est en état d'avaler, lui faire prendre du café très fort mais *ne pas lui donner d'alcool*.

(1) Instructions concernant la protection de la population civile contre les produits toxiques. G. Thone, Liège, 1930.

4. Pratiquer la respiration artificielle. (1)
5. Inhalation d'oxygène.
6. Massage du cœur. Administration d'excitants pour celui-ci.

c) Victimes des produits vésicants.

Le malade devra faire attention à ne pas se passer inutilement les mains sur la figure, les yeux, la bouche, à ne pas se gratter ; tous ces attouchements véhiculent l'infection.

1. Déshabiller complètement la personne intoxiquée.

2. Savonner soigneusement la peau, principalement les parties les plus sensibles (aisselle, aine, organes génitaux).

3. *Contre les brûlures tardives*, et sur la peau rendue absolument sèche, on fera des frictions de chlorure de chaux pulvérulent, sauf sur les parties sensibles que l'on se contentera de savonner. Après ces frictions au chlorure, la peau sera lavée à l'eau, puis savonnée.

Il faut noter que l'application du chlorure de chaux sur l'épiderme, dans les trois minutes qui suivent la contamination, neutralise radicalement les effets de l'ypérite.

Sur les brûlures du premier degré, l'onction des corps gras apportera quelque soulagement. Sur les brûlures de second degré on appliquera un pansement ouaté sec et on fera l'empaquetage soigneux de la partie atteinte en attendant le transport à l'hôpital. Pendant ces opérations on prendra grand soin de

(1) Le procédé Schafer est seul autorisé. En voici la technique :

La victime est étendue par terre, sur le ventre, la tête tournée de côté et les bras allongés en avant.

Le sauveteur enjambe le corps, se met à genoux à hauteur des cuisses du patient, de manière à pouvoir s'asseoir sur ses mollets. Il pose les mains largement ouvertes sur le dos, au niveau des dernières côtes, les pouces se touchant, et appuie progressivement de tout son poids, de manière à comprimer le thorax, ce qui assure l'expiration. Puis, il cesse la pression en se rejetant en arrière, ce qui provoque l'inspiration. Et ainsi de suite, à la cadence de 16 pressions par minute, environ.

Le retour à la vie est d'autant plus long que l'intoxication a été plus complète. Il faut continuer les soins, tant que la respiration de la victime n'est pas redevenue normale et automatique ou que des signes certains de la mort n'apparaissent pas. Certains intoxiqués ne recouvrent la vie qu'au bout de 5 et 6 heures de soins ininterrompus.

ne pas toucher au premier liquide produit par les phlyctènes (risques de brûlures graves).

Les brûlures du troisième degré seront antiseptisées comme les plaies.

Contre *les lésions oculaires*, faire de fréquentes applications d'eau chaude. Enrayer la conjonctivite par de fréquents lavages avec une solution de permanganate de potasse isotonisé (1). Concurrément avec ces lavages faire une application de pommade à l'oxyde de mercure (Poirier).

Contre *les accidents des muqueuses respiratoires* : gargarismes au bicarbonate de soude, inhalations d'eucalyptus qui soulagent et agissent comme antiseptique préventif des infections secondaires de l'appareil broncho-pulmonaire (Parein).

d) Victimes des lacrymogènes.

1. Les yeux seront lavés à l'eau pure ou, autant que possible, à l'eau boriquée, au sérum physiologique ou au permanganate.

On se gardera bien d'utiliser, pour ce lavage, de l'eau sale ou polluée, sous peine d'ophtalmies graves.

Généralement, les accidents causés par les lacrymogènes se dissipent en quelques heures ou quelques jours.

2. Dans certains cas, les voies respiratoires peuvent être attaquées ; on appliquera alors les premières mesures indiquées à propos des gaz suffocants.

e) Victimes des arsines.

Les lésions sont généralement peu graves et guérissent en quelques jours.

1. Lavages de la bouche, de la gorge et du nez avec de l'eau ou une solution de permanganate de potasse à 1/4000.

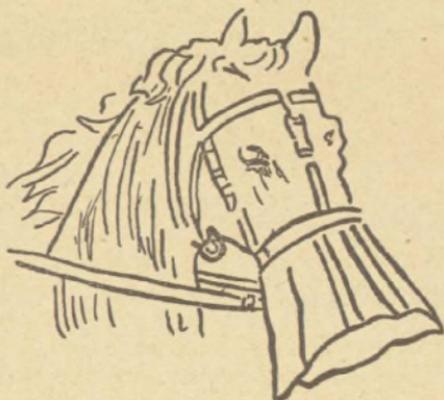
Certaines arsines étant vésicantes, on utilisera, le cas échéant, les mesures indiquées à ce sujet.

(1) Solution au 1/4.000 additionné de 3 % de chlorure de sodium ou sel marin.

LA PROTECTION DES ANIMAUX CONTRE LES GAZ

Chevaux, mulets. — Il paraît difficile de protéger tout le corps du cheval contre les gaz et notamment contre les vésicants. Mais on peut au moins protéger les voies respiratoires aériennes.

Le masque actuel le plus pratique est le masque Decaux qui permet l'usage de la bride.



Le masque Decaux.

Ce masque en forme de sac est constitué par un certain nombre de gazes imprégnées identiques à celles employées pour le masque M2. Des garnitures élastiques permettent de le fixer. La mise en place est assez longue : elle demande de trois à cinq minutes.

Un masque de fortune peut être constitué par une musette doublée, dans l'intervalle de laquelle on dispose du foin imprégné d'une solution neutralisante ou d'eau. (Frogé.)

Les animaux travaillent mal sous le masque et on ne peut leur demander des efforts violents.

Contre l'ypérite, les pieds des chevaux peuvent être garnis de chaussures spéciales en tissu caoutchouté.

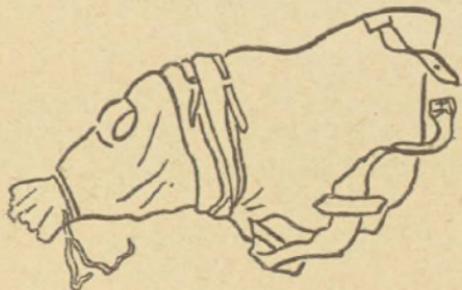
La protection de l'appareil digestif réclame une surveillance

minutieuse ; le foin ou le vert ramassés dans les zones douteuses seront rejetés, et jamais on ne laissera boire les animaux dans les trous d'obus.



Chaussures destinées à protéger le pied des chevaux (d'après *Science et Vie*).

Un cheval yperité ne doit jamais être touché avec les mains nues. On s'en écartera pour revêtir les moufles, les vêtements spéciaux et le masque, et l'on frotera le plus tôt possible les parties atteintes de l'animal avec du chlorure de chaux sec, sauf les parties délicates qui seront simplement savonnées ; on lavera ensuite à grande eau. Les yeux seront simplement lavés à l'eau pure.



Le masque pour chiens.

Chiens. — L'utilisation des chiens dans les services de liaison et les services sanitaires a posé le problème de leur protection. Le masque employé dans l'armée est constitué par un certain

nombre de gazes imprégnées comme le masque du cheval. Une ouverture pratiquée dans ces gazes est fermée par un loup en caoutchouc muni de viseurs identiques à ceux du masque M2. Des courroies permettent de le fixer.

Les mêmes précautions que ci-dessus seront prises à l'égard des animaux atteints.

Pigeons voyageurs. — Ces oiseaux peuvent traverser une atmosphère toxique impunément, si la durée du parcours est faible.

La protection s'effectue en enveloppant leur cage d'une housse en toile huilée ou à défaut d'un tissu épais maintenu mouillé. Cet enveloppement doit être suffisamment large pour que les animaux ne puissent être gênés par les produits de leur respiration.

Animaux de l'arrière-front. — Le seul procédé pratique pour permettre à ces animaux d'échapper aux atteintes des gaz est de les conduire ou de les transporter sur des terrains élevés.

QUELQUES MOTS SUR LA LUTTE CONTRE LES INCENDIAIRES

Les procédés ordinaires de lutte contre les incendies, basés sur le refroidissement intense du foyer par aspersion d'eau, sont absolument inefficaces contre les incendies provoqués par les projectiles incendiaires.

Les procédés qui nous paraissent ceux de l'avenir sont basés sur la privation totale du comburant des incendies : l'oxygène.

A cet égard, deux sortes de procédés sont à notre disposition :

1° L'emploi des poudres inertes comme le sable ;

2° L'emploi de corps antioxygènes actifs qui, à doses très faibles, suffisent à arrêter toute combustion.

MM. Dufraisse et Horclois ont publié en 1931 les résultats de leurs premières recherches à l'égard de ces produits dont le tétrachlorure de carbone serait un des représentants les moins actifs et l'oxychlorure de phosphore le plus actif quant à présent.

Suivant ces auteurs, l'air qui renferme seulement 1 %, en volume de ce dernier produit suffit à éteindre le charbon incandescent. Or, on sait que l'incandescence du charbon

correspond à une température qui peut varier entre 1.000 et 1.500 degrés.

Il ne s'agit encore, sans doute, que d'expériences de laboratoires. Elles permettent cependant d'espérer beaucoup.

Notons enfin que l'arsenal de la lutte contre l'incendie s'est augmenté, depuis quelque temps, de vêtements incombustibles en amiante.

CHAPITRE VII

LA GUERRE BACTÉRIOLOGIQUE

Il y a quelques années, on a parlé d'une guerre future dans laquelle l'usage des gaz de combat serait associé à celui de poisons d'ordre biologique, et notamment à celui de cultures microbiennes redoutables.

Un pareil emploi est-il possible ? Nous le croyons. Quelques essais ont d'ailleurs été faits, pendant la guerre, sur les animaux, en Roumanie dès 1916, et sur le front français en 1917.

Le mot « microbe » a une signification générale. Il s'applique à tout un monde d'organismes microscopiques, composé d'espèces, de familles, de variétés, dont l'histoire commencée par Pasteur se continue chaque jour. Ces microbes appartiennent au monde végétal et au monde animal.

Les microbes végétaux sont les *moisissures*, dont le feutrage soyeux a été vu par chacun de nous à la surface des confitures exposées aux poussières de l'air ; les *levures*, auxquelles l'homme doit ses boissons alcooliques et son pain ; les *bactéries* dont plusieurs sont susceptibles d'être les armes d'une guerre nouvelle.

Les microbes animaux sont les *Rhizopodes*, les *Sporozoaires* et les *Infusoires*. Ils n'intéressent pas notre sujet. Et parmi les microbes végétaux, les bactéries seules doivent nous occuper.

Presque toutes ces bactéries sont des agents de maladies graves. Elles naissent, se nourrissent, respirent, travaillent par leurs sécrétions, se reproduisent et meurent comme d'autres êtres vivants. Mais leur vie dépend strictement des moindres incidents. Elles sont sensibles à l'influence de la chaleur, de la lumière et des substances chimiques.

Leur culture se fait suivant des procédés dont la description ne peut trouver place ici, et qui sont à la base de la science bactériologique. Disons seulement que cette culture ne nécessite qu'un appareillage fort restreint.

La multiplication des bactéries se fait d'une manière extrêmement rapide. Dans de bonnes conditions, on estime qu'un bacille typhique, par exemple, peut en une demi-heure en produire deux autres, et que, si cette vitesse reste constante, en douze heures plus de seize millions de bactéries nouvelles auront été créées. Si nous ajoutons que ces microbes ont une activité extrêmement grande et que l'industrie n'a pas à intervenir dans leur production, nous aurons établi les raisons qui militent pour leur emploi éventuel, par des adversaires sans scrupules : grande activité, production facile et rapide pouvant être menée secrètement, emploi aisé, car les ballons de verre sont les seuls projectiles capables de transporter ces cultures ; quant au matériel d'inoculation aux animaux, il ne comporte que la bouteille de culture et un pinceau fixé au bout d'un fil de fer.

En principe, les bactéries à adopter comme armes de guerre doivent donner des infections à évolution rapide. M. le médecin-inspecteur Georges, qui a particulièrement étudié la possibilité de la guerre bactériologique, divise les principales maladies à envisager en deux catégories :

1^o Les maladies microbiennes susceptibles de la forme *épidémique*, c'est-à-dire d'une dissémination plus ou moins massive dans l'espèce humaine et peu ou pas susceptibles de la forme *épizootique*.

2^o Les maladies microbiennes susceptibles de la forme *épizootique* et peu ou pas susceptibles de la forme *épidémique*, c'est-à-dire propres aux animaux domestiques utilisés en guerre à titre de moyens de transport ou pour l'alimentation : les équidés : cheval, âne, mulet ; les bovidés : bœuf, vache, veau ; les ovidés : mouton, chèvre. Le porc, malgré la contribution importante qu'apporte sa chair à la nourriture des peuples se trouve pratiquement assez peu enclin aux maladies contagieuses de ses compagnons d'infortune.

LES MALADIES ÉPIDÉMIQUES

Suivant le même auteur, les maladies épidémiques dignes de considération sont la fièvre jaune, les dysenteries, la diphtérie, le paludisme, le typhus, la peste, le choléra, les fièvres typhoïdes.

Mais le tableau se simplifie, si l'on estime que pour des raisons pratiques diverses, les cinq premières sont à éliminer.

La fièvre jaune endémique dans l'Amérique du Sud et l'Afrique ne paraît pas pouvoir se diffuser rapidement en Europe sur de grandes collectivités, car le moustique qui véhicule son germe ne peut pas s'acclimater dans nos régions tempérées.

Les dysenteries sont peu susceptibles d'une dissémination rapide par importation artificielle.

Le transport des germes de la diphtérie réclame la voie aérienne et il faudrait lui trouver un mode de support.

Quant au paludisme, qui a pris en France pendant la dernière guerre une grande importance, il ne paraît pas non plus susceptible d'une dissémination massive par importation artificielle.

Enfin, le typhus est causé par un agent microbien encore mal identifié, qui n'est véhiculable que par l'intermédiaire obligé du pou. On peut s'en défendre par des mesures collectives de propreté banale et son importation artificielle ne paraît pas susceptible d'un rendement rapide et massif.

La peste, le choléra et les fièvres typhoïdes sont malheureusement des exemples d'un autre genre.

La peste

Sur la façade de l'ancien Hôtel de Ville de Bruxelles, on lit : « A peste, fame et bello, libera nos, Maria pacis ». De la peste, de la faim et de la guerre, délivrez-nous, Marie de la Paix.

Comme la famine et comme la guerre, la peste fut en effet un des pires fléaux qui désolèrent l'humanité du temps passé. Des descriptions célèbres nous en sont parvenues... Sans les récentes conquêtes de la science, rien ne dit qu'aujourd'hui elle ne viendrait pas encore s'abattre sur nous.

Avec le D^r Georges nous pouvons, en effet, constater des foyers

de peste un peu partout, en Égypte, en Algérie, à Madagascar, au Pérou, aux Indes Anglaises, en Europe où de-ci, de-là quelques petits foyers existent en Grèce, en Italie, en Portugal, en Turquie ; la France elle-même, n'est pas épargnée puisqu'en 1919 et en 1921, à Marseille et à Paris, sont apparus plusieurs cas de maladie n° 9... Cela signifie que le fléau sommeille et peut se développer dans nos régions à la suite d'une dissémination artificielle.

La peste est causée par un bacille court, trapu, à bouts arrondis, qui fut découvert par le D^r Yersin, un élève de Pasteur et le Japonais Kitasato. Il se cultive facilement dans les laboratoires.

La maladie se transmet avec une extrême rapidité à la fois directement par contact d'homme à homme, et, par voie indirecte, au moyen de rats qui, infectés de puces, transportent avec célérité près de nouvelles victimes le germe cueilli au voisinage de malades atteints. C'est un fait qui a été maintes fois vérifié depuis trente ans que la peste fait de nombreuses victimes chez la gent ratière avant d'éclater parmi les hommes.

Aussi, les premiers pestiférés sont-ils contaminés là où se trouvent le plus grand nombre de rats (bateaux, magasins de grains, égouts, etc.).

Ce ne sont pas les seuls modes de contagion, et, dans l'étiologie de la peste, mouches et moustiques ont aussi une part.

La maladie se présente sous la forme septicémique, pneumonique et surtout sous la forme bubonique.



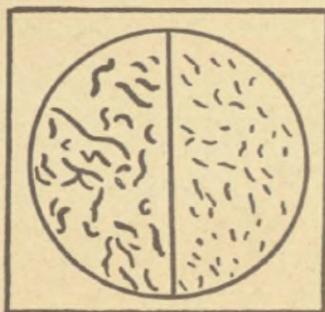
Bacille de la peste.

Le choléra

Cette maladie, endémique aux Indes, peut s'abattre sur les régions les plus diverses du globe et l'homme a appris à la redouter à l'égal de la peste.

Il suffit de rappeler qu'au début de l'année 1921, le choléra s'est installé sur le territoire de l'ancienne Russie à l'exclusion de la Pologne et de la Lithuanie avec le chiffre formidable de 157.201 cas.

Son bacille, un vibrion légèrement recourbé en forme de virgule, découvert par le bactériologiste allemand Robert Koch, est l'hôte du tube digestif. Il y pénètre par l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés et se développe dans l'intestin.



Bacille du choléra.

Ceux qui donnent des soins aux cholériques, s'infectent en touchant leurs lèvres ou leurs aliments avec des mains souillées. Loin des malades, les gens prennent le choléra soit par l'intermédiaire de l'eau ayant subi, dans les nappes souterraines, l'in-

filtration des déjections déposées sur le sol ; soit par les aliments que les mouches ont butinés, après avoir fréquenté les excréments des malades.

Dans les laboratoires, la culture de ce bacille ne rencontre aucune difficulté.

Les fièvres typhoïdes

Ces maladies sont produites par trois sortes de bacilles très mobiles qui pullulent dans le corps des malades et qui en sortent, véhiculés par les matières fécales, l'urine, les crachats.

L'infection se réalise par le tube digestif. Quatre-vingt-dix fois sur cent elle y est provoquée par une eau de boisson contaminée.

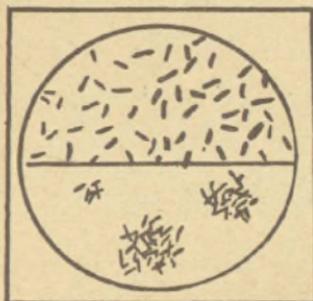
La culture de ces bacilles dont le mode de propagation est le même que pour le choléra, ne rencontre pas plus de difficultés.

MALADIES ÉPIZOOTIQUES

Parmi ces maladies, trois sont intéressantes parce qu'elles représentent les affections contagieuses les plus susceptibles de décimer les animaux : la morve, le charbon, la fièvre aphteuse. Les deux premières sont nettement transmissibles à l'homme, et souvent mortelles.

La morve

La morve, due à un bâtonnet grêle, est une maladie des équidés (âne, cheval, mulet), les bovidés y sont réfractaires.



Bacille de la fièvre typhoïde.



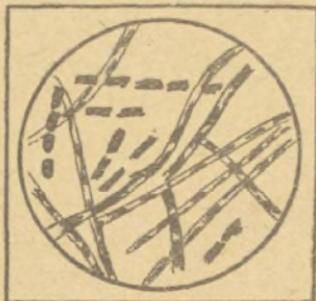
Bacille de la morve.

Elle se traduit par des sécrétions nasales, et le farcin, véhicule redoutable du microbe, caractérisé par des boutons et des abcès.

Son inoculation aux animaux, d'après les quelques exemples fournis par la dernière guerre, se fait soit en versant la culture bactérienne sur le fourrage destiné à l'alimentation immédiate, soit au moyen d'un attouchement nasal ou buccal à l'aide d'un pinceau, soit encore au moyen d'une écorchure faite avec un fil de fer.

Le charbon

Le bacille du charbon frappe surtout le mouton, la chèvre et le lapin ; mais encore les bovidés et les chevaux.



Bacille du charbon.

Il se développe dans le sang de ces animaux à la suite de l'ingestion de fourrages souillés par des spores charbonneuses, surtout lorsque les fourrages sont mêlés à des feuilles de chardon, des barbes d'épis d'orge ou d'autres objets piquants susceptibles de léser la muqueuse du tube digestif.

Les mouches sont des agents de diffusion.

Le charbon peut être inoculé aux animaux de la même façon que la morve.

La fièvre aphteuse.

Cette maladie redoutée des éleveurs est due à un microbe invisible, un virus filtrant. Elle est l'apanage des bovidés et du mouton.

Elle se localise dans la bouche, sous le mufle, en formant des pustules pleines d'un liquide riche en toxine.

L'inoculation peut être faite par un léger frottement sur les muqueuses avec un objet chargé de ce liquide

LA PROTECTION CONTRE LA GUERRE BACTÉRIOLOGIQUE

Les savants ne sont pas d'accord sur le point de savoir si la guerre bactériologique peut être une source de grands dangers pour le pays ennemi. Ce qui est certain, c'est que la guerre bactériologique comporte quelques aléas. La propagation de

la peste, par exemple, par des rats pestiférés serait aussi dangereuse pour celui qui en prendrait l'initiative que pour son adversaire, attendu que les rats circulent d'un front à un autre.

C'est du moins l'exemple que l'on donne souvent. Il ne nous paraît pas démonstratif. Sans parler de la projection possible de ballons de cultures, nous savons, en effet, que des avions de grande puissance sont aujourd'hui capables d'aller déposer dans les lignes ennemies des détachements spéciaux, qu'ils viendront reprendre quelques heures après, assez discrètement pour qu'il soit difficile d'empêcher la mission de s'accomplir. Supposons, ce qui n'a rien d'impossible si l'adversaire a l'âme d'un malfaiteur, que les volontaires ainsi transportés viennent répandre sur nos aliments les germes du choléra ou de la fièvre typhoïde, disséminer dans les hôtelleries des poux chargés de typhus exanthématique ou ailleurs des rats pesteux, nous nous trouverons, tout à coup, en face d'ennemis microscopiques qu'il faudra bien combattre.

C'est pourquoi il nous paraît nécessaire d'indiquer, au moins sommairement, les dispositions à prendre pour se défendre.

Notons d'ailleurs que dans une pareille lutte, comme dans la guerre chimique, le laboratoire a un rôle considérable à jouer. Chargé d'analyses, en temps normal, il devient, dans ces circonstances, le centre des recherches et de la lutte contre les épidémies.

En ce qui concerne la peste, l'expérience montre que l'on peut actuellement enrayer assez vite une épidémie, par l'application de mesures prophylactiques, au premier rang desquelles il faut citer la dératisation et la lutte contre les mouches et les moustiques, le port du masque, et l'emploi des moyens que la microbiologie a mis entre les mains des médecins : le vaccin préventif et le sérum thérapeutique.

Le vaccin est un extrait de cultures pesteuses tuées par chauffage à 65°. Le sérum est celui du cheval auquel on a injecté à plusieurs reprises ces cultures tuées.

La vaccination préventive est douloureuse mais elle est d'une incontestable efficacité (1). Le sérum thérapeutique rend

(1) Elle est, actuellement, largement pratiquée dans les ports grecs avec de bons résultats. La revaccination a lieu tous les six mois.

des services signalés, si l'on intervient le plus tôt possible après le début des symptômes.

Le choléra et les fièvres typhoïdes ont ceci de commun que leurs agents respectifs vivent dans l'eau et que c'est par celle-ci que leur propagation se fait très souvent.

Leur emploi dans une guerre serait combattu par le filtrage et la chloration subséquente, dispositions qui existent déjà dans les grands centres. Il faudrait alors que l'ennemi contaminât directement l'eau épurée des réservoirs au moyen d'avions, opération difficile et contre les effets de laquelle on disposerait de la vaccination préventive.

D'autres mesures seraient cependant à prendre pour protéger la population : isolement des malades ; instruction et mise en observation du personnel soignant ; désinfection des selles des malades et du linge ; interdiction de manger des légumes crus, ou de boire une eau non stérilisée ; lutte contre les mouches, etc.

La vaccination anticholérique au moyen de cultures atténuées à la chaleur est une arme de défense de la plus haute valeur, mais l'immunité conférée n'étant que d'une année, il y aura nécessité de vacciner tous les ans.

Contre les fièvres typhoïdes, la vaccination préventive mixte, par un mélange des cultures atténuées des trois bacilles, a montré son efficacité au cours de la guerre mondiale et depuis.

Les sérums thérapeutiques contre le choléra et les fièvres typhoïdes ne donnent pas de résultats certains (1).

D'une façon générale, ces mesures seront complétées par des dispositions dont on trouvera les éléments dans les ouvrages d'hygiène ou d'épidémiologie.

Dans tous les cas, la règle suivante est rigoureuse : lorsqu'une épidémie menace, il faut se dire qu'on porte peut-être en soi le germe de la maladie. Il faut prendre toutes les précautions utiles, éviter les fatigues et le surmenage de toute espèce, bien

(1) La préparation des sérums contre les maladies que nous venons de décrire immobilisera beaucoup de chevaux. Il faut donc prévoir la création d'écuries affectées à la préparation rapide de ces remèdes.

Veut-on un ordre de grandeur des préparations à envisager ? Pendant la guerre, la fabrication journalière de 20.000 doses du seul sérum antitétanique a nécessité la vaccination de 1.462 chevaux et la préparation de la quantité formidable de 26.579 litres de sérum tétanique (Calmette).

s'alimenter, éviter de respirer les poussières, et, suivre exactement toutes les prescriptions imposées pour la lutte.

Quelques mesures à l'égard des animaux. — La morve est dépitée par l'emploi à faible dose de la malléine, toxine sécrétée par le bacille et qui, injectée, possède la propriété de provoquer une vive réaction dans les organismes déjà atteints. On ne connaît pas, jusqu'à présent, de remèdes vraiment efficaces contre cette infection.

Contre le charbon on agit surtout par la vaccination préventive anticharbonneuse au moyen de cultures atténuées : le procédé est d'une efficacité presque absolue. La sérothérapie n'a donné jusqu'à présent que peu de résultats.

Contre la fièvre aphteuse on ne dispose encore que d'un sérum préventif à effets incertains.

Dans tous les cas, l'isolement des animaux malades est à prescrire et il est inutile d'ajouter que ceux-ci ne doivent pas être livrés à la consommation. Leurs cadavres seront détruits par enfouissement profond en présence de chaux vive, ou par les moyens physiques et chimiques actuellement en usage dans les clos d'équarrissage.

LA DESTRUCTION DES RÉCOLTES AU MOYEN DES MALADIES PARASITAIRES

La destruction des récoltes de l'ennemi au moyen des maladies cryptogamiques ou autres dont les germes seraient déversés sur les cultures au moyen d'avions, est un autre aspect d'une guerre qui demande à la science les pires moyens de combat.

S'inspirant sans doute de l'opinion du Professeur Cannon, expert de la Société des Nations, M. Endres a pu écrire : « On pourrait aussi parsemer les campagnes de larves de parasites qui, grâce à leur puissance considérable et rapide de reproduction, détruiraient sans en rien laisser toute la récolte ».

Que faut-il penser d'un tel moyen d'attaque ? Ce que l'on sait aujourd'hui sur les maladies parasitaires des plantes cultivées permet de supposer que l'infection artificielle des récoltes pourrait se faire à l'aide du mycélium, ou des spores du parasite végétal envisagé, ou des larves du parasite animal choisi.

Mais les résultats restent incertains. Il faut savoir en effet, que même en se mettant dans les conditions les plus favorables au développement des parasites, beaucoup de ceux-ci pénètrent une plante que si cette dernière se trouve dans des conditions spéciales de réceptivité.

Sur les plantes vivantes en végétation, un traitement préventif, au moyen de bouillies cupriques pulvérisées ou de soufre, peut donner de bons résultats.

Lorsque la maladie parasitaire est apparue, et particulièrement lorsqu'on la trouve localisée dans un seul ou un fort petit nombre d'endroits, le mieux paraît être de récolter tous les organes malades et de les brûler. La surface du sol peut ensuite être stérilisée par le feu ou par quelques rares antiseptiques : sulfure de carbone ou formol (Delacroix).

CHAPITRE VIII

LA SOCIÉTÉ DES NATIONS ET LES AUTRES GROUPEMENTS CONTRE LA GUERRE CHIMIQUE

Dans une conférence récente (24 juin 1931), M. le Professeur Langevin a montré que l'on peut distinguer quatre attitudes à l'égard de la guerre chimique.

La première est celle de l'*acceptation*. Partant du point de vue qu'il y a toujours eu des guerres, et qu'il y en aura peut-être malheureusement toujours, elle place la guerre chimique dans le domaine des choses possibles. La seule façon d'enrayer le danger est de développer les moyens dont un pays dispose, par conséquent les dispositifs de défense et de protection, et de faire l'éducation du public.

La seconde attitude est celle des « *endormeurs* ». On ne parle de rien, on ne fait rien, on ne voit rien ; niant cette observation fondamentale, que les peuples faibles ont toujours été les plus attaqués, on laisse courir le pays à une catastrophe sans le prévenir de ce qu'elle sera.

La troisième attitude est celle-ci : si l'homme veut vivre, il lui faut *enchaîner la Science*.

La *quatrième*, est celle du Professeur Langevin : devant l'immensité du danger, une seule solution, *enchaîner la Guerre* par une justice internationale effective.

Ce livre n'est pas un ouvrage politique et il ne nous appartient pas de critiquer ces diverses opinions. Mais nous devons commenter les faits observés, c'est la méthode de toute science expérimentale.

L'attitude des « *endormeurs* » est dangereuse, et nous pensons

qu'il n'y a aucune personne raisonnable capable de croire que pour conjurer un fléau il suffit de n'en point parler.

Pour ce qui est d'enchaîner la Science, thèse soutenue de deux façons différentes par M. Joseph Caillaux et récemment par M. le Major Lefébure, il n'y faut point songer jusqu'à présent.

Enchaîner la Science, ce serait, en effet, enchaîner un progrès qui ne sert pas simplement la guerre, mais qui sert beaucoup plus la paix en améliorant, chaque jour, les conditions de vie de chacun de nous. Nous savons trop que tout ce que nous consacrons à la Science nous est rendu au centuple, pour ne point aimer celle-ci et nous attacher à elle.

Et puis, même si cet enchaînement de la Science est possible dès maintenant, peut-on obliger les hommes à oublier ce qu'ils ont appris ? Ce livre a démontré, nous l'espérons, qu'en fait de guerre chimique, ceux-ci sont déjà suffisamment outillés pour la mener à bien, malgré l'enchaînement plus ou moins momentané de la Science.

La solution qui consiste à *enchaîner la Guerre* nous paraît certainement la plus acceptable. Mais il faut la volonté commune et franche des deux adversaires, autrement dit, il faut le désarmement moral de chacun d'eux. Or, les observations les plus désintéressées montrent que le désarmement moral est loin d'être réalisé chez les peuples. Sans doute, peut-on y obvier par l'intervention d'une justice internationale effective. Mais alors une autre question se pose, il faut que cette justice soit capable d'imposer ses décisions par une force certaine, sous peine de voir son autorité morale sombrer dans l'impuissance et le ridicule en face des peuples obstinés ou peu scrupuleux. Reconnaissons qu'à l'heure actuelle, la justice internationale n'est qu'une force morale dont les décisions ne sont pas acceptées dans tous les pays avec bonne grâce...

D'autre part, l'organisme créé pour mettre les peuples d'accord, la Société des Nations, n'a également à l'heure actuelle qu'une autorité morale, puisque les peuples lui ont refusé, dès le début de son existence, le droit de disposer d'une force effective, l'armée internationale.

Or, qu'observons-nous ? L'autorité morale dont la Société des Nations dispose, lui est conférée par le groupement de

deux sortes d'éléments : ceux qui désirent la paix à quelque prix que ce soit et ceux qui mettent à ce désir certaines conditions d'indépendance et de sécurité. Ce bloc, né dans le besoin de détente d'après guerre, a résisté jusqu'à présent aux poussées agressives qui, de ci, de là, sont apparues en Europe. Cela durera-t-il ? Toute la question est là.

En grand historien, M. Lucien Romier a montré, il y a quelques années, qu'il existe une physique des peuples comme il y a une physique des corps, et, dans cette physique, le problème des forces domine. La paix des peuples résulte de l'équilibre de ces forces et de l'ajustement de leurs besoins. « Elle se rompt sitôt que par un artifice politique ou devant un obstacle matériel, l'adaptation cesse. » Aux lecteurs de méditer cette vérité...

En ce qui concerne la guerre chimique, la Société des Nations ne peut espérer atteindre ce but : la supprimer, qu'en usant de son autorité morale. C'est ce qu'elle a fait en édictant le Protocole du 17 juin 1925 qui condamne la guerre chimique et bactériologique.

Ideé généreuse qu'il faut soutenir, mais qui, à notre avis, semble reposer sur un paradoxe. La décision de la Société des Nations a été prise à la suite des travaux d'une Commission temporaire mixte, réunie en 1924 et groupant des savants de toutes nations. Ces hommes de science devaient notamment étudier, d'une manière complète, les effets de la guerre chimique et bactériologique. Or, dans le rapport final de cette Commission, on lit :

« Constatant d'une part les applications de plus en plus nombreuses et variées de la science à la guerre, observant d'autre part que le véritable danger, danger de mort, pour une nation serait de s'endormir, confiante en des conventions internationales pour se réveiller sans protection contre une arme nouvelle, il paraît à la commission essentiel que les peuples sachent quelle terrible menace est ainsi suspendue sur eux. » (Rapport de la Commission temporaire mixte pour la réduction des armements A. 16-1924 Genève 30/7/24. Partie IV. *Guerre chimique*, pp. 24-30).

En somme, la guerre chimique et bactériologique est condamnée par la Société des Nations, mais les experts qu'elle a

nommés, ont adopté la première attitude que nous avons mentionnée : l'acceptation.

D'ailleurs, tous les peuples n'ont pas mis le même empressement à ratifier le Protocole de Genève. A l'heure actuelle la plupart des nations signataires ont accepté cette condamnation de la guerre chimique et bactériologique (1). Mais il est curieux de noter que les deux tiers des États n'ont opéré cette ratification que depuis 1929, époque qui correspond aux préparatifs effectifs de la Croix Rouge Internationale pour organiser la protection des populations civiles.

Notons aussi que malgré cet accord de principe, l'*usage des gaz lacrymogènes et sternutatoires*, qui paraissait échapper aux stipulations de La Haye de 1899, et que les dispositions du Protocole de 1925 et le projet de convention du désarmement semblent condamner, reste un point litigieux jusqu'à la Conférence générale de désarmement en 1932.

Notons aussi que malgré l'interdiction formulée par la Société des Nations, la plupart des pays organisent leur défense. Il faut donc conclure, qu'à l'encontre de l'organisme de Genève ces pays adoptent également l'attitude de l'acceptation...

D'après une étude documentée très récente du D^r des Cilleuls, la Pologne se place en tête des peuples pour l'édification des masses populaires, relative à la guerre chimique.

En Suisse, sans parler de la Croix Rouge Internationale, la station fédérale de Wimmis est l'animatrice de nombreuses organisations anti-gaz.

En Allemagne, plusieurs villes sont dotées d'une organisation perfectionnée et de lignes de protection aérienne.

Aux États-Unis, à côté du fameux arsenal d'Edgewood dans le Maryland, le Chemical Warfare Shool, l'Edgewood Chemical Warfare Depot, le Chemical Warfare Board, le

(1) En juillet 1931, 31 pays sur 45 signataires avaient ratifié cette condamnation. Sur ces 31 pays, 14 ont fait des réserves. Le type de ces réserves a été fourni par la France. Le voici :

« 1^o Le dit Protocole n'oblige le gouvernement de la République française que vis-à-vis des États qui l'ont signé et ratifié ou qui y auront adhéré ;

2^o Le dit Protocole cessera de plein droit d'être obligatoire pour le gouvernement de la République française à l'égard de tout État ennemi dont les forces armées ou dont les Alliés ne respecteraient pas les interdictions qui font l'objet de ce Protocole. »

1^{er} Régiment de Gaz, témoignent de préoccupations analogues.

Dans l'Union des Républiques Soviétiques Socialistes, la Société Aviakhim (Aviation et Chimie), compte des milliers d'adhérents et organise des équipes de lutte contre les gaz dans tous les centres importants.

L'Esthonie s'intéresse également à cette préparation, et nous avons vu de quelle façon.

En Italie, une commission mixte nationale vient d'être chargée de l'organisation de la défense des populations.

En Belgique, la Croix Rouge Nationale a déjà publié un petit manuel d'instruction sur les gaz, à l'intention du public.

En Grande-Bretagne, il existe un Comité de la guerre chimique, composé d'experts scientifiques et militaires et de grands industriels.

L'attitude de la France, à l'égard de ce mode de combat, est contenue dans la formule avant-propos des manuels d'instruction militaire :

« Respectueux des engagements internationaux auxquels la France a souscrit, le Gouvernement français s'efforcera au début d'une guerre et d'accord avec les Alliés, d'obtenir des gouvernements ennemis l'engagement de ne pas user des gaz de combat comme arme de guerre. Si cet engagement n'est pas obtenu, il se réservera d'agir suivant les circonstances. »

Devant les préparatifs de défense menés activement par les autres pays, la France a dû envisager, elle aussi, un vaste plan national de protection pour les populations civiles, dont nous parlerons au cours du prochain chapitre. L'Académie de médecine a formulé un avis, tendant à « mettre le public au courant des dangers que présente la guerre chimique, et de lui indiquer par quelles mesures individuelles, familiales ou collectives il pourra s'en préserver » (18 décembre 1928). Enfin une ligue privée de défense aérienne s'est constituée récemment.

Dans un autre ordre d'idées, divers groupements se sont formés dans plusieurs pays, pour opposer à la thèse de l'acceptation de la guerre chimique un mouvement d'opinion contre les mesures prises ou à prendre. Ce sont jusqu'à présent des ligues de femmes : « La Société Américaine des femmes pour la Paix » ; « La Ligue Internationale des femmes pour la Paix et la Liberté », qui a organisé en janvier 1929, à Francfort-sur-

le-Mein, une vaste conférence sur les méthodes modernes de guerre et la protection des populations civiles.

Ce qui semble certain, comme l'a écrit, il y a plusieurs années, le Major Lefébure, c'est que la guerre chimique est le point faible de la question du désarmement mondial.

CHAPITRE IX

STRATÉGIE ET POLITIQUE CHIMIQUES

Le fait que la conscience universelle ne réproouve pas la guerre chimique a mis la France dans la nécessité de concevoir, pour elle-même, un vaste plan de défense et de protection, premier pas vers l'adoption d'une stratégie chimique du territoire pour le temps de guerre.

Ce plan comporte d'abord un organe central désigné sous le nom de « Commission Supérieure des défenses passives ».

La protection est étudiée et mise sur pied dans le cadre des départements par le Préfet secondé des spécialistes civils et militaires constitués en « Commission Départementale des défenses passives » et dans les villes, par les Maires assistés de « Commissions Urbaines des défenses passives » fonctionnant sous la responsabilité de l'autorité municipale qui demeure l'organe d'exécution.

Le Ministre de l'Intérieur coordonne les défenses passives des populations, sur le plan national.

D'autre part, M. le Maréchal Pétain est chargé de coordonner l'action des différents départements ministériels sous forme de propositions au gouvernement (décret du 9 février 1931).

Cependant, malgré ce plan, il semble que peu de villes aient commencé en France le travail effectif d'organisation (général Niessel) (1). Il faut donc souhaiter que ce travail se poursuive rapidement avec toutes les collaborations nécessaires.

(1) En ce qui concerne Paris, un arrêté préfectoral du 11 juillet 1931 a créé à la Préfecture de Police, une Direction générale administrative des services de protection et de sécurité de la région parisienne dont les attributions comportent notamment : « le plan de défense passive en vue d'assurer la protection des populations contre les attaques aériennes ».

Sans doute, une telle organisation répugne un peu aux Français. Pour cette raison d'abord, que l'on souhaite la paix et que l'on se refuse à considérer comme possible le retour d'une guerre ; et ensuite, pour cette autre raison, que le Français s'adapte rapidement à toutes les situations, qu'il trouve toujours à l'heure du péril une force pour le sauver. Nous avons une expression populaire qui caractérise bien ce sentiment, c'est celle-ci : « On se débrouille ».

Mais ce débrouillement, « c'est du génie qui cache mal notre vice d'organisation », pour employer les mots de Barrès, et ce manque d'organisation est à la base de tous nos retards, de toutes nos incertitudes.

Or, en matière de science et, par conséquent, en matière de guerre chimique, il est à craindre que de pareilles fautes ne puissent plus être réparées par des miracles de l'énergie sous toutes ses formes. Le progrès scientifique s'appuie non seulement sur l'intelligence et la faculté d'adaptation, des qualités françaises, mais aussi sur une longue persévérance dans l'effort.

A un point de vue général, le danger aérochimique paraît avoir pour première conséquence stratégique de faire disparaître peu à peu des zones frontières sujettes aux attaques, les grands centres industriels, pour les pousser vers l'intérieur du pays. « Cet exode des industries transportables, à commencer par l'industrie chimique et mécanique, est déjà fait en partie, écrit M. de Stackelberg. La France et l'Allemagne en donnent un exemple frappant. La première a établi son industrie chimique dans la vallée du Rhône et dans les Pyrénées, son industrie mécanique, celle de moteurs et d'avions, au centre du pays ou dans les régions fortifiées du Midi (Toulon). Avec la région industrielle et minière du Bassin de Saint-Étienne où toutes les fabrications de guerre se trouvent centralisées, la France peut obtenir un regroupement industriel idéal qui sera absolument à l'abri des incursions aériennes et aérochimiques ennemies.

Quant à l'Allemagne, elle ne pourrait naturellement déplacer le Bassin de la Ruhr vers l'intérieur du pays, ni protéger efficacement le tronçon minier de la Haute-Silésie qui lui a été laissé.

Dans ces conditions, l'Allemagne ne peut compter que sur

les lignites thuringiens, les chutes d'eau, comme source d'énergie électrique, et en premier lieu, sur son industrie chimique. Aussi elle procède, dans cet ordre d'idées, au regroupement industriel vers la région thuringienne-franconienne.

La Yougoslavie... « procède non pas au regroupement puisque son industrie est à créer de toutes pièces, mais au groupement industriel dans la région bosniaque septentrionale, contrée sauvage et déserte, mais offrant l'avantage d'être au cœur du pays, partant à l'abri des bombardements aériens et aéro-chimiques... »

En ce qui concerne la France, disons tout de suite que cette opinion ne repose sur rien de précis.

D'autre part, nous nous permettons de rectifier des lignes qui peuvent faire croire au lecteur, que l'Allemagne est seule à ne pouvoir déplacer ses industries lourdes.

M. de Stackelberg a oublié d'écrire que la France a la presque totalité de ses charbonnages dans le Nord, de sa métallurgie dans l'Est, et qu'un grand nombre de ses industries restent groupées dans la région parisienne.

De cette citation, ne retenons donc que l'idée.

Ceci dit, le danger aérochimique pose, comme premier problème, l'organisation de la défense et de la protection des populations, autrement dit, l'adaptation de certaines mesures militaires à la vie profonde du pays.

Le second problème touche la protection individuelle contre les gaz. Nous en avons présenté les multiples aspects, souligné les imperfections. Des recherches rationnelles, continues, approfondies doivent être menées sur cette question, si nous voulons, en temps de guerre, suivre pas à pas l'initiative ennemie ou même la devancer. Organisée sur une grande échelle, cette protection a d'ailleurs une valeur stratégique importante. En neutralisant les masses de gaz ennemi, elle permet au soldat de conserver intacts ses propres moyens offensifs et rend inutiles de coûteuses contre-attaques (Lefébure).

En cas de défaillance de la protection, il faut prévoir la contre-attaque, puis l'attaque elle-même, pour reprendre l'initiative du combat. A cet égard, deux questions se trouvent posées : la découverte de gaz nouveaux et un emploi mieux

étudié des gaz connus. Nous n'insisterons pas sur ces problèmes examinés dans une autre partie de ce livre.

Nous dirons seulement que, dans une guerre chimique, la liaison intime des armées et de l'intérieur est absolument nécessaire. De plus en plus, les états-majors doivent tenir compte des travaux de laboratoire et des usines de l'arrière. La liaison entre les services français et les armées alliées n'est pas moins indispensable, de même qu'à l'intérieur, entre les organes d'études et les services de fabrication. En un mot, le succès de la guerre chimique dépend de l'union dont la Grande Guerre nous a donné une leçon.

QUESTIONS DE POLITIQUE CHIMIQUE

En principe, l'organisation, dans la guerre chimique, doit être l'œuvre du gouvernement. En fait, comme la production du temps de guerre est en liaison étroite avec celle du temps de paix, l'état de l'industrie influe profondément sur cette organisation et l'initiative du gouvernement se trouve quelque peu limitée. En prenant l'exemple de l'Allemagne d'avant-guerre, nous dirons avec M. le Major Lefébure que dans un pays industriel prospère, la tâche consiste pour lui à approuver telle méthode ou telle substance en prenant la responsabilité de son choix et en assurant le rôle de bailleur de contrat.

La question revient donc à examiner l'état de l'industrie chimique du pays.

Au sujet de la France, une légende est assez courante : nos fabrications chimiques n'existaient pas avant la guerre. C'est faux. L'industrie des produits chimiques minéraux, clé de toute l'industrie chimique, existait et elle était même prospère. Mais il est exact que dès 1860, une grande partie de notre industrie chimique, celle des matières colorantes et des produits pharmaceutiques avait émigré vers l'Allemagne où elle s'était développée considérablement au point de constituer un véritable monopole...

La guerre a marqué notre redressement chimique. L'effort extraordinaire qui a été fait mérite que nous nous attardions un instant sur lui.

Un grand chimiste, J.-B. Dumas, disait que l'on mesure l'activité industrielle d'un pays à sa production d'acide sulfurique. Cette production qui était de 900.000 tonnes en 1914 dépasse aujourd'hui 1.600.000 tonnes...

La fabrication de l'acide nitrique synthétique est opérée dans sept usines dont la production totale est de 50.000 tonnes. Nous pouvons produire par l'électrolyse des chlorures, le chlore liquide, la potasse et la soude pour nos usines de colorants et de produits de même origine. Notre industrie du brome s'est maintenue et la fabrication des sels minéraux répond à 70 % de notre consommation.

En ce qui concerne les produits réfractaires et céramiques, notre industrie est armée pour répondre à tous les besoins pour lesquels, avant la guerre, nous nous adressions à l'Allemagne, à l'Autriche, à l'Angleterre. En ce qui concerne l'industrie des engrais, notre consommation est assurée. En un mot, « l'industrie chimique minérale a atteint un équilibre tout à fait favorable à la production générale » (Fleurent).

Si nous regardons maintenant du côté de notre industrie organique, que voyons-nous ?

Pour un certain nombre de produits (dérivés du bois, extraits tinctoriaux et tannants, savons, colles et gélatines), la production française dès 1913 fournissait notre industrie intérieure et couvrait de larges besoins étrangers.

En ce qui concerne les dérivés des hydrocarbures saturés et les produits relevant en partie des réactions de synthèse : acides organiques, solvants, nous étions tributaires de l'étranger, mais aujourd'hui ces lacunes sont comblées.

Pour les produits de synthèse qui ont pour origine les hydrocarbures extraits du goudron de houille : benzine, toluène, etc., à l'aide desquels on livre à la consommation : les matières colorantes artificielles, les produits pharmaceutiques, les révélateurs photographiques et les parfums artificiels, nous payions à l'Allemagne un lourd tribut. Elle nous fournissait près de 8.000 tonnes de matières colorantes.

Depuis la paix, notre industrie de la distillation du coke et de la distillation des goudrons s'est rétablie suivant des procédés rationnels. La conséquence est que, en ce qui concerne les colorants, notre production suffit maintenant à nos

besoins et nous permet d'exporter vers les pays de l'Amérique latine, de l'Espagne, de l'Italie, de la Grèce et des Colonies françaises. Il en est de même pour l'industrie des produits pharmaceutiques.

Cette jeune industrie française dont l'essor a été si rapide, ne demande qu'à grandir encore (d'après une estimation anglaise nous ne travaillons pour la production des colorants qu'à 70 % de notre capacité) ; mais elle voit se poser quelques problèmes difficiles. La surproduction est le plus important.

Il ne suffit pas, en effet, de produire, il faut trouver des débouchés et, en temps de paix, ceux-ci sont limités, d'autant plus que d'autres nations ont fourni également un effort considérable pour posséder une industrie organique indépendante et que la compétition est très sérieuse.

Qu'arrive-t-il ? Pour empêcher l'avitissement des prix qui résulterait de cette surproduction et qui ruinerait l'industrie, ou pour travailler dans des conditions économiques meilleures (répartition de certaines matières premières essentielles, facilités pour le lancement ou la fabrication de produits coûteux, échanges d'avantages acquis en cours de fabrication), les fabricants sont enclins à conclure entre eux des ententes internationales.

C'est ainsi que, depuis quelques années, des ententes ont eu lieu pour l'azote, les matières colorantes et les produits pharmaceutiques, entre les plus gros producteurs d'Europe : Allemagne, Angleterre, France, Italie et Suisse.

De telles ententes, qui sont des tentatives heureuses de collaboration entre les peuples, ont cependant un écueil à éviter : celui de concentrer une industrie dans un seul pays, si cette concentration présente une importance décisive en ce qui concerne le développement de la fabrication et lui assure un rendement puissant.

La limitation de ces ententes doit être la règle, si dans un souci de sécurité, les pays veulent garder une industrie chimique forte et indépendante.

Un autre problème se pose à l'industrie chimique actuelle : la nécessité de la concentration et de l'intégration des industries similaires et voisines sous la double poussée du progrès chimique et des préoccupations nationales.

M. R. Berr (Chimie et Industrie, 1927) a montré que le monde chimique actuel est dominé par trois grandes questions dont les solutions entraîneront pour les pays vainqueurs une suprématie chimique durable (or, qui dit suprématie chimique dit aussi victoire dans une guerre future). Nous ne pouvons qu'esquisser ces questions, les voici :

Le Problème de l'azote, lié à la production de l'hydrogène et d'un support économique convenable.

La production de l'hydrogène domine en effet le problème de l'ammoniac synthétique, et, jusqu'à présent, l'expérience industrielle ne s'est pas prononcée d'une manière définitive sur un procédé commode. D'autre part, l'azote ainsi fixé doit avoir un support économique. Or les solutions ordinaires, comme la sulfatation, sont imparfaites : 1^o parce que les produits obtenus sont à faible titre en azote ou d'un emploi difficile en agriculture ; 2^o parce que la transformation de l'azote fixé en produit commercial double à peu près le prix de revient.

Il n'est pas exagéré d'affirmer que le pays qui résoudra ce double problème sera maître du marché de l'azote ; or, on sait qu'une nation qui dispose de l'azote à volonté a sur les autres une supériorité redoutable, en temps de paix comme en temps de guerre.

Cette production de l'azote est liée aux industries houillères et hydro-électriques, et, sans entrer dans plus de détails, nous pouvons dire qu'elle est sur le point de déborder sur l'industrie des engrais phosphatés, réagissant ainsi fortement sur celle de l'acide sulfurique.

La seconde question est la production des *carburants synthétiques*. Cette production est devenue pour l'humanité une véritable nécessité depuis que l'on sait que les gisements connus s'épuisent rapidement.

Le problème est activement étudié en Allemagne où trois ordres de recherches sont en cours : le traitement de la houille par l'hydrogène sous pression en présence d'un catalyseur ; la gazéification du charbon en présence de vapeur d'eau, le mélange obtenu d'oxyde de carbone et d'hydrogène étant soumis à la catalyse, à la pression ordinaire pour donner des pétroles, et, sous pression pour donner des alcools.

La fabrication des carburants apparaît ainsi comme une industrie mixte, houillère et chimique.

Le pétrole est un élément essentiel pour la guerre. Lorsque nous assistons à de pareilles recherches nous pouvons méditer la phrase historique de lord Curzon : « Les Alliés ont été portés à la victoire sur des flots de pétrole »...

La dernière question est *l'application à la chimie organique des méthodes de catalyse de la chimie minérale.*

Grâce à ces méthodes il serait possible de préparer tous les produits organiques en ne faisant appel qu'aux seuls éléments : carbone, oxygène, hydrogène, azote, etc., et en supprimant l'emploi de l'acide sulfurique et d'autres produits minéraux qui jouent le rôle d'intermédiaires dans les fabrications actuelles.

Le grand avantage de cette simplification est l'abaissement du prix de revient des matières premières et des produits intermédiaires de la chimie organique, ce qui entraîne la maîtrise complète dans cette branche de la production.

Ces méthodes de synthèse risquent aussi d'atteindre l'importante industrie de la carbonisation du bois, celle des fermentations et de réduire dans de larges proportions le concours demandé à la chimie minérale.

De tout ceci, il résulte que les usines chimiques ont les unes sur les autres des incidences inattendues et graves qui tendent à en faire un groupe complexe. Aucune branche, aujourd'hui, ne peut se flatter de demeurer indépendante ou à l'abri des conséquences du progrès qui, demain, sera obtenu dans une autre. La concentration des industries similaires et l'intégration des industries voisines deviennent nécessaires au progrès chimique.

C'est la nécessité d'une pareille organisation pour l'obtention de rendements supérieurs, et, une grande ambition, qui forment d'ailleurs les raisons d'existence du groupement unique au monde constitué en Allemagne sous le nom d'Interessen Gesellschaft Farbenindustrie (I. G.).

Ce groupement, rappelons-le après d'autres auteurs, englobe aujourd'hui la plupart des entreprises allemandes dont l'objet peut être apparenté à la chimie. La production des matières colorantes ne représente qu'une petite partie de son activité mais sa situation est prépondérante dans le domaine des pro-

duits pharmaceutiques et photographiques. Cependant, c'est surtout vers la solution des grands problèmes que nous avons énumérés que l'I. G. dirige son activité.

Les formidables usines de Merseburg et d'Oppau exportent près de 1.000 tonnes d'azote par jour et elles se hâtent d'entrer dans la voie des engrais phosphatés, supports éventuels de l'azote ainsi fabriqué.

Dans l'étude des carburants synthétiques, l'effort n'est pas moindre. L'I. G. possède seule ou en participation la propriété de nombreuses mines en Westphalie et d'immenses gisements de lignite en Saxe, qui lui fourniraient facilement une grande quantité de carburants.

De plus, l'I. G. a pris en Allemagne une place éminente dans l'industrie des soies artificielles. Elle a ses propres hauts-fourneaux, une usine d'extraction de cuivre. Elle contrôle les plus importantes fabriques d'explosifs et plus de la moitié de la production allemande des matières minérales. Enfin elle vient d'entrer dans l'industrie des résines synthétiques et des vernis cellulosiques.

* Ne nous étonnons donc pas si, en face de ce groupement monstrueux, l'union nationale des industries entre elles s'est imposée dans divers pays, à la fois pour réaliser des progrès techniques et pour se défendre, le cas échéant, contre les débordements de l'I. G. sur les marchés d'exportation.

Les Anglais ont formé dès la fin de 1926 l'Imperial Chemical Industries Ltd qui groupe les quatre plus puissantes Sociétés anglaises de produits chimiques.

En Amérique, à côté de la formidable firme Dupont de Nemours, les grandes industries de la soude, des fours à coke, des colorants se sont groupés sous le nom de Allied Chemical Co.

En 1926 également, les industriels belges ont été invités à se grouper.

Enfin, en France, l'industrie chimique a senti qu'elle ne pouvait échapper à cette tendance. Aujourd'hui, elle se trouve, pour la plus grande part, entre les mains d'un nombre limité de sociétés relativement puissantes et possédant assez de variété dans leurs fabrications ou de sécurité dans leurs sources de matières premières pour constituer des forces avec lesquelles l'étranger doit compter (R. Berr).

Voici donc les problèmes importants qui assaillent aujourd'hui l'industrie chimique, dans les divers pays.

En France, particulièrement, l'union s'impose plus que jamais entre les grands groupements industriels, pour éviter une dispersion des efforts, nuisible à la réussite des recherches et à l'ampleur des réalisations pratiques.

Dans un tel dédale de préoccupations, la tâche d'un gouvernement est délicate à remplir, certes, mais bien définie. Pendant le temps de paix, il doit se faire le défenseur acharné de cette industrie chimique qui, ayant à résoudre de grandes difficultés, a besoin de l'encouragement national.

Le rôle de la science. — Pour résoudre les plus graves de ces difficultés, l'industrie a besoin de la science. On a déjà beaucoup dit et beaucoup écrit sur cette collaboration. La question est-elle donc si nouvelle ? Et l'Allemagne, que nous avons tous vue pousser cette union étroite à ses extrêmes limites, est-elle le seul pays qui en ait compris la nécessité dans l'histoire ?

Non, a répondu Maurice Barrès dans une de ses plus belles pages : « Le secret de la puissance allemande n'est autre que l'antique secret de la grandeur française. Des multitudes d'esprits éclairés depuis Descartes ont préconisé chez nous l'étroite union de la science et de l'activité économique. »

Ne fut-elle pas l'idée de Colbert, lorsqu'il fonda l'Académie des Sciences en 1666, de la Révolution, malgré ses brutales erreurs, de Bonaparte ?

Dans la préface de ses *Eléments de Chimie*, Chaptal qui fut un chimiste de talent et un administrateur de premier ordre, a laissé quelques lignes impérissables sur le sujet, et, plus près de nous, Ch. Moureu qui fut l'âme de notre redressement chimique, pendant la guerre, a pu écrire : « Il est temps de comprendre que nous sommes à un âge nouveau : l'âge scientifique et industriel. Il faut évoluer... En dehors d'une forte organisation scientifique, il n'y a pour notre pays ni sécurité, ni prospérité possibles. La France sera une nation à structure scientifique ou elle ne sera plus la France. »

En une telle matière, il faut beaucoup agir. Comment ? D'abord, par une politique à l'égard de la science et des chimistes, puis, par une politique industrielle. Le nœud de la question est là, les ressorts de la guerre chimique aussi.

Politique à l'égard de la science, par une aide efficace et éclairée à ceux qui lui consacrent leur vie : aide morale en magnifiant leur carrière, en encourageant ceux qu'elle attire, fussent-ils lauréats des plus grandes Ecoles ou simples autodidactes ; aide matérielle, en donnant aux chercheurs les moyens de vivre et de travailler ; et puis, au-dessus de tout cela, par un plan de travail orienté vers l'intérêt du pays, un plan qui donne la tâche à chacun et comprenne une coordination de tous les efforts, depuis ceux des maîtres jusqu'à ceux de leurs élèves.

A l'égard des chimistes, il faut d'abord ruiner, comme le disait avec raison, il y a quelque temps, un écrivain militaire, l'idée toute faite qui a cours en France dans les milieux cultivés, que les chimistes étrangers, et particulièrement les chimistes allemands, sont très supérieurs aux chimistes français. Sans doute, ceux-là sont supérieurs par leur nombre, leur discipline de recherches, par les moyens que l'on met à leur disposition sans compter. Ce sont là des conditions qui ont manqué et qui manquent encore aux chimistes de France.

Que l'on donne des moyens à ceux-ci, que nos industriels et nos agriculteurs renoncent définitivement au reste d'indifférence qu'ils ont encore à l'égard de la science et nous verrons peut-être se renouveler le miracle de 1916, où deux mille chimistes français répondirent à trente mille chimistes allemands et préparèrent la décision des Alliés.

M. Le Wita a bien montré que dans une mobilisation industrielle, toutes nos usines devront rester ouvertes et vivantes, les unes étant les tributaires, les autres les pourvoyeuses de toutes les branches de notre activité guerrière et, à ce moment, ce ne sont pas simplement divers outillages prêts à servir que nous devons avoir, mais un état-major d'ingénieurs et de chimistes, de techniciens et d'ouvriers spécialisés en nombre suffisant.

La mobilisation des chimistes devrait donc être une chose réglée. Or, à cet égard, des questions de rivalités et d'écoles, quelque peu esquissées par Ch. Moureu dans son ouvrage *La Chimie et la Guerre*, jouent un rôle malheureux.

Reprenant l'idée de cet auteur, il nous semble qu'une mesure simple supprimerait de telles difficultés capables de nuire à la défense nationale. Il suffirait, de temps à autre, d'ouvrir

un double concours d'officiers et de sous-officiers chimistes pour le temps de guerre, concours ouvert à tous les hommes, élèves de grandes Ecoles ou non, exerçant des fonctions chimiques depuis plusieurs années. Le programme de ces concours pourrait correspondre pour les officiers, par exemple, au programme de la licence ès-sciences et pour les sous-officiers à celui du baccalauréat, et comprendre une partie pratique et technique très étendue, tant en ce qui concerne la fabrication et l'utilisation des armes chimiques de guerre, que la protection contre elles.

La mobilisation profiterait ainsi de spécialistes exercés, et ceux-ci, suivant leurs capacités, prendraient rang, sans discussion, dans les cadres déjà formés et selon un tableau d'avancement analogue, par exemple, à celui des officiers et sous-officiers de réserve.

La politique industrielle. — L'utilisation judicieuse du laboratoire dont nous avons parlé ailleurs doit être le premier mot de cette politique. Les industriels doivent considérer les chimistes comme des collaborateurs précieux, qu'il faut utiliser avec intelligence, soit pour perfectionner et développer des fabrications existantes ou pour donner une forme industrielle aux découvertes de laboratoire, soit pour s'attaquer à des problèmes nouveaux pour lesquels ils mobiliseront audacieusement de grands capitaux.

Nous admirons nos voisins dans ce domaine, mais n'avons-nous pas aussi des hommes d'affaires expérimentés, aussi bien que des ingénieurs et des chimistes distingués ? Et puis, n'avons-nous pas aussi un fonds national de volonté, d'énergie, de sang-froid, de clarté dans lequel nous pouvons puiser ?

Sans doute cette volonté, cette énergie ne suffisent pas. Il faut qu'aux entreprises qui en naissent, l'État apporte son concours éclairé de protecteur et de stimulateur. Ne doutons pas de nos moyens, ni des siens...

* * *

Au terme de cet ouvrage, il semble donc que notre conclusion puisse tenir dans quelques mots :

Un système chimique, strictement organisé dans le temps

de paix et capable d'être mobilisé et contrôlé par un organe central, est le meilleur instrument de parade à présenter aux peuples ou aux gouvernements que des désirs belliqueux orientent vers la guerre chimique.

Souvenons-nous, Français, que la chimie est née en France dans le splendide bouleversement d'une science ancienne, et que, sur le chemin ouvert par Lavoisier, tous les chimistes du monde se sont lancés. Les Berthollet, les Gay-Lussac, les Chevreul, les Pasteur, les Berthelot, les Curie, pour ne citer que ceux-là, ont marqué d'une empreinte profonde la route parcourue. Ne doutons pas que la nation qui porte avec tant de fierté cet héritage scientifique, ne sache trouver en elle-même le salut, dans une guerre chimique éventuelle.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
CHAP. I. — <i>Les armes chimiques</i>	13
Les gaz de combat	14
Les produits incendiaires	16
Les produits fumigènes	17
Les poisons des puits et des sources	17
Quelques mots sur des armes chimiques nouvelles	17
Le choix d'une arme chimique	19
CHAP. II. — <i>La fabrication des armes chimiques</i>	21
La fabrication de l'ypérite	24
Le chargement de projectiles toxiques	26
La fabrication des engins de protection	27
CHAP. III. — <i>L'organisation d'une guerre chimique</i>	29
La parenté des produits chimiques de paix avec les armes chimiques de guerre	30
La guerre chimique et les laboratoires	36
La nécessité du secret	38
CHAP. IV. — <i>L'emploi des armes chimiques</i>	40
La guerre des gaz sur terre	41
La guerre des gaz et la météorologie	43
La guerre des gaz sur mer	44
La guerre des gaz dans l'air	44
La détection des gaz	45
Les fumigènes	48
La lutte pour l'initiative	50
CHAP. V. — <i>Les effets de la guerre chimique</i>	51
I. — Sur les personnes	51
a) Les irritants	52
b) Les suffocants ou asphyxiants.....	54
c) Les toxiques	56
d) Les suites des atteintes par les gaz	59
II. — L'action des gaz sur les animaux	59
III. — L'action des gaz sur la végétation	60

CHAP. VI. — <i>La Protection</i>	61
La persistance des gaz et leurs aptitudes réactionnelles.....	62
Quelques principes sur le fonctionnement des dispositifs de protection.....	63
I. — La protection individuelle.....	64
a) Protection des voies respiratoires et des yeux.....	64
Les appareils filtrants.....	65
Les appareils filtrants modernes.....	66
Les appareils isolants.....	73
b) Protection de la peau.....	76
II. — La protection collective.....	78
a) Les abris militaires ou de campagne.....	78
b) Les abris civils.....	85
Problèmes posés par la protection des populations civiles....	85
Construction et établissement des abris civils.....	87
Organisation intérieure des abris civils.....	91
Les abris civils dans les campagnes.....	93
c) La discipline des gaz.....	93
Les rumeurs.....	93
L'enseignement nécessaire.....	94
La pose du masque et la discipline sous le masque.....	97
La reconnaissance des gaz.....	99
Le rôle de la Croix Rouge.....	100
d) Désinfection et assainissement.....	101
Désinfection et assainissement du terrain.....	102
Désinfection et assainissement des locaux d'habitation....	104
Désinfection et assainissement du matériel.....	105
Désinfection et assainissement des vêtements, linges, etc.	105
Organisation de la désinfection.....	106
e) Protection et désinfection de l'eau et des aliments.....	107
III. — Quelques moyens de protection de fortune.....	109
IV. — Les premiers soins aux gazés.....	110
a) Victimes des gaz suffocants.....	111
b) Victimes des grands toxiques.....	111
c) Victimes des produits vésicants.....	112
d) Victimes des lacrymogènes.....	113
e) Victimes des arsines.....	113
V. — La protection des animaux contre les gaz.....	114
VI. — Quelques mots sur la lutte contre les incendiaires.....	116
CHAP. VII. — <i>La Guerre Bactériologique</i>	118
I. — Les maladies épidémiques.....	120
a) La peste.....	120
b) Le choléra.....	121
c) Les fièvres typhoïdes.....	122
II. — Les maladies épizootiques.....	123
a) La morve.....	123
b) Le charbon.....	124
c) La fièvre aphteuse.....	124

III. — La protection contre la guerre bactériologique.	124
IV. — La destruction des récoltes au moyen des maladies parasitaires	127
CHAP. VIII. — <i>La Société des Nations et les groupements contre la guerre chimique</i>	129
CHAP. IX. — <i>Stratégie et Politique chimiques</i>	135
Questions de politique chimique	138

Imprimerie R. BUSSEÈRE. — St-Amand (Cher). — 1-2-1932

ÉDITIONS SPES, 17, rue Soufflot, PARIS (V^e)

Collection « **Première Initiation agricole** »

sous la direction de L.-J. DALBIS

- J. MAGROU, *chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.*
— **La vie du sol** 5 fr. »
- A. BOUTARIC, *Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.* — **L'Electricité à la ferme et aux champs** 7 fr. »
- D^r L. BOËZ, *Sous-Directeur de l'Institut d'Hygiène de Strasbourg.* — **Hygiène rurale**..... 5 fr. »
- J. FAUGERAS, *Ingénieur-agronome.* — **Le Retournement du sol**..... 7 fr. »
- M. MANQUAT, *Docteur ès-sciences naturelles.* — **La Cellule vivante** 6 fr. »
- AVILA BÉDARD, *Directeur de l'Ecole d'Arpentage et de Génie forestier de Québec.* — **L'Arbre et la Forêt** 7 fr. »
- P. DE MONICAULT, *Ingénieur-agronome, Membre de l'Académie d'Agriculture.* — **Le Commerce des Produits agricoles** 4 fr. 50
- JOSEPH SANSON, *Ingénieur-agronome, chef de la Section de Climatologie à l'Office National Météorologique.* — **L'Atmosphère et l'Agriculture**..... 8 fr. »