

**LES ARMES CHIMIQUES
ET BACTÉRIOLOGIQUES
(BIOLOGIQUES)
ET LES EFFETS
DE LEUR UTILISATION
ÉVENTUELLE**



NATIONS UNIES

**Département des affaires politiques
et des affaires du Conseil de sécurité**

**LES ARMES CHIMIQUES
ET BACTÉRIOLOGIQUES
(BIOLOGIQUES)
ET LES EFFETS
DE LEUR UTILISATION
ÉVENTUELLE**

RAPPORT DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL



**NATIONS UNIES
New York, 1969**

NOTE

Les cotes des documents de l'Organisation des Nations Unies se composent de lettres majuscules et de chiffres. La simple mention d'une cote dans un texte signifie qu'il s'agit d'un document de l'Organisation.

A/7575/Rev.1

PUBLICATION DES NATIONS UNIES

Numéro de vente : F.69. I. 24

Prix : \$E.U. 1,00
(ou l'équivalent en monnaie du pays)

TABLE DES MATIERES

	<i>Pages</i>
AVANT-PROPOS	ix
LETTRE D'ENVOI	xiv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE PREMIER. — LES CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES DES MOYENS DE GUERRE CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)	6
A. — <i>Caractéristiques des armes chimiques et bactériologiques</i> <i>(biologiques)</i>	6
1. Différence entre la guerre chimique et la guerre bactériologique (biologique)	7
Toxicité potentielle	8
Rapidité d'action	8
Durée des effets	9
Spécificité	9
Maîtrise des effets	9
Effets résidués	10
2. La technologie de la guerre chimique et de la guerre bactériologique (biologique)	10
3. Systèmes d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques)	11
B. — <i>Concepts d'utilisation des armes chimiques et bactério-</i> <i>logiques (biologiques)</i>	
1. Armes chimiques	12
2. Armes bactériologiques (biologiques)	12
C. — <i>Agents chimiques et bactériologiques (biologiques)</i>	
1. Agents chimiques	14
Agents agissant sur l'homme et les animaux	14
Agents agissant sur les plantes	15
Vecteurs	15
2. Agents bactériologiques (biologiques)	17
Choix des agents de guerre	18

NOTE

Les cotes des documents de l'Organisation des Nations Unies se composent de lettres majuscules et de chiffres. La simple mention d'une cote dans un texte signifie qu'il s'agit d'un document de l'Organisation.

A/7575/Rev.1

PUBLICATION DES NATIONS UNIES

Numéro de vente : F.69. I. 24

Prix : \$E.U. 1,00
(ou l'équivalent en monnaie du pays)

TABLE DES MATIERES

	<i>Pages</i>
AVANT-PROPOS	ix
LETTRE D'ENVOI	xiv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE PREMIER. — LES CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES DES MOYENS DE GUERRE CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)	6
A. — <i>Caractéristiques des armes chimiques et bactériologiques (biologiques)</i>	6
1. Différence entre la guerre chimique et la guerre bactériologique (biologique)	7
Toxicité potentielle	8
Rapidité d'action	8
Durée des effets	9
Spécificité	9
Maîtrise des effets	9
Effets résiduels	10
2. La technologie de la guerre chimique et de la guerre bactériologique (biologique)	10
3. Systèmes d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques)	11
B. — <i>Concepts d'utilisation des armes chimiques et bactério- logiques (biologiques)</i>	12
1. Armes chimiques	12
2. Armes bactériologiques (biologiques)	12
C. — <i>Agents chimiques et bactériologiques (biologiques)</i>	
1. Agents chimiques	14
Agents agissant sur l'homme et les animaux	14
Agents agissant sur les plantes	15
Vecteurs	15
2. Agents bactériologiques (biologiques)	17
Choix des agents de guerre	18

TABLE DES MATIERES (suite)

	<i>Pages</i>
Agents ayant des effets sur l'homme	18
Agents ayant des effets sur les animaux	19
Agents ayant des effets sur les plantes	20
Vecteurs	20
 D. — <i>Défense de l'homme contre les agents chimiques et bactériologiques (biologiques)</i>	 22
1. Protection médicale	
Attaques chimiques	22
Attaques bactériologiques (biologiques)	22
2. Détection et alerte	24
Attaques chimiques	24
Attaques bactériologiques (biologiques)	25
3. Protection physique	26
Protection individuelle	26
Protection collective ou commune	27
4. Décontamination	
Agents chimiques	28
Agents bactériologiques (biologiques)	29
 E. — <i>Protection des animaux domestiques et des plantes contre les attaques chimiques</i>	
1. Attaques chimiques	29
2. Attaques bactériologiques (biologiques)	
Animaux	29
Plantes	30
 CHAPITRE II. — EFFETS PROBABLES DES ARMES CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES) SUR LE PERSONNEL MILITAIRE OU CIVIL, QU'IL SOIT PROTÉGÉ OU NON PROTÉGÉ	
 A. — <i>Effets des agents chimiques sur les individus et les populations</i>	 31
1. Effets des agents chimiques létaux sur les personnes contaminées	32
Agents neurotoxiques	33
Vésicants	33
Autres agents létaux	34

TABLE DES MATIERES (suite)

	Pages
2. Effets des agents létaux sur les populations	35
Effets des gaz neurotoxiques liquides sur des troupes protégées au combat	38
Effets d'une attaque par neurotoxiques sur un ob- jectif militaire de l'arrière	38
Effets d'une attaque aux gaz neurotoxiques sur une ville	39
3. Effets des agents chimiques incapacitants	39
Lacrymogènes ou irritants	39
Toxines	40
Psychochimiques	41
4. Autres effets des agents chimiques	
Effets sur les animaux	42
Effets sur les plantes	42
B. — <i>Effets des agents bactériologiques (biologiques) sur les individus et les populations</i>	43
1. Effets sur les individus	43
Agents bactériologiques (biologiques) éventuels	44
2. Effets sur les populations	49
3. Effets sur les animaux	50
4. Effets sur la végétation	52
5. Facteurs influençant les effets des attaques bacté- riologiques (biologiques)	54
Maladies exotiques	54
Maladies modifiées ou nouvelles	54
Propagation des épidémies	55
Vulnérabilité de la population	55
Populations à vulnérabilité accrue	56
Effets sociaux et mesures de santé publique	56
CHAPITRE III. — FACTEURS AMBIANTS INFLUANT SUR L'EMPLOI DES ARMES CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)	
A. — <i>Considérations générales</i>	58
1. Phénomènes qui accompagnent la dispersion des agents chimiques et bactériologiques (biologiques) ..	58
B. — <i>Influence des facteurs atmosphériques sur les nuages d'aérosols et de vapeurs</i>	60
1. Etat de l'atmosphère	60
2. Zones urbaines	62

TABLE DES MATIERES (suite)

	<i>Pages</i>
3. Effet du vent et du relief	64
4. Exemple d'effets combinés du vent et de l'état de l'atmosphère sur un nuage	64
5. Particularités des aérosols bactériologiques (biologiques)	66
C. — <i>Influence des éléments atmosphériques sur les agents chimiques</i>	67
1. Influence de la température	67
Influence sur les nuages de gouttelettes et d'aérosols	67
Effet sur la contamination du sol	68
2. Influence de l'humidité	68
3. Influence des précipitations atmosphériques	68
4. Influence du vent	69
5. Influence des facteurs dépendant du sol	69
Nature du sol	69
Végétation	69
Zones urbaines	70
D. — <i>Influence des éléments atmosphériques sur les agents bactériologiques (biologiques)</i>	70
1. Influence de la température	71
2. Influence de l'humidité	71
3. Influence du rayonnement solaire	72
4. Influence des précipitations atmosphériques	73
5. Influence de la composition chimique de l'atmosphère	73
6. Influence générale du climat	73
CHAPITRE IV. — EFFETS POSSIBLES À LONG TERME DE LA GUERRE CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE (BIOLOGIQUE) SUR LA SANTÉ ET L'ÉCOLOGIE HUMAINES	
A. — <i>Généralités</i>	74
B. — <i>Répercussions de la rupture de l'équilibre écologique sur l'homme</i>	75
C. — <i>Effets à long terme éventuels de l'emploi d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) sur l'homme et le milieu</i>	77
1. Armes chimiques	77
2. Armes bactériologiques (biologiques)	79

TABLE DES MATIERES (suite)

	<i>Pages</i>
Armes affectant l'homme	79
Armes affectant les animaux domestiques	82
Armes affectant les cultures	83
3. Changements génétiques et effets cancérogènes	84
CHAPITRE V. — CONSÉQUENCES, DU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE ET DU POINT DE VUE DE LA SÉCURITÉ, DE LA MISE AU POINT, DE L'ACQUISITION ET DE L'UTILISATION ÉVENTUELLE DES ARMES CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES) ET DES SYSTÈMES DE VECTEURS DE CES ARMES	
A. — <i>Généralités</i>	85
B. — <i>Fabrication</i>	
1. Armes chimiques	85
2. Armes bactériologiques (biologiques)	87
C. — <i>Systèmes de vecteurs</i>	88
D. — <i>Protection</i>	89
E. — <i>Dépenses sociales</i>	90
F. — <i>Les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) et la sécurité militaire et civile</i>	93
CONCLUSION	95
ANNEXES	
I. — Systèmes d'alerte rapides en cas d'attaque aérienne par agents bactériologiques (biologiques)	99
II. — Propriétés chimiques, formulations et toxicités des agents chimiques létaux	101
III. — Lacrimogènes et irritants	102
IV. — Certains agents biologiques qui peuvent être utilisés contre l'homme	103
V. — Pertes qui résulteraient, du point de vue économique, de l'utilisation éventuelle d'armes chimiques et bacté- riologiques (biologiques) contre les récoltes	105
VI. — Protocole de Genève en date du 17 juin 1925	106
VII. — Résolution 2162 B (XXI) de l'Assemblée générale ..	107
VIII. — Résolution 2454 A (XXIII) de l'Assemblée générale	108
BIBLIOGRAPHIE	111

AVANT-PROPOS

Ces dernières années, j'ai suivi avec une inquiétude croissante l'évolution dans le domaine des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) et j'ai exprimé cette inquiétude en plusieurs occasions. Il y a un an, j'ai indiqué publiquement que "la communauté internationale n'avait pas suffisamment conscience des dangers représentés par ce nouveau type d'arme de destruction massive" et que "ce très grave problème n'avait pas bénéficié de toute l'attention voulue". En septembre 1968, dans l'introduction à mon rapport annuel sur l'activité de l'Organisation, j'ai déclaré :

"Tandis que des progrès sont accomplis dans le domaine du désarmement nucléaire, il est un autre aspect du problème du désarmement qui, selon moi, n'a pas suffisamment retenu l'attention au cours des dernières années. La question des armes chimiques et biologiques a été reléguée au second plan par la question des armes nucléaires, dont la puissance de destruction est bien des fois supérieure à celle des armes chimiques et bactériologiques. Mais ces armes sont, elles aussi, des armes de destruction massive qui suscitent un sentiment d'horreur universel. A certains égards, elles sont peut-être plus dangereuses même que les armes nucléaires, car elles n'exigent pas les énormes ressources financières et scientifiques que nécessitent les armes nucléaires. Presque tous les pays, y compris les petits pays et les pays en voie de développement, peuvent avoir accès à ces armes qui peuvent être fabriquées à fort bon marché, rapidement et secrètement, dans de petits laboratoires ou de petites usines. Ce fait en lui-même rend beaucoup plus difficile le problème du contrôle et de l'inspection. Au demeurant, depuis l'adoption, le 17 juin 1925, du Protocole de Genève concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires, et de moyens bactériologiques, il y a eu bien des faits nouveaux sur le plan scientifique et technique, et bien des perfectionnements, si tant est que l'on puisse employer ce terme, ont été apportés aux armes chimiques et bactériologiques, ce qui a suscité des situations nouvelles et des problèmes nouveaux. D'une part, il s'est produit un accroissement considérable de la capacité de ces armes d'infliger des souffrances inconcevables et de porter la maladie et la mort parmi des multitudes humaines de plus en plus nombreuses; d'autre part, on a eu de plus en plus tendance à utiliser certains agents chimiques, sur le plan intérieur, pour réprimer des émeutes, et l'on est dangereusement enclin à en

accepter l'emploi, sous certaines formes, dans la guerre de type classique.

“Voici deux ans, par sa résolution 2162 B (XXI), l'Assemblée générale a invité tous les Etats à se conformer strictement aux principes et objectifs du Protocole de Genève de 1925, a condamné tout acte contraire à ces objectifs et a invité tous les Etats à adhérer au Protocole de Genève. Une fois de plus, je voudrais joindre ma voix à celle de ceux qui demandent avec insistance que cette résolution soit rapidement et pleinement appliquée. Mais, à mon avis, il faut bien davantage.”

A sa vingt-troisième session, par la résolution 2454 A (XXIII), l'Assemblée générale m'a prié d'établir, avec le concours d'experts consultants qualifiés, un rapport sur les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) conformément à la proposition énoncée dans l'introduction à mon rapport annuel sur l'activité de l'Organisation et conformément à la recommandation contenue dans le rapport de la Conférence de Comité des dix-huit puissances sur le désarmement en date du 4 septembre 1968.

Comme suite à la résolution susmentionnée, j'ai désigné un groupe de 14 experts consultants chargé de me prêter son concours pour l'établissement du rapport et composé comme suit : le Dr Tibor Bakacs, professeur d'hygiène, directeur général de l'Institut national de la santé publique, Budapest; le Dr Hotse C. Bartlema, chef du Département de microbiologie du laboratoire du médecine et de biologie, Organisation de recherche sur la défense nationale (TNO), Rijswijk, (Pays-Bas); le Dr Ivan L. Bennett, directeur du Centre médical de l'Université de New York et vice-recteur pour les questions médicales, Université de New York, New York; le Dr S. Bhagavantam, conseiller scientifique auprès du Ministre de la défense, New Delhi; le Dr Jiri Franek, directeur de l'Institut militaire d'hygiène, d'épidémiologie et microbiologie, Prague; le Dr Yosio Kawakita, président de l'Université de Chiba, professeur de bactériologie, Chiba, (Japon); M. Victor Moulin, ingénieur en chef de l'armement, chef du Bureau Défense chimique et biologique, Direction technique des armements terrestres, Saint-Cloud, (France); le Dr. M. K. McPhail, directeur de la défense chimique et biologique, Laboratoires de recherches pour la défense contre les armes chimiques, et nucléaires, Conseil de recherches pour la défense, Ottawa; l'académicien O. A. Reutov, professeur de chimie, Université d'Etat de Moscou, Moscou; le Dr. Guillermo Soberón, directeur de l'Institut de recherches biomédicales, Université nationale autonome du Mexique, Mexico; le Dr Lars-Erik Tammelin, directeur du Département de médecine et de chimie, Institut de recherche pour la défense nationale, Stockholm; le Dr Berhane Teoume-Lessane, codirecteur médical et chef du Département des virus et des rickettsies, Laboratoire et Institut de recherche impérial central, Addis-Abéba; le colonel

Zbigniew Zoltowski, professeur de médecine, épidémiologiste et conseiller scientifique auprès du Ministère de la défense nationale, Varsovie; sir Solly Zuckerman, conseiller scientifique principal du Gouvernement du Royaume-Uni, professeur honoraire, Université de Birmingham.

M. William Epstein, directeur de la Division des affaires concernant le désarmement, qui est un service du Département des affaires politiques et des affaires du Conseil de sécurité, a exercé les fonctions de président du Groupe d'experts consultants. M. Alessandro Corradini, chef de la section des services requis pour les commissions et les conférences, a exercé les fonctions de secrétaire du Groupe. Il a été secondé dans cette tâche par des fonctionnaires de la Division des affaires concernant le désarmement.

Après avoir dûment examiné les termes de la résolution ainsi que les opinions et suggestions formulées lors des débats sur la question lors de la vingt-troisième session de l'Assemblée générale, je suis parvenu à la conclusion que le but du rapport devait être de fournir une appréciation scientifiquement fondée des effets des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) et de renseigner les gouvernements sur les conséquences de l'utilisation éventuelle de ces armes. Dans ce cadre général, le rapport devait fournir des renseignements précis, dans une forme concise et aisément intelligible, sur les questions ci-après : caractéristiques fondamentales des moyens de guerre chimiques et bactériologiques (biologiques); effets probables des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) sur le personnel militaire ou civil, qu'il soit protégé ou non protégé; facteurs ambiants influant sur l'emploi des armes chimiques et bactériologiques (biologiques), effets possibles à long terme de la guerre chimique et bactériologique (biologique) sur la santé humaine et l'écologie, conséquences, du point de vue économique et du point de vue de la sécurité de la mise au point, de l'acquisition et de l'utilisation éventuelle des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) et des systèmes de vecteurs de ces armes.

Les experts consultants auxquels j'ai communiqué le cadre de l'étude l'ont accepté comme base de leurs travaux.

Mon intention était que le groupe d'experts consultants étudie l'ensemble de la question du point de vue technique et scientifique, afin que le rapport situe ces armes dans une juste perspective. J'espérais également qu'un rapport faisant autorité deviendrait la base des mesures politiques et juridiques que les Membres de l'Organisation des Nations Unies pourraient décider de prendre.

Etant donné que le rapport devait être distribué avant le 1^{er} juillet 1969, d'intenses efforts ont été nécessaires de la part des experts consultants pour traiter ce vaste problème. Les membres du Groupe, agissant à titre personnel se sont acquittés de cette tâche

difficile au cours de trois sessions qui ont eu lieu entre janvier et juin 1969.

Le Groupe était saisi d'intéressantes communications émanant de l'Organisation mondiale de la santé, de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, du Comité international de la Croix-Rouge, de la Conférence de Pugwash sur la science et les problèmes mondiaux (Pugwash) et de l'International Institute for Peace and Conflict Research (SIPRI). Je tiens à exprimer ma gratitude à tous les experts consultants pour le dévouement avec lequel ils ont accompli leur tâche, ainsi qu'aux organisations et organismes qui ont prêté leur concours pour l'élaboration de l'étude.

Le Groupe m'a soumis un rapport unanime dans lequel sont exposés les résultats de ses travaux et ses conclusions. Je tiens à saisir cette occasion pour rendre hommage aux experts consultants pour le très haut niveau de compétences avec lequel ils se sont acquittés de leur mandat. Dans des délais très brefs, ils ont élaboré une étude à la fois concise et faisant autorité, bien que la question comporte de nombreux aspects d'une grande complexité. Il s'agit là, j'en suis persuadé, d'un document qui fournit de précieuses indications sur les graves dangers que représentent la production et l'utilisation éventuelle de ces armes atroces.

Je suis particulièrement impressionné par la conclusion des experts consultants, où il est dit :

“La conclusion générale du présent rapport peut donc se résumer en quelques lignes. Si ces armes étaient un jour employées à grande échelle dans un conflit militaire, nul ne pourrait prédire pendant combien de temps leurs effets persisteraient et dans quelle mesure ils affecteraient la structure de la société et le milieu dans lequel nous vivons. Ce danger primordial concerne aussi bien le pays qui aurait pris l'initiative d'employer ces armes que celui qui aurait été attaqué, indépendamment des mesures de protection qui auraient pu être prises parallèlement à la création d'une force offensive. Un danger particulier tient au fait qu'un pays quelconque pourrait se donner lui-même ou acquérir d'une manière ou d'une autre les moyens de mener ce type de conflit, bien qu'une telle entreprise puisse se révéler coûteuse. Le danger de la prolifération de cette catégorie d'armes concerne tout autant les pays en voie de développement que les pays plus développés.

“La course aux armements serait certainement ralentie si la fabrication de ces armes était efficacement et inconditionnellement interdite. Leur emploi, qui pourrait causer d'énormes pertes en vies humaines, a déjà été condamné et interdit par des accords internationaux, en particulier par le Protocole de Genève de 1925 et, plus récemment, dans diverses résolutions de

l'Assemblée générale des Nations Unies. Les perspectives d'un désarmement général et complet sous un contrôle international efficace, et par conséquent les perspectives de paix dans le monde entier seraient notablement améliorées s'il était mis fin à la mise au point, à la fabrication et au stockage d'agents chimiques et bactériologiques (biologiques) destinés à des fins militaires et si ces agents étaient éliminés de tous les arsenaux militaires.

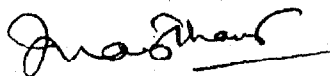
"Si cela devait se produire, il en résulterait une réduction générale de la tension internationale et de la peur dans le monde. L'espoir des auteurs est que le présent rapport contribuera à faire prendre conscience à l'opinion publique des conséquences très dangereuses de l'emploi de ces armes et, qu'une fois alertée, elle exigera et obtiendra l'assurance que les gouvernements s'emploieront à éliminer effectivement et le plus rapidement possible les armes chimiques et bactériologiques (biologiques)."

J'ai attentivement examiné l'étude établie par les experts consultants et j'ai décidé d'accepter intégralement leur rapport unanime et de le transmettre à l'Assemblée générale, au Conseil de sécurité, au Comité des dix-huit puissances sur le désarmement et aux gouvernements des Etats Membres, en considérant qu'il constitue le rapport demandé par l'Assemblée générale dans sa résolution 2454 A (XXIII).

J'estime également qu'il est de mon devoir, dans l'espoir que d'autres décisions interviendront à l'avenir pour faire face à la menace constituée par l'existence de ces armes, de prier instamment les Membres de l'Organisation des Nations Unies de prendre les mesures suivantes afin de renforcer la sécurité des peuples du monde :

1. Réitérer l'appel adressé à tous les Etats pour qu'ils adhèrent au Protocole de Genève de 1925;
2. Affirmer clairement que la prohibition énoncée dans le Protocole de Genève s'applique à l'emploi à la guerre de tous les agents chimiques, bactériologiques et biologiques (y compris les gaz lacrymogènes et autres irritants), existant actuellement ou susceptibles d'être mis au point dans l'avenir.
3. Inviter tous les pays à parvenir à un accord pour mettre fin à la mise au point, à la fabrication et au stockage de tous les agents chimiques et bactériologiques (biologiques) à des fins militaires et éliminer effectivement lesdits agents de leurs stocks d'armes.

Le Secrétaire général,



U THANT

LETTRE D'ENVOI

Le 30 juin 1969

Monsieur le Secrétaire général,

J'ai l'honneur de vous soumettre ci-joint un rapport unanime sur les armes chimiques et bactériologiques (biologiques), qui a été établi comme suite à la résolution 2454 A (XXIII) de l'Assemblée générale.

Les experts consultants désignés conformément à la résolution de l'Assemblée générale étaient les suivants :

Le Dr Tibor BAKACS

Professeur d'hygiène, Directeur général de l'Institut national de la santé publique, Budapest.

Le Dr Hotse C. BARTLEMA

Chef du Département de microbiologie du laboratoire de médecine et de biologie, Organisation de recherche sur la défense nationale (TNO), Rijswijk, (Pays-Bas).

Le Dr Ivan L. BENNETT

Directeur du Centre médical de l'Université de New York et Vice-Recteur pour les questions médicales, Université de New York, New York.

Le Dr S. BHAGAVANTAM

Conseiller scientifique auprès du Ministre de la défense, New Delhi.

Le Dr Jiri FRANEK

Directeur de l'Institut militaire d'hygiène, d'épidémiologie et de microbiologie, Prague.

Le Dr Yosio KAWAKITA

Président de l'Université de Chiba, professeur de bactériologie, Chiba, (Japon).

M. Victor MOULIN

Ingénieur en chef de l'armement, Chef du Bureau Défense chimique et biologique, Direction technique des armements terrestres, Saint-Cloud (France).

Le Dr M. K. MCPHAIL

Directeur de la défense chimique et biologique, Laboratoires de recherches pour la défense contre les armes chimiques, biologiques et nucléaires, Conseil de recherches pour la défense, Ottawa.

L'Académicien O. A. REUTOV

Professeur de chimie à l'Université d'Etat de Moscou, Moscou.

Le Dr Guillermo SOBERÓN

Directeur de l'Institut de recherches biomédicales, Université nationale autonome du Mexique.

Le Dr Lars-Erik TAMMELIN

Directeur du Département de médecine et de chimie, Institut de recherche pour la défense nationale, Stockholm.

Le Dr Berhane TEOUME-LESSANE

Codirecteur médical et Chef du Département des virus et des rickettsies, Laboratoire et Institut de recherche impérial central, Addis-Abéba.

Le Colonel Zbigniew ZOLTOWSKI

Professeur de médecine, épidémiologiste et conseiller scientifique auprès du Ministère de la défense nationale, Varsovie.

Sir Solly ZUCKERMAN

Conseiller scientifique principal du Gouvernement du Royaume-Uni, professeur honoraire, Université de Birmingham.

Le rapport a été établi, sous forme de projet, au cours des sessions qui ont eu lieu à Genève entre le 20 et le 24 janvier et entre le 16 et le 29 avril, et, sous forme définitive, lors des réunions qui se sont tenues à New York entre le 2 et le 14 juin 1969.

Le Groupe d'experts consultants tient à exprimer sa gratitude à l'Organisation mondiale de la santé, à l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, au Comité international de la Croix-Rouge, à la Conférence de Pugwash sur la science et les problèmes mondiaux (Pugwash) et à l'International Institute for Peace and Conflict Research (SIPRI), de l'aide qu'ils lui ont apportée en lui communiquant, aux fins de l'étude, de précieux renseignements et une intéressante documentation.

Le Groupe d'experts consultants tient également à remercier les fonctionnaires du Secrétariat de leur précieux concours.

J'ai été prié par le Groupe d'experts consultants, en ma qualité de Président du Groupe, de vous présenter en leur nom leur rapport unanime.

Veuillez agréer, Monsieur le Secrétaire général, les assurances de ma très haute considération.

*Le président du Groupe d'experts consultants
sur les armes chimiques et bactériologiques
(biologiques)*



William Epstein

INTRODUCTION

1. Conformément à la résolution 2454 A (XXIII) de l'Assemblée générale, le Secrétaire général a été prié d'établir, avec le concours d'experts consultants qualifiés, un rapport sur les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) et sur les effets de leur utilisation possible. Plus précisément, il a été demandé aux experts de faire une évaluation scientifique des caractéristiques des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) susceptibles d'être utilisées, des effets qu'elles pourraient avoir sur le personnel militaire et la population civile, ainsi que de leurs effets à long terme sur notre santé et le milieu physique dans lequel nous vivons. Ils ont également été invités à exposer les conséquences qu'auraient, dans le domaine économique et du point de vue de la sécurité, la mise au point, l'acquisition et l'utilisation éventuelle d'armes de ce type et des systèmes d'armes associées. Le présent rapport ne dépasse pas le cadre de ces questions.

2. Aucune forme de guerre n'a été plus condamnée que ne l'a été l'emploi de cette catégorie d'armes. De temps immémorial, l'empoisonnement des puits a été regardé comme un crime incompatible avec les lois de la guerre. Comme le disaient les juristes romains, "On fait la guerre avec des armes, pas avec du poison" ("*Armis bella non venenis geri*"). A mesure que le pouvoir destructeur des armes allait croissant au cours des années et avec lui la possibilité d'une utilisation généralisée des agents chimiques, on s'est efforcé d'interdire, par des accords internationaux et par des moyens légaux, l'emploi des armes chimiques. La Déclaration de Bruxelles de 1874 et les Conventions de La Haye de 1899 et 1907 prohibaient l'emploi de poisons et de balles empoisonnées et une déclaration distincte annexée à la Convention de La Haye de 1899 interdisait "l'emploi des projectiles qui ont pour but unique de répandre des gaz asphyxiants ou délétères".

3. Ce qui est à craindre à l'heure actuelle, c'est que les progrès scientifiques et technologiques réalisés au cours des quelques dernières décennies aient accru le potentiel des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) à tel point que l'on puisse concevoir que leur emploi cause des pertes bien plus considérables que celles dues aux armes employées dans une guerre "classique". La plupart des connaissances actuelles concernant l'emploi des armes chimiques sont fondées sur l'expérience acquise lors de la Première Guerre mondiale. Les gaz ont été utilisés pour la première fois en 1914 et la première grande attaque en 1915 a coûté 5 000 vies humaines. On estime qu'entre cette date et la fin de la guerre, en 1918, 125 000 tonnes de produits chimiques toxiques au moins ont été employées et, d'après les rapports

officiels, il en est résulté environ 1 300 000 victimes, dont environ 100 000 morts. Les agents employés au cours de cette guerre étaient beaucoup moins toxiques que ceux qui pourraient être employés de nos jours (en particulier les neurotoxiques); ils étaient dispersés au moyen d'un matériel relativement primitif comparé à celui qui existe maintenant, et selon des concepts tactiques relativement moins élaborés.

4. Il est vrai que des efforts considérables ont été déployés au cours des dernières années pour mettre au point des agents chimiques dont le but n'est pas de tuer mais de réduire l'aptitude d'un homme à combattre. De tels agents sont utilisés par les pouvoirs civils de nombreux pays pour la répression des désordres publics et la lutte contre les émeutes. Mais, au cours d'opérations militaires, ils seraient inévitablement utilisés en complément d'autres formes d'attaques et leur effet global pourrait être mortel.

5. Depuis la Seconde Guerre mondiale, la possibilité de l'emploi des armes bactériologiques (biologiques) s'est également accrue. Mais comme il n'existe aucune preuve nette de ce que ces agents aient jamais été utilisés en tant qu'armes modernes, l'examen de leurs caractéristiques et de la menace potentielle qu'ils représentent doit faire largement appel aux données recueillies lors d'expériences sur le terrain et en laboratoire et à l'étude des épidémies et maladies infectieuses d'origine naturelle plutôt qu'à l'expérience directe du champ de bataille. Leur importance potentielle au cours d'opérations militaires peut être appréciée si l'on se souvient que les maladies infectieuses d'origine naturelle ont fait, même au cours de la Seconde Guerre mondiale, plus de victimes parmi les combattants que toute autre forme d'action de la part de l'ennemi.

6. Le danger accru que représentent aujourd'hui les armes chimiques vient de la découverte et de la fabrication de nouveaux composés plus toxiques. Par ailleurs, les agents bactériologiques (biologiques) existent déjà dans la nature et peuvent être sélectionnés en vue de leur utilisation militaire. Plusieurs de ces agents, en particulier des bactéries, sont connus depuis plusieurs décennies, mais il existe un grand nombre d'autres agents possibles, en particulier des virus, découverts seulement depuis peu, dont quelques-uns possèdent les caractéristiques adéquates pour leur emploi comme arme de guerre. L'augmentation de la puissance de ces divers types d'agents a été possible grâce aux progrès scientifiques et technologiques en génétique microbienne, pathologie expérimentale et aérobiologie.

7. Il est bien connu que l'emploi des gaz toxiques pendant la Première Guerre mondiale a suscité un sentiment d'horreur si puissant que les pays ont cherché à adopter des mesures pour interdire les armes chimiques et bactériologiques (biologiques). Le résultat en a été le Protocole de Genève du 17 juin 1925, qui interdit l'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires aussi bien que des moyens de guerre bactériologique. Ceci établit une coutume et de

là une norme du droit international et, en pratique, la plupart des Etats ont adhéré au principe selon lequel ils n'auraient pas recours à de telles armes. Mais, en dépit de l'horreur qu'elles ont toujours inspiré aux peuples civilisés, les armes chimiques n'en ont pas moins été utilisées à l'occasion. Ainsi, l'ypérite a été employée en Ethiopie en 1935-1936, causant de nombreuses victimes parmi les troupes et une population civile qui non seulement n'était pas du tout protégée mais qui était même dépourvue des services médicaux les plus élémentaires. Il convient également de noter que l'existence du Protocole de Genève de 1925 a pu constituer un facteur de dissuasion touchant l'emploi d'armes chimiques ou bactériologiques (biologiques) pendant la Seconde Guerre mondiale, bien que les belligérants aient mis au point, produit et stocké des agents chimiques en vue d'un emploi éventuel. Le Tribunal international de Nuremberg a révélé que, parmi les agents nouveaux qui avaient été produits et stockés pendant la durée de la guerre, figuraient des agents extrêmement létaux tels que le tabun et le sarin. Depuis lors, la valeur et l'efficacité du Protocole de Genève se sont trouvées accrues du fait que l'Assemblée générale de l'Organisation des Nations Unies a adopté, sans un seul vote négatif, les résolutions 2162 B (XXI) du 5 décembre 1966 et 2454 A (XXIII) du 20 décembre 1968, invitant "tous les Etats à se conformer strictement aux principes et objectifs" du Protocole de Genève.

8. Il est simple de comprendre le regain d'intérêt manifesté pour les problèmes de la guerre chimique et bactériologique (biologique). Les progrès en chimie et biologie, tout en contribuant au bien de l'humanité, ont également permis d'exploiter l'idée d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) dont certaines pourraient mettre en péril l'avenir de l'homme; la situation restera dangereuse aussi longtemps que des Etats continueront à les mettre au point, les perfectionner, les produire et les stocker.

9. Ainsi qu'il est indiqué dans la résolution de l'Assemblée générale, le présent rapport a pour objet de présenter aux peuples et aux gouvernements, sous une forme facile à comprendre, des renseignements sur les effets de l'utilisation éventuelle des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) ainsi que de formuler quelques réflexions sur les problèmes qui s'y rapportent. Des renseignements sur la nature des armes chimiques et bactériologiques (biologiques), sur l'accroissement de leur importance et leur diversification avec les progrès de la technologie, sur leurs effets à long terme sur les êtres humains, les animaux et les végétaux et sur l'influence des facteurs d'ambiance qui conditionnent leurs effets sont donnés aux chapitres I à IV du rapport. Au chapitre V, qui traite des conséquences de la guerre chimique et bactériologique (biologique) dans le domaine économique et du point de vue de la sécurité, les experts ont pris le concept de "sécurité" non seulement dans son acception strictement militaire, mais aussi sous l'angle des effets nuisibles et à long terme que ces armes, à supposer qu'elles soient jamais utilisées, pourraient avoir sur la vie civilisée.

10. Comme le montre le présent rapport, le trait saillant de cette catégorie d'armes, et surtout des armes bactériologiques, est une variabilité qui peut conduire dans certaines circonstances à l'imprévisibilité de leurs effets. Selon les conditions météorologiques ou le milieu, selon l'agent utilisé, les effets peuvent être dévastateurs ou négligeables, localisés ou très étendus. Ils peuvent atteindre non seulement ceux qui sont visés, mais aussi ceux se sont servis de ces armes, que les forces militaires adverses attaquées aient employé ou non ces armes à leur tour. Les civils y sont encore plus vulnérables que les militaires. La mise au point, l'acquisition et le déploiement des armes chimiques et bactériologiques (biologiques), sans parler des questions de protection, constituent une charge financière dont l'importance varie avec les différents pays. Enfin et surtout leur possession ne remplacerait probablement pas le besoin d'autres armes.

11. Comme il est indiqué aux chapitres I et V, il serait très coûteux en ressources et administrativement presque impossible d'organiser un système de protection convenable pour une population civile contre toute la gamme des agents chimiques possibles. Même les personnels militaires engagés dans une opération au cours de laquelle des armes chimiques et/ou bactériologiques seraient utilisées, et protégés sur le plan local contre leurs effets, n'échapperaient sans doute pas aux effets globaux et à long terme que subirait leur pays dans son ensemble. Une telle situation pourrait être due par exemple à l'impossibilité de protéger le sol, les plantes, les animaux et les cultures vivrières essentielles contre les effets à court et long terme.

12. Pour se faire une idée des risques que pourrait créer la guerre chimique et bactériologique (biologique), il suffit de se rappeler comment une épidémie naturelle peut persister de manière imprévisible, s'étendre loin de son foyer initial, même si les ressources médicales les plus modernes sont mises à contribution pour juguler son développement. Les difficultés pourraient être accrues de façon considérable si on essayait de propager délibérément, pour des raisons militaires, des organismes pathogènes. Il faudrait s'attendre à un nombre considérable de malades, à la suite d'une attaque, en particulier si elle est dirigée contre une population civile non seulement parce que l'alerte n'aura pas été donnée à temps, mais aussi parce que les mesures de protection et le traitement n'existent pas ou ne peuvent être assurées à l'échelle nécessaire.

13. Le premier pas vers cette forme de guerre étant franchi, l'escalade est probable et nul ne sait où ce processus peut conduire. Aussi le présent rapport en conclut-il que l'existence des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) non seulement ajoute à la tension internationale, mais que leur développement accélère la course aux armements sans pour autant contribuer à la sécurité d'aucun État.

14. Conformément à la résolution 2454 A. (XXIII), le présent rapport sera communiqué au Comité des dix-huit puissances sur le

désarmement, au Conseil de sécurité et à l'Assemblée générale, lors de sa vingt-quatrième session. Nous espérons qu'il contribuera à la mise en œuvre de mesures qui, en dernière analyse, élimineront totalement les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) comme moyens de guerre.

LES CARACTERISTIQUES FONDAMENTALES DES MOYENS DE GUERRE CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

15. Depuis la Première Guerre mondiale, au cours de laquelle les armes chimiques ont été utilisées à grande échelle pour la première fois, les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) n'ont cessé de se diversifier et d'augmenter de puissance en même temps que les moyens de les disperser sur l'objectif se perfectionnaient. La menace particulière due aujourd'hui aux armes chimiques tient à l'existence de nouveaux composés chimiques toxiques beaucoup plus puissants que ceux qu'on connaissait il y a 50 ans. Comme les agents bactériologiques (biologiques) existent dans la nature, l'accroissement de leur puissance en tant qu'armes résulte d'un processus de sélection plutôt que de la production d'agents entièrement nouveaux. Ainsi qu'il est expliqué dans les sections suivantes du présent rapport la sélection a été rendue possible par une meilleure connaissance de la génétique des microbes et par les progrès de l'aérobiologie expérimentale.

16. Le résultat le plus significatif de cette évolution technique est la diversité beaucoup plus grande des effets nocifs que ces agents sont désormais capables d'infliger et l'augmentation corrélative du nombre des situations de divers types au cours desquelles on serait tenté de les utiliser à des fins militaires.

A. — Caractéristiques des armes chimiques et bactériologiques (biologiques)

17. Aux fins du présent rapport, les agents chimiques de guerre sont considérés comme étant des substances chimiques, qu'elles soient gazeuses, liquides ou solides qui pourraient être employées en raison de leurs effets toxiques directs sur l'homme, les animaux et les plantes. Les agents bactériologiques (biologiques) de guerre sont considérés comme étant des organismes vivants, quelle que soit leur nature, ou des substances infectieuses dérivées de ces organismes, destinés à provoquer la mort ou la maladie chez l'homme, les animaux ou les plantes et dont les effets sont fonction de leur aptitude à se multiplier chez l'homme, l'animal ou la plante attaqué.

18. Outre les bactéries on peut utiliser comme armes divers organismes vivants comme les rickettsies, les virus et les mycètes. Dans

ce contexte, tous ces agents ont été généralement dénommés "armes bactériologiques". Toutefois, pour qu'il n'y ait aucune ambiguïté possible, on a utilisé tout au long du présent rapport l'expression "armes bactériologiques (biologiques)" qui englobe toutes les formes de guerre biologique.

19. Tous les processus biologiques dépendent des réactions chimiques ou physicochimiques et un agent qui peut être considéré aujourd'hui comme biologique pourra être demain, compte tenu du progrès des connaissances, assimilé aux agents chimiques. Parce qu'elles ne se multiplient pas elles-mêmes, les toxines, qui sont produites par des organismes vivants, sont dans le présent rapport classées parmi les substances chimiques. Nous reconnaissons également qu'il existe une division nette entre les agents chimiques de guerre au sens où nous employons cette expression et les substances incendiaires telles que le napalm et les fumigènes, dont l'action s'exerce par le feu ou par une privation temporaire d'air ou par une réduction de la visibilité. Nous considérons qu'il vaut mieux les classer avec les munitions explosives que parmi les substances dont nous nous occupons. Elles ne sont donc pas traitées dans le présent rapport.

20. Nous reconnaissons enfin que les agents chimiques et les agents bactériologiques (biologiques) sont répartis en agents létaux, c'est-à-dire des agents qui doivent causer la mort, et en agents incapacitants, c'est-à-dire des agents destinés à entraîner une incapacité. Le sens de ces expressions n'est pas absolu, mais il sous-entend des réactions statistiquement probables qui sont plus incertaines pour les agents bactériologiques (biologiques) que pour les agents chimiques. Une attaque au moyen d'un agent létal donné n'aura pas de conséquences fatales pour tous les individus alors qu'une attaque par agent incapacitant peut tuer un certain nombre d'entre eux, comme les enfants en bas âge et les personnes affaiblies par la malnutrition, la maladie ou la vieillesse, ainsi qu'un grand nombre de ceux qui se trouvent dans des situations spéciales, comme par exemple ceux qui ont été irradiés. Avec quelques-uns des agents chimiques, notamment les lacrymogènes, il n'existe qu'une probabilité négligeable d'effets mortels; ils ont été employés par de nombreux gouvernements pour réprimer les émeutes et les désordres publics. Les lacrymogènes ont aussi été largement utilisés au cours d'opérations militaires en tant qu'agents de harcèlement pour accroître l'efficacité des armes classiques ou pour faciliter la capture du personnel ennemi.

1. DIFFÉRENCE ENTRE LA GUERRE CHIMIQUE ET LA GUERRE BACTÉRIOLOGIQUE (BIOLOGIQUE)

21. Bien qu'il existe certaines analogies entre les agents chimiques et les agents bactériologiques (biologiques) utilisés comme armes de guerre, ils présentent certaines différences importantes, concernant a) la toxicité potentielle; b) la rapidité d'action; c) la durée des effets; d) la spécificité; e) la maîtrise des effets et f) les effets résiduels.

Toxicité potentielle

22. Bien que plus toxiques que la plupart des produits chimiques industriels courants, les agents chimiques sont beaucoup moins puissants, à poids égal, que les agents bactériologiques (biologiques). La dose nécessaire pour produire des effets nocifs sur l'homme est de l'ordre du milligramme¹ pour les agents chimiques à l'exception des toxines pour lesquelles une dose de l'ordre d'un microgramme² peut être suffisante. La dose correspondante pour les agents bactériologiques (biologiques) est de l'ordre du picogramme³.

23. Cette différence tient au fait que les agents bactériologiques (biologiques) sont des organismes vivants et peuvent se multiplier, ce qui veut dire qu'à poids égal les armes bactériologiques (biologiques) pourraient causer des pertes dans des zones beaucoup plus étendues que ce n'est le cas pour les armes chimiques.

24. Les agents bactériologiques (biologiques) étant des organismes vivants, ils sont également beaucoup plus sensibles que les agents chimiques à la lumière solaire, à la température et à d'autres facteurs ambiants. Un agent bactériologique (biologique) disséminé dans un milieu donné peut conserver sa viabilité (aptitude à vivre et à se multiplier) tout en perdant sa virulence (capacité de provoquer des maladies et des lésions).

Rapidité d'action

25. Les agents chimiques produisent des effets nocifs sur l'homme ou les animaux plus rapidement que les agents bactériologiques (biologiques). Le temps qui s'écoule entre l'exposition et les effets perceptibles peut être de quelques minutes ou même de quelques secondes dans le cas de produits hautement toxiques ou de vapeurs irritantes. Les agents vésicants n'agissent qu'au bout de quelques heures. La plupart des substances chimiques employées contre les récoltes ne produisent d'effets perceptibles qu'au bout de quelques jours. De leur côté, les agents bactériologiques (biologiques) doivent se multiplier dans les tissus de la victime avant de provoquer une lésion ou une maladie, c'est la "période d'incubation", c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'exposition à l'infection et l'apparition des symptômes de la maladie. Cette période est rarement inférieure à un ou deux jours et peut atteindre plusieurs semaines ou même plus. Qu'il s'agisse d'agents chimiques ou d'agents bactériologiques (biologiques), la rapidité d'action varie selon la dose (c'est-à-dire la quantité absorbée); mais c'est là un facteur secondaire qui ne peut dissimuler la différence fondamentale existant entre ces deux catégories d'agents touchant le temps nécessaire à l'apparition de leurs effets.

¹ Milligramme : 1/1 000 de gramme.

² Microgramme : 1/1 000 de milligramme.

³ Picogramme : 1/1 000 000 de microgramme.

Durée des effets

26. Les effets de la plupart des agents chimiques, dans le cas où ils ne causent pas la mort à brève échéance, ne sont pas durables, sauf dans les cas du phosgène et de l'ypérite pour lesquels ils pourraient persister pendant des semaines ou des mois. De leur côté, les agents bactériologiques (biologiques) qui n'ont pas causé une mort rapide provoquent des maladies qui durent des jours ou des semaines avec, dans certains cas, une période de convalescence prolongée. Les effets des agents qui s'attaquent aux plantes et aux arbres peuvent durer des semaines ou des mois et, selon l'agent et le genre de plante attaquée, peuvent provoquer la mort.

Spécificité

27. Les deux catégories d'agents peuvent être employées contre l'homme, les animaux ou les récoltes, mais les agents biologiques ont une spécificité beaucoup plus élevée. Ainsi, la grippe est essentiellement une maladie de l'homme, la fièvre aphteuse affecte uniquement les artiodactyles et la piricelariose est une maladie du riz. D'un autre côté, certaines maladies (par exemple la brucellose et le charbon) atteignent à la fois l'homme et les animaux. Les agents chimiques neurotoxiques sont beaucoup moins spécifiques; ils peuvent affecter les mammifères, les oiseaux et les invertébrés (par exemple les insectes).

Maîtrise des effets

28. On entend par maîtrise des effets la possibilité de prévoir la nature et l'étendue des dommages que les agents chimiques et bactériologiques (biologiques) peuvent causer. C'est une considération des plus importantes en vue de leur utilisation comme armes. La méthode la plus probable de dissémination des agents chimiques et bactériologiques (biologiques) consiste à les libérer dans l'atmosphère, où ils sont ensuite dilués et dispersés sur la zone d'attaque sous l'action de la diffusion turbulente et des courants atmosphériques. La maîtrise des effets n'est donc possible que dans la mesure où l'on peut prévoir la situation météorologique.

29. Infectant des organismes vivants, les agents bactériologiques (biologiques) peuvent être transportés par les voyageurs, les oiseaux migrateurs ou les animaux à une très grande distance de la zone initialement visée.

30. La possibilité de ce genre de propagation n'existe pas avec les agents chimiques. Toutefois la maîtrise des effets des agents chimiques persistants peut être très difficile. S'ils traversent le sol en grande quantité et atteignent les eaux souterraines ou contaminent les sources d'approvisionnement en eau, ils peuvent se répandre à des centaines de kilomètres de la zone où ils ont été utilisés et atteindre

des populations éloignées de la zone des opérations militaires. Bien qu'on ne connaisse pas de substance comparable que l'on pourrait utiliser comme agent de guerre chimique, la dissémination du DDT à travers le monde illustre bien ce point. Cet insecticide chimique se rencontre dans les tissus d'êtres vivants dans toutes les parties du monde, même là où il n'a jamais été utilisé. C'est ainsi que, par suite de son transfert dans la chaîne des aliments, on le rencontre même dans les tissus des pingouins qui vivent dans l'Antarctique.

Effets résiduels

31. Dans des conditions favorables à leur persistance les agents chimiques, désherbants et défoliants, et peut-être d'autres agents chimiques, peuvent subsister des mois durant, arrêtant la croissance de la vie végétale qui pourrait subsister ou renaître par la suite, ou modifiant par sélection le cycle de la floraison. Une utilisation répétée de certains agents chimiques peut même influencer sur la structure du sol, le risque d'effets résiduels avec certains agents bactériologiques (biologiques) est encore plus grand parce qu'il pourrait provoquer des maladies qui pourraient devenir épidémiques par suite de la contagion. Les agents bactériologiques (biologiques) pourraient également se fixer sur des hôtes imprévus appartenant à la faune ou à la flore d'une zone, ou être transportés par des individus infectés sur de grandes distances, vers de nouveaux milieux.

2. LA TECHNOLOGIE DE LA GUERRE CHIMIQUE ET DE LA GUERRE BACTÉRIOLOGIQUE (BIOLOGIQUE)

32. Les problèmes technologiques liés à la guerre chimique et à la guerre bactériologique (biologique) sont de deux sortes : a) ceux relatifs à la production des agents et des armes nécessaires à leur dispersion, et b) ceux relatifs à la production des moyens de défense et de l'équipement de protection nécessaires pour assurer la protection des forces militaires et des populations civiles. Tout pays disposant d'industries chimique, pharmaceutique et des fermentations modernes peut produire des agents chimiques et bactériologiques (biologiques) à une échelle comparable à celle de ses possibilités dans d'autres domaines militaires. La sécurité dans la production des agents bactériologiques (biologiques), les problèmes liés à la synthèse des agents chimiques complexes et le choix des armes les plus efficaces pour les disperser sont des exemples des difficultés technologiques à surmonter. Un problème particulier à résoudre pour développer et maintenir une capacité offensive de guerre bactériologique (biologique) est celui que pose la très courte durée (quelques jours) de viabilité des agents après leur production. Cette durée peut être augmentée par congélation ou par lyophilisation avant mise en réserve. Toutefois, les procédés de dessiccation sont très complexes et difficiles quand de grandes quantités d'agents hautement pathogènes sont en jeu. Les problèmes

liés à la défense sont beaucoup plus difficiles encore car, comme c'est le cas pour la plupart des types d'armes, une défense efficace nécessite une instruction beaucoup plus rigoureuse et des ressources humaines et financières beaucoup plus importantes que la préparation d'une force offensive. Ainsi, les systèmes de détection et d'alerte contre les attaques chimiques sont des appareils électromécaniques très complexes dont la production demande une industrie faisant appel à des techniques très poussées. Ils ne peuvent être mis en œuvre que par un personnel hautement qualifié.

3. SYSTÈMES D'ARMES CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

33. L'utilisation des agents chimiques et bactériologiques (biologiques) comme moyens de combat et leur efficacité militaire probable ne peuvent être comprises s'ils sont uniquement considérés comme des produits toxiques et des facteurs d'épidémie. Ils doivent être examinés par référence aux systèmes d'armes dont ils feraient partie.

34. Un système d'armes comprend tout le matériel et le personnel ainsi que les organismes nécessaires pour entretenir et mettre en œuvre un dispositif militaire. C'est ainsi qu'un canon n'est pas en lui-même un système d'arme. Ce n'est qu'intégré à une batterie, avec des servants entraînés, des munitions, des véhicules, l'approvisionnement, les pièces de rechange, les tables de tir, l'observateur avancé, toute l'organisation des transmissions et du commandement, qu'il contribue à constituer un système d'armes. De même, des obus chargés d'ypérite ou de neurotoxiques et les canons appropriés, ou un avion équipé d'un réservoir d'épandage contenant un agent bactériologique (biologique) ne constituent pas en eux-mêmes des systèmes d'armes.

35. Il faut surmonter de nombreux problèmes technologiques complexes pour passer de l'"agent" chimique ou bactériologique (biologique) à l'"arme correspondante". Une arme n'a guère de valeur militaire si elle n'est pas fiable et si l'on ne peut la placer de façon certaine sur l'objectif. Cela signifie que pour mettre au point un système d'armes bactériologiques (biologiques) il faut non seulement traiter de questions telles que la production en série, le stockage, le transport et les moyens de lancement mais tenir compte également des limitations que le terrain et les conditions météorologiques imposent à son utilisation.

36. En outre, il faut songer aux considérations ayant trait à la défense. Les masques, les vêtements de protection, les dispositifs d'alerte et de détection, les équipements et moyens médicaux spéciaux, une infrastructure logistique plus développée et surtout un personnel civil et militaire entraîné font nécessairement partie d'un système d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques). Le concept d'utilisation d'un système d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) parfaitement au point est donc extrêmement complexe et suppose des capacités techniques et un degré d'entraînement aussi élevés que la mise en œuvre de n'importe quel autre système d'armes perfectionné. Si les systèmes d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) sont

moins coûteux et plus faciles à créer que les armes nucléaires et si en certains cas ils sont peut-être militairement plus efficaces que la plupart des armes classiques, ils n'en constituent pas moins des systèmes très complexes qui requièrent pour leur mise au point et leur service des ressources importantes et des moyens considérables. Mais en choisissant un seul agent et un moyen de lancement simple, une nation pourrait s'équiper à relativement peu de frais pour attaquer une zone limitée avec une chance raisonnable de succès.

B. — Concepts d'utilisation des armes chimiques et bactériologiques (biologiques)

1. ARMES CHIMIQUES

37. Les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) peuvent être utilisées soit dans la zone de contact des forces opposées, soit contre des objectifs militaires tels que les aérodromes, les casernements, les centres d'approvisionnement et les nœuds ferroviaires bien en arrière du front, et contre des objectifs qui ne sont pas directement liés aux opérations militaires, tels que des centres de population, des zones de culture ou les sources d'approvisionnement en eau. Les circonstances dans lesquelles elles peuvent être utilisées dans la zone de contact sont nombreuses et variées, par exemple pour obtenir par surprise un avantage rapide sur des troupes mal entraînées et mal équipées, manquant d'équipement de protection, pour venir à bout de troupes installées dans les tranchées, des abris ou des fortifications où elles sont protégées des munitions explosives et à fragmentation, ou pour défolier les arbres en vue d'améliorer la visibilité, de dégager des champs de tir ou de prévenir les embuscades, pour créer des barrages de terrain contaminé dans la zone des combats ou sur ses arrières en vue de gêner ou de canaliser les mouvements, ou encore pour ralentir l'avance de l'ennemi en l'obligeant à utiliser ses vêtements et équipements de protection. Ces équipements limitent sans aucun doute la mobilité et gênent les activités normales. Il serait donc très probable, si l'on suppose deux adversaires bien équipés, que celui qui aura été attaqué au moyen d'armes chimiques riposterait de même pour infliger à l'attaquant les mêmes dommages et lui imposer les mêmes entraves. Dans ces opérations, les civils qui n'auraient pas fui la zone des combats, comme ceux qui se trouveraient sous le vent de cette zone à portée des vapeurs ou des aérosols entraînés par le vent ou ceux qui reviendraient ultérieurement dans des zones contaminées par un agent persistant risqueraient d'être atteints. Ce risque de pertes civiles serait évidemment plus grand dans le cas d'attaques chimiques sur des objectifs militaires situés très loin en arrière des lignes et serait considérable en cas d'attaque de centres de population.

2. ARMES BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

38. On ne possède pas d'expérience militaire sur l'utilisation des agents bactériologiques (biologiques), et la possibilité de les utiliser

en tant qu'armes de guerre a été souvent contestée. Une des objections les plus fréquentes porte sur le bien-fondé de l'extrapolation des données de laboratoire à des situations militaires réelles. Certaines recherches récentes jettent quelque lumière sur ce point.

39. Au cours d'un essai, du sulfure de cadmium/zinc (poudre inoffensive) a été dispersé sous forme de particules de deux microns⁴ de diamètre d'un navire naviguant à 16 kilomètres de la côte. Environ 200 kilogrammes de ce produit ont été dispersés tandis que le navire parcourait 260 kilomètres en longeant la côte. L'aérosol qui en est résulté s'est déplacé sur une distance d'au moins 750 kilomètres et a couvert une superficie de plus de 75 000 kilomètres carrés.

40. Cette expérience donne une idée de l'étendue des superficies que pourraient couvrir des aérosols entraînés par le vent, mais ne répond pas à la question de savoir si des aérosols bactériologiques (biologiques) se déplaçant de la sorte conserveraient le pouvoir de provoquer des effets morbides. Tous les agents bactériologiques (biologiques) perdent de leur virulence ou meurent progressivement au cours de ces déplacements sous forme d'aérosol et la distance efficace de déplacement des nuages dépendra du taux de décroissance de l'agent et des conditions météorologiques.

41. On pourra se faire une idée de l'étendue relative des zones qui pourraient être couvertes par des aérosols d'agents bactériologiques (biologiques) ou chimiques d'après l'expérience mentionnée plus haut. Si les particules transportées avaient été constituées par des agents bactériens ou viraux, elles n'auraient pas causé de pertes sur une zone aussi étendue par suite du taux de décroissance de l'agent à l'état d'aérosol. Néanmoins, selon l'organisme et son degré de résistance, des zones de 5 000 à 20 000 kilomètres carrés pourraient être atteintes.

42. En vue de sabotages ou d'opérations secrètes (par exemple des actions de sabotage derrière les lignes ennemies), de petits générateurs d'aérosol d'agents bactériologiques (biologiques) pourraient être incorporés par exemple dans des stylos ou des briquets. On peut également concevoir que les sources d'approvisionnement en eau ou des systèmes d'aération puissent être infectés manuellement, notamment en cas de désorganisation des services sanitaires par suite de la mobilisation ou d'une attaque nucléaire. Outre les pertes qu'elle causerait, une attaque de ce genre pourrait engendrer une grave panique. Si l'on déverse 500 grammes de culture de salmonella⁵ dans un réservoir contenant 5 millions de litres d'eau et que le mélange s'opère, toute personne qui aurait bu un décilitre (environ trois onces) d'eau non traitée serait gravement malade.

⁴ Micron : 1/1 000 000 de mètre.

⁵ *Salmonella* : groupe de bactéries dont de nombreuses espèces causent de graves infections intestinales, en particulier la gastro-entérite, les intoxications alimentaires (par les ptomaines), la paratyphoïde et la typhoïde.

43. Pour obtenir le même résultat qu'avec 500 grammes de salmonella il faudrait 5 kilogrammes de toxines botuliques⁶, 7 kilogrammes d'antérotoxines staphylococciques⁶ ou 50 kilogrammes de neurotoxiques-V ou encore, avec des produits chimiques courants, 5 tonnes de fluoracétate de soude (employé comme rodenticide) ou 10 tonnes de cyanure de potassium.

C. — Agents chimiques et bactériologiques (biologiques)

1. AGENTS CHIMIQUES

44. Les agents chimiques sont généralement classés en fonction de leurs effets physiologiques, et définis comme suit :

Agents agissant sur l'homme et les animaux

Les *agents neurotoxiques* sont des produits chimiques incolores, inodores et sans saveur, de la même famille que les insecticides organophosphorés. Ils agissent sur le système nerveux et perturbent les fonctions vitales de l'organisme. Ce sont les agents chimiques les plus modernes connus et aussi les plus puissants (à l'exception des toxines). Ils entraînent rapidement la mort.

Les *vésicants* sont des liquides huileux, qui provoquent surtout des brûlures et des vésications de la peau apparaissant quelques heures après l'exposition; ils ont aussi un effet toxique général. L'ypérite en est un bon exemple. Pendant la première guerre mondiale, les vésicants sont les toxiques qui ont causé le plus grand nombre de blessés.

Les *agents asphyxiants* sont des liquides très volatils qui, inhalés sous forme de gaz, irritent les poumons et provoquent de graves lésions causant la mort par asphyxie. Ils ont fait leur apparition pendant la Première Guerre mondiale et leur toxicité est bien inférieure à celle des agents neurotoxiques.

Les *toxiques du sang* pénètrent dans l'organisme par les voies respiratoires. Ils produisent la mort en perturbant l'utilisation de l'oxygène par les tissus. Leur toxicité est également bien inférieure à celles des agents neurotoxiques.

Les *toxines* sont des substances chimiques produites biologiquement qui sont extrêmement toxiques et qui agissent par ingestion ou par inhalation.

Les *gaz lacrymogènes et irritants* sont des irritants sensoriels qui ont pour effet de provoquer un larmoiement temporaire et d'irriter la peau. Ils sont fréquemment utilisés pour réprimer les émeutes et ont été également utilisés dans les opérations militaires.

⁶ Voir chap. II.

Les *psychochimiques* sont des produits analogues à certains produits pharmaceutiques et qui provoquent des troubles mentaux temporaires.

Agents agissant sur les plantes

Les *herbicides (défoliants)* sont des produits chimiques employés dans l'agriculture, qui dessèchent ou empoisonnent les plantes ou provoquent la chute de leurs feuilles et leur mort.

Le tableau 1 indique l'efficacité des différents agents de guerre chimique contre l'homme, les animaux et les plantes. Les divers agents chimiques sont énumérés et décrits au chapitre II.

Vecteurs

45. Les munitions chimiques visent trois buts : a) fournir une enveloppe (munition) pour l'agent afin que l'ensemble agent/munition puisse être transporté sur l'objectif ; b) assurer une répartition efficace des agents sur l'objectif ; c) le libérer sous une forme active. Dans le cas des incapacitants et des agents pour la répression des émeutes, il faut aussi que les munitions elles-mêmes ne risquent pas de blesser ou de tuer, ni de provoquer des incendies. Cela est particulièrement important pour les moyens utilisés dans la répression des émeutes.

46. Les munitions à utiliser seraient choisies en fonction du mode de lancement, de la forme et des dimensions de la zone objectif et d'autres variables. Les munitions sol-sol comprennent les grenades, les obus, les roquettes et les ogives de missiles ; les munitions air-sol comprennent les bombes de gros calibre, les répartiteurs de bombettes, les réservoirs d'épandage et les roquettes ; les munitions fixes comprennent les générateurs et les mines.

47. *Munitions sol-sol.* — Les munitions sol-sol de petit calibre (grenades, obus et petites roquettes) fonctionnent d'une manière très comparable à celle des munitions explosives. Au moment de l'impact sur l'objectif, elles peuvent soit exploser, soit brûler en expulsant l'agent créant ainsi un nuage qui sera ensuite diffusé et entraîné par le vent de sorte que la zone atteinte dans laquelle il y aura des pertes aura la forme d'une ellipse allongée. Cette forme de dispersion constitue une source ponctuelle de dissémination (chap. II).

48. Les petites roquettes sont fréquemment tirées en "rafale" et les obus d'artillerie en salve, ce qui produit une série d'impacts sur la zone objectif constituant une source de surface (chap. II).

49. Les munitions sol-sol de gros calibre (ainsi que les munitions air-sol et les ogives de missiles) peuvent contenir un certain nombre de petites munitions secondaires aussi bien que l'agent en vrac. La munition primaire, lorsqu'elle entre en action, répartit sur la zone objectif les munitions secondaires qui dispersent ainsi l'agent sur une

TABLEAU I. — CATÉGORIES D'AGENTS POUR LA GUERRE CHIMIQUE ET LEURS CARACTÉRISTIQUES

	<i>Etat physique à 20°C</i>	<i>Persistence</i>	<i>Etat physique sur l'objectif</i>	<i>Voie d'absorption efficace</i>	<i>Efficace contre</i>
Neurotoxiques	.....Liquide	Faible à élevée	Vapeur, aérosol, li- quide	Poumons, yeux, peau	Etres humains, ani- maux
Vésicants	.....Liquide, solide	Elevée	Vapeur, aérosol, li- quide	Poumons, yeux, peau	Etres humains, ani- maux
Suffocants	.....Liquide	Faible	Vapeur	Poumons, yeux, peau	Etres humains, ani- maux
Toxiques du sang	.....Liquide, vapeur	Faible	Vapeur	Poumons	Etres humains, ani- maux
Toxines	.....Solide	Faible	Aérosol, liquide	Poumons et conduit intestinal	Etres humains, ani- maux
Lacrymogènes et harcelants	.....Liquide, solide	Faible	Vapeur, aérosol	Poumons, yeux	Etres humains, ani- maux
Incapacitants	.....Liquide, solide	Faible	Aérosol, liquide	Poumons, peau	Etres humains, ani- maux
Herbicides (défoliants)	.....Liquide, solide	Faible à élevée	Aérosol, liquide	Feuillage et racines	Plantes ^a

^a Certains herbicides, notamment ceux qui contiennent des composés organiques de l'arsenic, sont également toxiques pour l'homme et les animaux.

vaste zone au lieu de le disperser en un point unique comme ce serait le cas d'une munition chargée de produit en vrac.

50. Un autre concept militaire consiste à utiliser des ogives de gros calibre contenant plusieurs centaines de kilos d'un agent à faible tension de vapeur. Ces ogives, explosant à l'altitude voulue, produiront une pluie de gouttelettes qui contaminera efficacement toute l'étendue sur laquelle il tombera. Un certain nombre de munitions de ce genre pourraient être utilisées pour assurer la couverture de l'objectif.

51. *Munitions air-sol.* — Les bombes larguées par avion sont de plus gros calibre que la plupart des obus et de ce fait produisent de plus fortes concentrations de l'agent chimique à proximité du point d'impact au sol. Des bombes éclatant à proximité du sol pourraient assurer une dispersion plus grande de l'agent, surtout dans le cas d'agents chimiques.

52. Un répartiteur est une enveloppe qui contient des munitions secondaires et qui après fonctionnement peut rester fixé à l'avion. Les munitions secondaires seront larguées soit simultanément soit en série.

53. Les petites roquettes ou les missiles peuvent également servir à larguer les agents chimiques d'un avion. Le type de dispersion obtenu ne différera pas fondamentalement de celui qui est produit par des roquettes ou des missiles sol-sol.

54. *Munitions fixes.* — Les munitions fixes comprennent les générateurs et les mines. Un générateur est un réservoir contenant un agent chimique, une source de pression et une buse par laquelle la pression expulse l'agent. Les générateurs seraient placés au vent de l'objectif et déclenchés par un dispositif approprié.

55. Les mines chimiques seraient disposées dans des zones où une activité ennemie est prévue et mises à feu par pression ou par traction sur un fil tendu.

2. AGENTS BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

56. Comme les agents chimiques, on peut classer les agents bactériologiques (biologiques) d'après les usages qu'on veut en faire : agents visant à mettre hors d'action ou à tuer des êtres humains, à rendre malades ou à tuer des animaux de boucherie ou de trait, ou à détruire les plantes comestibles et les récoltes industrielles.

57. Les bactéries, les virus, les mycètes et un groupe de micro-organismes connus sous le nom de rickettsies sont de loin les agents les plus puissants susceptibles d'être incorporés dans un système d'armes. Mais rien ne garantit qu'à l'avenir, d'autres organismes vivants ne se révéleront pas plus efficaces en tant qu'agents pour la guerre bactériologique.

Choix des agents de guerre

58. Le nombre d'agents bactériologiques (biologiques) susceptibles d'être utilisés comme arme est loin d'être égal à celui des agents pathogènes. Pour être efficaces en effet, ces agents doivent :

- a) Pouvoir être produits en grande quantité;
- b) Pouvoir être dispersés sans peine malgré les difficultés résultant du milieu ambiant;
- c) Etre efficaces indépendamment des contre-mesures médicales;
- d) Pouvoir causer un grand nombre de pertes (les agents à utiliser devraient donc être très infectieux, mais le degré de transmissibilité, de l'homme à l'homme, de l'agent choisi dépendrait de la décision délibérée de déclencher une épidémie).

Agents ayant des effets sur l'homme

59. Toutes les maladies étudiées se développent de façon naturelle et, à quelques exceptions près, les organismes qui les provoquent sont connus des savants dans le monde entier. Les agents incapacitants sont ceux qui, dans les épidémies non provoquées, causent la maladie mais rarement la mort. Si la maladie d'origine naturelle peut entraîner la mort, l'agent est considéré comme létal. Ces agents, utilisés sous forme d'aérosols, pourraient causer des maladies plus graves qu'à l'état naturel.

60. Les différentes populations résistent plus ou moins bien aux infections produites par les agents bactériologiques (biologiques). Une maladie qui, chez une population donnée, ne causera qu'une incapacité bénigne aura parfois des effets catastrophiques sur une autre. Par exemple, la rougeole, lors de son apparition aux îles Hawaii, causa beaucoup plus de décès qu'elle n'en provoquait chez les populations européennes, relativement résistantes. Une arme bactériologique (biologique) qui ne vise qu'un effet incapacitant sur la population pourra néanmoins causer de très nombreux décès si la résistance de cette population a été affaiblie par la malnutrition, l'irradiation, etc. Inversement, une arme conçue pour causer une épidémie mortelle peut n'avoir d'autre effet que de produire quelques cas d'infection bénins si la population a reçu un vaccin protecteur ou a été immunisée après avoir contracté naturellement la maladie. Les annales de l'épidémiologie sont riches en épisodes surprenants.

61. Les *virus* sont les plus petits des éléments vivants. La plupart d'entre eux ne sont visibles qu'au microscope électronique et leur culture n'est possible que sur des tissus vivants (cultures de tissus, œufs fécondés, etc.). Le traitement génétique du virus ou le traitement chimique de son acide nucléique qui est le matériel génétique pourraient être employés pour produire de nouvelles souches de virus plus actifs ou plus résistants au milieu.

62. Les *rickettsies* sont des formes intermédiaires entre les virus et les bactéries. Comme les virus, elles ne se reproduisent que dans les tissus vivants. A en juger d'après la littérature scientifique, les recherches sur la génétique des rickettsies n'ont pas été poussées aussi loin que celles qui portent sur les virus et les bactéries.

63. Les *bactéries* sont plus grandes que les virus et leur taille va de 0,3 micron à plusieurs microns. On peut les cultiver facilement à grande échelle en employant un matériel et des processus semblables à ceux qui sont utilisés dans l'industrie des produits fermentés, mais il faut beaucoup de connaissances spéciales et d'expérience pour les produire en grande quantité et dans l'état le plus favorable à la propagation des maladies. Bien que de nombreuses bactéries pathogènes (qui produisent des maladies) soient vulnérables aux antibiotiques, des souches résistantes se rencontrent et l'on peut les sélectionner ou les obtenir à l'aide de méthodes appropriées de manipulation génétique. De même, on peut choisir des souches ayant une résistance accrue à l'inactivation par la dessiccation et par la lumière solaire.

64. Les *mycètes* provoquent également un certain nombre de maladies chez l'homme, mais ils semblent avoir très peu d'importance du point de vue de leurs possibilités en guerre bactériologique (biologique).

65. Les *protozoaires* sont des micro-organismes unicellulaires qui sont à l'origine de plusieurs maladies importantes chez l'homme, notamment le paludisme. En raison de leur cycle biologique complexe, ils semblent, eux aussi, avoir très peu d'importance dans le présent contexte.

66. Les *vers parasites* tels que les ankylostomes, les ténias et les filaires ont des cycles de vie très compliqués. Ils ne produisent la maladie et l'incapacité qu'après une exposition prolongée et des infections répétées. Il serait extrêmement difficile de les produire en quantité, de les stocker, de les transporter ou de les disséminer à l'aide d'une arme. Les insectes sont également difficiles à envisager comme arme. Certains, comme les moustiques et les tiques, sont des vecteurs, c'est-à-dire des agents de transmission de maladies, et à ce titre on peut considérer qu'ils pourraient acquérir de l'importance sur le plan militaire. Les formes plus évoluées, comme les rongeurs et les reptiles, peuvent être écartés dans le cadre de la présente discussion.

Agents ayant des effets sur les animaux

67. Les agents bactériologiques (biologiques) dont les effets s'exercent sur la faune, comme la fièvre aphteuse et le charbon, seraient essentiellement utilisés pour détruire les animaux domestiques, ce qui affecterait indirectement l'homme en réduisant ses ressources alimentaires.

68. Le développement des maladies contagieuses chez les animaux, ou épizooties, est souvent beaucoup plus facile que celui des épidémies

qui frappent la population humaine. Les infections virales sont probablement plus graves pour les animaux que les infections dues à d'autres classes de micro-organismes.

69. La plupart des maladies bactériennes des animaux qui pourraient probablement être utilisées à des fins militaires sont également transmissibles à l'homme. Ce dernier serait vraisemblablement infecté par le nuage d'aérosol provenant de l'attaque, et certains sujets pourraient être infectés occasionnellement par des animaux atteints.

Agents ayant des effets sur les plantes

70. L'apparition d'épiphyties naturelles comme le mildiou de la pomme de terre en Irlande en 1845, la rouille du café à Ceylan dans les années 1870, l'*endothia* du châtaignier des Etats-Unis en 1904, ainsi que les épiphyties actuelles de rouille de céréales (plus particulièrement la rouille du blé) conduisent à penser que des agents pathogènes des végétaux peuvent être employés à des fins militaires. Quatre conditions doivent être remplies pour qu'une maladie des plantes devienne une épiphytie : la plante hôte doit être une des principales plantes de la région intéressée ; l'agent doit être capable d'attaquer les variétés de la plante hôte cultivée dans la région ; l'agent doit être présent en quantité suffisante et les conditions écologiques dans la région doivent être favorables à la propagation de la maladie. Une épiphytie ne peut s'installer si l'une quelconque de ces conditions n'est pas remplie.

Vecteurs

71. En principe, rien n'empêche de charger avec des agents bactériologiques (biologiques) des munitions du même type que celles utilisées dans la guerre chimique. En dehors des missions clandestines ou des missions spéciales, il est vraisemblable que si des armes bactériologiques (biologiques) sont mises au point à des fins militaires, on utilisera comme vecteurs des aéronefs ou de gros engins balistiques. Les aéronefs, y compris les bombes volantes et les avions robots, pourraient larguer à haute altitude un grand nombre de bombettes ou épandre l'agent à basse altitude. Etant donné qu'il suffira d'une petite quantité d'agents pour couvrir des zones relativement étendues, les bombes employées seront probablement petites (un kilo ou moins) et seront dispersées sur une zone aussi étendue que possible. Ces bombes pourraient être lancées en grappes ou à partir de répartiteurs de la même manière que les armes chimiques, mais vraisemblablement à plus haute altitude.

72. Un avion pourra épandre sous forme d'une traînée qui, portée par le vent, atteindra le sol sous forme d'un vaste nuage contaminant de forme allongée (chap. II). L'efficacité du procédé dépend largement des conditions atmosphériques, mais on sera d'autant mieux assuré d'obtenir les résultats escomptés que la zone visée sera plus vaste et le système météorologique mis en jeu plus étendu. Cependant, une petite erreur relative risque de mettre en jeu un pays non belligérant.

73. La possibilité de loger dans des engins balistiques des armes bactériologiques (biologiques) [vraisemblablement sous forme de bombettes] n'est pas exclue. Les bombettes pourraient être larguées à une altitude prévue d'avance et fonctionner au niveau du sol. L'effet serait le même que dans le cas de largage des bombettes par avion, mais cette méthode serait plus coûteuse.

74. Les agents bactériologiques (biologiques) peuvent difficilement traverser la peau à moins d'être inoculés par des insectes. En cas de guerre bactériologique, la méthode la plus employée serait probablement l'infection des voies respiratoires par aérosol.

75. Un grand nombre de maladies existantes (grippe, tuberculose, etc.) se propagent par aérosol et certaines d'entre elles, la grippe notamment, peuvent provoquer de vastes épidémies. Lorsqu'une personne atteinte éternue, tousse ou, tout simplement, parle, il se forme un aérosol contenant des particules de dimensions extrêmement variées. Les particules les plus grosses sont normalement sans conséquence car elles tombent à terre. En revanche, les petites particules (de diamètre égal ou inférieur à 3 microns) se dessèchent rapidement dans l'air et sont extrêmement infectieuses. Elles peuvent demeurer en suspension dans l'atmosphère pendant très longtemps. Des expériences effectuées sur des animaux ont démontré qu'un grand nombre d'agents infectieux (dont beaucoup seraient transmis par d'autres voies dans les conditions naturelles) peuvent venir infecter les animaux sous forme d'aérosol à particules de petites dimensions. Des accidents de laboratoire et des expériences faites sur des volontaires ont confirmé l'efficacité de l'aérosol en tant que voie d'infection pour l'homme.

76. Dans l'hypothèse d'une guerre bactériologique (biologique), la méthode la plus susceptible d'être employée serait donc celle des aérosols, pour la simple raison que les voies respiratoires sont normalement sensibles à l'infection par de nombreux micro-organismes, qu'une attaque unique pourrait couvrir une surface d'objectif très vaste et enfin que les mesures d'hygiène courante seraient inefficaces contre l'infection par les voies respiratoires. Comme la taille des particules est critique en ce qui concerne leur aptitude à pénétrer dans les poumons (voir le chap. III pour un examen détaillé), la méthode de production des aérosols d'agents bactériologiques (biologiques) doit être réglable et assurer la dispersion d'un grand nombre de particules de moins de 5 microns de diamètre.

77. Il existe trois méthodes fondamentales pour produire des aérosols contenant des agents bactériologiques (biologiques). La dissémination peut s'effectuer au moyen d'explosifs, à peu près comme dans le cas d'agents chimiques. Toutefois, outre qu'il est difficile de régler avec précision la dimension des particules ainsi produites, le choc et la chaleur dégagés par l'explosif risquent de détruire une grande partie de l'agent. On peut aussi obtenir des particules d'aérosol en éjectant sous pression par des buses un produit contenant en sus-

pension les organismes employés. La dimension des particules dépend de la pression, du calibre des buses, des caractéristiques physiques de l'agent et des conditions atmosphériques. On peut obtenir à partir d'un solide des particules de la taille voulue (agent sous forme sèche) en procédant au calibrage avant dispersion. On peut également produire des particules d'aérosol par pulvérisation en libérant un liquide contenant l'agent en suspension dans un jet d'air à grande vitesse. Ce procédé convient particulièrement dans le cas de dispositifs de pulvérisation susceptible d'être employés sur des avions à haute performance.

D. — Défense de l'homme contre les agents chimiques et bactériologiques (biologiques)

78. Un système de défense complet contre les attaques effectuées à l'aide d'agents chimiques ou bactériologiques (biologiques) devrait assurer l'alerte et la détection, l'identification rapide des agents, la protection des voies respiratoires et de la peau, la décontamination et la prophylaxie et le traitement médical. Certains aspects de ce système peuvent être couverts avec un matériel relativement simple. D'autres exigent un matériel très perfectionné. Mais l'ensemble exige une organisation très efficace et un personnel hautement qualifié. Si les unités militaires et de petits groupes de personnes peuvent être équipés et entraînés dans une large mesure à se protéger eux-mêmes, il serait impossible pour la plupart des pays (sinon tous) d'assurer une protection efficace de la totalité de la population civile.

1. PROTECTION MÉDICALE

Attaques chimiques

79. Il n'existe pas de traitement prophylactique général qui puisse protéger contre les attaques chimiques. Les antidotes (l'atropine et les oximes) contre les agents neurotoxiques ont une certaine efficacité lorsqu'ils sont employés dans la demi-heure précédant l'exposition aux dangers toxiques ou très peu de temps après cette exposition. Toutefois, étant un toxique, l'atropine pourrait, à forte dose, avoir un effet incapacitant sur des personnes non exposées. La peau peut être protégée contre les vapeurs des agents vésicants par diverses pommades, mais elles ne sont pas efficaces contre les atteintes par liquide.

Attaques bactériologiques (biologiques)

80. La vaccination est l'un des modes de protection le plus efficace contre les maladies infectieuses ordinaires et le seul moyen qu'on puisse utiliser utilement pour la prophylaxie contre les attaques bactériologiques (biologiques). La valeur protectrice des vaccins contre la variole, la fièvre jaune, la diphtérie et d'autres maladies est

pleinement établie, encore que la protection qu'ils assurent puisse être réduite à néant si un sujet immunisé est exposé à des quantités massives des agents infectieux utilisés. Il est toutefois extrêmement probable que même les vaccins existants, qui réussissent à prévenir des maladies infectieuses dans des circonstances normales, ne fourniraient qu'une protection limitée, voire aucune protection, contre l'infection des voies respiratoires par un agent disséminé dans l'air en grande quantité par une arme bactériologique (biologique). De plus, des populations entières ne peuvent être vaccinées contre toutes les maladies possibles. La mise au point, la production et l'administration de vaccins à une aussi grande échelle seraient extrêmement coûteuses et certains vaccins pourraient entraîner des réactions indésirables ou dangereuses chez le vacciné.

81. Ce tableau n'est pas sensiblement modifié par certains progrès nouveaux réalisés dans le domaine de la vaccination, par exemple l'emploi de vaccins bactériens vivants contre la tularémie, la brucellose et la peste, ou la vaccination par aérosol, qui est particulièrement indiquée pour vacciner un très grand nombre de sujets. Des progrès ont été récemment réalisés dans la lutte contre les maladies virales, mais, à l'heure actuelle, aucun d'entre eux n'est applicable à la protection de populations contre les armes bactériologiques (biologiques).

82. La prophylaxie contre certaines maladies peut être également assurée en administrant certains antisérums provenant du sang de personnes ou d'animaux auxquels certains micro-organismes ou produits dérivés avaient déjà été inoculés afin d'accroître la proportion des anticorps (immunité) dans le sang. L'antitoxine tétanique est utilisée selon cette méthode; les antisérums étaient autrefois utilisés dans la lutte contre de nombreuses maladies, mais ils sont remplacés le plus souvent par des méthodes plus efficaces. Il serait toutefois impossible de préparer des antisérums contre tous les agents bactériologiques (biologiques) et de les mettre à la disposition de populations numériquement importantes.

83. D'autres possibilités, telles que le traitement thérapeutique avant l'apparition des symptômes, sont également loin de pouvoir être réalisées dans la pratique. Il peut s'agir d'un immune-sérum, de la gammaglobuline ou de médicaments tels que les antibiotiques ou les sulfamides. Dans le cas des sujets contaminés, la gammaglobuline peut permettre de prévenir la maladie ou d'en atténuer la gravité. Etant donné toutefois qu'elle s'obtient par séparation à partir de sang humain, il est impossible d'en constituer des réserves suffisantes, sauf pour des cas isolés. En théorie, la chimioprophylaxie (l'emploi de médicaments et d'antibiotiques pour prévenir l'infection) pourrait être également utile à court terme pour de petits groupes de personnes se trouvant exposés à un grand risque. Mais il faut penser que les agents bactériologiques (biologiques) employés par l'ennemi pourraient être ceux qui résistent à de tels médicaments.

2. DÉTECTION ET ALERTE

84. Il importe de détecter un nuage d'agents chimiques ou bactériologiques (biologiques) dans l'air suffisamment rapidement pour que les personnes exposées puissent mettre leur masque et revêtir les vêtements de protection avant que l'attaque ne produise ses effets. Généralement, on s'efforcera de détecter le nuage en avant de l'objectif, de façon à pouvoir alerter tous ceux qui se trouvent dans la direction du vent. Il faut aussi disposer des moyens de détecter la contamination du sol par les agents chimiques pour permettre au personnel attaqué de décider quand il pourra quitter son équipement de protection.

Attaques chimiques

85. Au cours de la Première Guerre mondiale, il était possible de se fonder sur l'odorat et la vue et d'avertir ainsi immédiatement le personnel qu'une attaque chimique avait été lancée. Les agents chimiques plus récents sont plus toxiques et ne peuvent être détectés de cette façon. Néanmoins, les indices d'une attaque chimique seraient encore utiles pour donner l'alerte. Lorsque l'ennemi a déjà utilisé les armes chimiques, toute attaque ultérieure devrait nécessairement être présumée chimique, et des mesures de protection devraient être immédiatement prises. Les individus devront revêtir des masques non seulement en cas d'épandages effectués par des avions, de présence de fumée ou de brume d'origine inconnue, de présence d'odeurs suspectes ou d'apparition de symptômes tels qu'un écoulement nasal inexplicable, une sensation d'étouffement et d'oppression de la poitrine ou de la gorge ou un affaiblissement de la vue, mais aussi chaque fois qu'il se produit un bombardement quelconque. En raison toutefois de l'incertitude de ces méthodes, il serait hautement souhaitable que soient mis au point et distribués des instruments qui puissent détecter la présence d'agents chimiques toxiques à des concentrations inférieures à celles qui ont des effets physiologiques, et qui donneraient l'alerte à temps et de façon sûre. En outre, il serait bon d'avoir des moyens de détection, de prélèvement d'échantillons et d'analyse en laboratoire afin d'être en mesure de déterminer si le milieu ambiant est exempt de toxique et d'identifier exactement les agents chimiques employés lors de l'attaque.

86. L'élément primordial et nécessaire de tout système de défense doit être un instrument qui permette de détecter de faibles concentrations d'un agent chimique. Si faible que soit la concentration, une personne peut inhaler rapidement une quantité toxique du fait qu'elle respire 10 à 20 litres d'air par minute. Le corps humain ne pouvant éliminer ou détoxifier que de très faibles quantités de nombreuses substances toxiques, il n'y a pas lieu d'envisager de très longues périodes d'exposition — en fait les durées à étudier sont de quelques heures. Cela fait appel à la notion technique de facteur Ct (concentration \times temps). Les méthodes

de détection utilisées par le personnel militaire ou de protection civile doivent être simples, spécifiques, sensibles et sûres. Les trousseaux de détection typiques contiennent des tubes, des boutons et des papiers réactifs, etc. Lorsqu'ils sont soumis à l'action d'agents chimiques particuliers, ces détecteurs changent de couleur ou subissent d'autres modifications facilement observables sans instruments spéciaux. Les trousseaux de détection chimique peuvent être également utilisés pour déterminer le moment où les masques ou autres équipements de protection physique peuvent être enlevés sans danger. Il est évident que des laboratoires mobiles ou fixes peuvent procéder à une analyse chimique plus poussée que dans le cas des trousseaux de détection.

87. Les dispositifs d'alerte qui ont été mis au point comprennent des détecteurs sensibles qui donnent l'alerte automatiquement et alertent les individus afin qu'ils prennent des mesures de protection avant d'avoir absorbé une dose dangereuse de l'agent chimique. Ces dispositifs d'alerte appartiennent à deux types généraux : les dispositifs à prélèvement ponctuel qui prélèvent des échantillons d'air en un point donné à l'aide d'une pompe, et les dispositifs d'exploration de surface qui détectent les agents chimiques dans une zone donnée. Les dispositifs d'alerte utilisant des appareils à prélèvement ponctuel présentent l'inconvénient de devoir être placés au vent de la zone qui doit être protégée, et un assez grand nombre d'appareils peuvent donc être nécessaires. Si la direction du vent change, ils devront être déplacés. On n'a pas encore mis au point des systèmes satisfaisants d'exploration de surface.

88. Il faut reconnaître que malgré l'existence de ces systèmes d'alerte à base d'instruments, le personnel qui se trouve près du point de dispersion de l'agent chimique pourrait encore ne pas avoir suffisamment de temps pour prendre des mesures de protection.

Attaques bactériologiques (biologiques)

89. A la différence des armes chimiques, les armes bactériologiques (biologiques) ne peuvent être distinguées du "fond" du milieu ambiant par des réactions chimiques ou physiques, d'autant que des concentrations d'aérosols d'agents bactériologiques (biologiques) beaucoup plus faibles que celles des agents chimiques présentent un danger égal. Le problème que posent la détection et le système d'alerte avancée est donc encore plus difficile qu'en ce qui concerne les armes chimiques. Une solution partielle du problème a été trouvée avec certains dispositifs physiques très sensibles mais non sélectifs, tels que les compteurs de particules et les détecteurs de protéines (les protéines sont des constituants typiques des micro-organismes). Il y a présomption d'une attaque bactériologique (biologique) si les instruments enregistrent un écart inhabituel du taux de constituants dans l'air par rapport à la normale. Cependant, l'évaluation d'un écart de ce genre exigerait une étude intensive et prolongée des conditions normales en un lieu donné. Le sujet est traité plus avant dans l'annexe I.

3. PROTECTION PHYSIQUE

90. L'objectif essentiel est d'interposer une barrière physique entre le corps humain et les agents chimiques et les agents bactériologiques (biologiques) et, en particulier, de protéger la peau et les voies respiratoires. Dans le cas contraire, aucun système d'alerte, si efficace soit-il, n'a la moindre valeur. La protection pourrait être assurée en utilisant différents types d'équipements de protection individuelle ou des abris collectifs.

Protection individuelle

91. Les masques de protection constituent le premier moyen de défense contre tous les agents chimiques et bactériologiques (biologiques). Bien qu'ils diffèrent par leur apparence et leur conception, ils ont certaines caractéristiques communes : un couvre-face ajusté, imperméable et suffisamment souple pour adhérer hermétiquement au visage et un système de fixation utilisant par exemple des brides, un appareil de filtration et d'absorption pouvant avoir la forme d'une cartouche qui arrête les particules (aérosols) par filtration mécanique. Cette cartouche contient également du charbon activé, qui est parfois imprégné d'un produit réagissant sur les agents à l'état de vapeur mais qui, en tout cas, absorbe les vapeurs toxiques. Certains masques sont conçus de manière à permettre à ceux qui les portent de boire de l'eau ou de réanimer des blessés sans enlever leurs masques. Les masques destinés à la protection civile sont souvent des variantes moins coûteuses des masques militaires. Il existe aussi des appareils de protection contre les gaz destinés aux jeunes enfants.

92. Un masque de protection correctement ajusté et en bon état de fonctionnement assure une protection complète des voies respiratoires contre tous les agents chimiques et bactériologiques (biologiques) connus. Néanmoins, on peut prévoir qu'un certain pourcentage du personnel portant le masque sera atteint par suite d'un défaut d'instruction, du mauvais entretien du masque, de la croissance de la barbe ou à des blessures au visage qui empêchent une adhérence correcte du masque, etc. Le défaut d'étanchéité tolérable est beaucoup plus faible dans le cas des agents bactériologiques (biologiques) par suite de leur plus grande puissance.

93. Etant donné que les produits du type de l'ypérite et les neurotoxiques de volatibilité faible ou moyenne peuvent traverser l'épiderme intact même protégé par des vêtements normaux, la totalité du corps doit être protégée à l'aide de vêtements spéciaux, dont il existe deux catégories : ceux qui sont imperméables aux agents liquides et ceux qui, tout en laissant passer l'air et l'humidité, ont subi un traitement spécial destiné à empêcher les agents chimiques de les traverser. Les vêtements de protection en tissu caoutchouté appartiennent à la première catégorie alors que les vêtements ordinaires traités aux chlorimides ou avec des produits absorbants appartiennent

à la deuxième catégorie. On peut porter en plus un vêtement imperméable, toile ou pèlerine, afin de se protéger contre une contamination intense par un produit liquide. Les mains sont habituellement protégées par des gants spéciaux et les pieds par des couvre-chaussures ou des chaussures traitées.

94. Avec le masque, les vêtements de protection, s'ils sont correctement ajustés et en bon état, constituent un excellent moyen de protection contre les agents chimiques et les agents bactériologiques (biologiques) connus. Les vêtements imperméables offrent la protection la plus efficace, mais ils ne peuvent pas être portés de façon continue à cause du pénible échauffement qu'ils provoquent, notamment si la température ambiante est élevée. Les effets perméables permettent de déployer une activité un peu plus grande, mais ils entravent cependant l'effort physique.

Protection collective ou commune

95. La protection commune comprend les abris fixes ou mobiles dans lesquels peuvent prendre place des groupes de personnes; elle a été conçue non seulement pour les civils, mais aussi pour certains éléments militaires spécialisés (par exemple, pour les postes des commandement et les hôpitaux de campagne). La protection collective est le moyen le plus efficace de combattre toutes les formes d'attaque. Les abris étanches ou isolants n'offrent une protection que pendant un temps limité étant donné l'absence de ventilation. Les abris étanches contenant des réserves d'oxygène et un dispositif permettant d'éliminer l'acide carbonique sont plus satisfaisants, mais ne permettent encore qu'un séjour limité. Les occupants peuvent toutefois être en sécurité même sous le feu de l'ennemi ou en présence de concentrations élevées d'oxyde de carbone. Le meilleur type d'abri est muni d'un système de ventilation par air filtré permettant de maintenir à l'intérieur une pression supérieure à la pression atmosphérique. Cette pression interne plus élevée empêche la pénétration d'agents contenus dans l'air et permet au personnel et au matériel d'entrer et de sortir librement sans que l'intérieur de l'abri soit contaminé. Il est possible d'y séjourner pendant des périodes prolongées.

96. Ces principes de protection collective peuvent être appliqués à tout lieu clos destiné à être occupé par des êtres humains ou par des animaux. Ils ont été utilisés pour assurer la protection à l'aide d'abris de fortune ou construits à la hâte, de fourgons mobiles, de véhicules blindés et d'abris permanents ou fixes destinés à recevoir la population civile ou le personnel militaire.

97. Dès lors que l'on soupçonne ou que l'on détecte une attaque bactériologique (biologique), il faut identifier les agents mis en œuvre afin de pouvoir prendre les mesures de protection appropriées et prévoir un traitement chimio-prophylactique. Pour l'instant, seules les méthodes de laboratoire permettent d'identifier avec précision les

micro-organismes. Les méthodes d'identification couramment employées dans les laboratoires exigent souvent de deux à cinq jours, mais des progrès récents ont permis de réduire notablement ces délais. Il est possible de prélever les particules contenues dans de grands volumes d'air, puis de les concentrer dans un petit volume de liquide. On peut ensuite recueillir les bactéries sur des filtres spéciaux et les placer dans un milieu de culture où elles se multiplient suffisamment pour qu'au bout de 15 heures on puisse en identifier quelques espèces. Un autre procédé, la méthode des anticorps fluorescents, peut donner des résultats très précis et permet l'identification des bactéries et de certains virus. Dans certains cas, l'identification est possible dans un délai de quelques heures. Cependant, malgré les progrès récents, les méthodes utilisées en laboratoire pour l'identification des agents biologiques sont encore complexes et imparfaites.

4. DÉCONTAMINATION

Agents chimiques

98. L'exposition prolongée à l'atmosphère et à la lumière solaire diminue ou supprime le danger dû à la plupart des agents chimiques, qui sont lentement décomposés par l'humidité et par la pluie. Mais on ne peut pas compter sur la dégradation naturelle pour éliminer le risque et, d'une façon générale, il est essentiel de recourir à la décontamination. Cette opération réduirait le risque, mais cela prendrait du temps et générerait considérablement les opérations militaires.

99. Des produits chimiques très divers peuvent être utilisés comme désinfectants, le choix dépendant de l'agent à neutraliser, du type de surface à décontaminer, du degré de contamination et du temps disponible. Les désinfectants comprennent aussi bien les savons et les détergents dissous dans l'eau que la soude caustique, l'hypochlorite et divers solvants organiques; leur utilisation nécessite un personnel nombreux, beaucoup d'eau et le matériel approprié.

100. On a mis au point des solutions, des poudres, des appareils désinfectants et des techniques pour décontaminer la peau, les vêtements, l'équipement personnel et l'eau. Ces opérations doivent être effectuées immédiatement après une attaque.

101. A moins qu'elles ne soient contenues dans des récipients étanches, métalliques ou autres, les denrées alimentaires contaminées devraient être détruites. La décontamination des matériels complexes et des véhicules est une opération difficile et longue. A cette fin, on a mis au point des pulvérisateurs sous pression permettant de disperser des décontaminants en poudre et liquides, ainsi que des peintures ou des revêtements qui permettent d'obtenir une surface imperméable et lisse empêchant la pénétration de l'agent chimique.

102. Il peut être nécessaire d'appliquer la décontamination aux routes et à certaines zones. Il faut pour cela décaper le sol contaminé

à l'aide de bulldozers ou le recouvrir de terre, et utiliser des explosifs pour répandre des désinfectants en poudre sur une vaste zone.

Agents bactériologiques (biologiques)

103. Les procédés de décontamination utilisés pour lutter contre les agents biologiques sont analogues à ceux qui sont employés dans le cas d'agents chimiques toxiques. L'aération et l'exposition à une lumière solaire intense détruisent la plupart des micro-organismes, et il en va de même des températures élevées. On pourra tuer presque tous les micro-organismes dangereux en faisant cuire longuement les produits alimentaires exposés et en faisant bouillir l'eau pendant 15 minutes au moins. L'hypochlorite de chaux et le chlore peuvent être également utilisés pour purifier l'eau. Certains composés chimiques, comme l'aldéhyde formique, l'oxyde d'éthylène, les hypochlorites de calcium et de soude, la soude caustique et la bêta-propiolactone peuvent être utilisés pour décontaminer les matériaux et les lieux de travail. La meilleure méthode de décontamination des êtres humains consiste à se savonner sous une douche chaude.

E. — Protection des animaux domestiques et des plantes contre les attaques chimiques

1. ATTAQUES CHIMIQUES

104. La protection à grande échelle des animaux domestiques et des plantes contre les attaques est irréalisable. Lorsqu'une récolte a été soumise à l'action de dés herbants, il n'y a pas de remède efficace. Les dommages ne peuvent être réparés qu'en renouvelant ces cultures ou en les remplaçant par d'autres selon la saison.

2. ATTAQUES BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

Animaux

105. Les animaux ou les troupeaux peuvent être protégés par des abris collectifs, mais cette méthode serait extrêmement coûteuse, et, faute de dispositifs d'alerte automatiques, rien ne garantit que les animaux se trouveraient dans les abris au moment de l'attaque.

106. Le moyen idéal de protection pour les animaux serait la vaccination. Des vaccins ont été mis au point et bon nombre d'entre eux sont fabriqués couramment (notamment contre la fièvre aphteuse, la peste bovine, le charbon, la fièvre de la vallée du Rift, la fièvre porcine et la maladie de Newcastle). La vaccination des troupeaux par aérosol est actuellement à l'étude et permet d'espérer des résultats intéressants.

Plantes

107. La seule méthode prometteuse est la création de variétés résistantes aux maladies. Elle fait ordinairement partie de la plupart des programmes agricoles nationaux visant à accroître le rendement des récoltes. Mais à moins de connaître par avance (peut-être plusieurs années à l'avance) la nature exacte de l'agent qui risque d'être utilisé, cette méthode ne peut être appliquée à la protection des récoltes contre ce genre d'attaque.

108. La pulvérisation de fongicides et autres préparations analogues pour réduire les pertes après une attaque ne sera sans doute pas efficace du point de vue économique. Dans la plupart des cas, la meilleure solution serait d'utiliser la main-d'œuvre et les machines disponibles pour obtenir de nouvelles récoltes.

Chapitre II

EFFETS PROBABLES DES ARMES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES) SUR LE PERSONNEL MILITAIRE OU CIVIL, QU'IL SOIT PROTEGE OU NON PROTEGE

A. — EFFETS DES AGENTS CHIMIQUES SUR LES INDIVIDUS ET LES POPULATIONS

109. Les effets des agents de guerre chimique sur les hommes, les animaux et les végétaux dépendent des propriétés toxiques de l'agent, de la dose absorbée, de la rapidité avec laquelle elle est absorbée, de la voie par laquelle elle pénètre dans l'organisme. Ils peuvent pénétrer dans le corps par la peau, les yeux, les poumons ou l'appareil gastro-intestinal (par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés).

110. Pour un agent donné, absorbé dans les mêmes conditions, l'effet sera sensiblement proportionnel à la dose absorbée. C'est ainsi qu'on peut définir pour chaque agent certaines doses caractéristiques, par exemple celle qui dans des conditions données cause la mort de 50 p. 100 des individus atteints (dose létale 50 p. 100 ou DL 50), celle qui cause 50 p. 100 de pertes, ou celle qui n'a plus d'effet militaire appréciable. Elles s'expriment en milligrammes et sont valables pour un adulte en bonne santé et d'un poids moyen. Elles peuvent aussi être données en milligrammes par kilogramme de poids de corps.

111. En ce qui concerne les gaz, vapeurs, aérosols absorbés par les voies respiratoires, il est commode pour les évaluations d'exprimer la même notion d'une manière quelque peu différente. La dose absorbée dépend de la concentration de l'agent dans l'air, du débit respiratoire du sujet, de la durée de l'exposition. Si, par simplification, on admet que pour des groupes d'individus se livrant à telles ou telles activités la moyenne des débits respiratoires restera relativement constante, on voit que la dose et donc l'effet produit seront directement proportionnels au produit de la concentration de l'agent dans l'air (C en mg/m^3) par la durée de l'exposition (t en minutes). C'est le facteur Ct , dont certaines valeurs caractéristiques (Ct L 50 ou Ct mortel pour 50 p. des individus) sont utilisées en particulier pour l'estimation quantitative des effets.

112. Pour les toxiques agissant sur ou par la peau, la dose absorbée par contact sera souvent en relation avec l'intensité de la

contamination des surfaces par liquide ou "taux de contamination" qui s'exprime en grammes par mètre carré.

113. Les conséquences d'une attaque sur une population sont la somme des effets sur les individus qui le composent, étant entendu que la concentration de l'agent, de même que la sensibilité des individus, varie d'une partie à l'autre de la zone exposée au risque. Tel ou tel individu réagira différemment à l'attaque, et pourra être plus ou moins protégé. La contamination éventuelle à long terme du personnel par des agents chimiques qui pourraient demeurer sur le sol ou sur les végétaux peut prolonger les effets immédiats et directs.

114. Les masques de protection, les vêtements de protection et les abris et, dans une certaine mesure, la décontamination, lorsqu'elle est possible, protègent de manière substantielle contre tous les agents de guerre chimique. Cependant, comme on l'a déjà souligné, le simple fait de posséder des moyens de protection ne constitue nullement une protection absolue contre une contamination par les toxiques, les matériels de détection et l'alerte jouent un rôle important et parfois vital, puisqu'ils peuvent permettre d'avertir le personnel visé en temps voulu, pour qu'il puisse utiliser de façon appropriée son matériel de protection. Comme les mesures de protection ont leur efficacité maximale lorsqu'elles sont appliquées par un personnel entraîné travaillant efficacement en équipes, les unités militaires ont plus de chance de se protéger de façon adéquate qu'une population civile. Au demeurant, dans la plupart des pays, la population civile ne dispose d'aucune protection contre la guerre chimique.

115. Plusieurs agents de guerre chimique connus pendant la Première Guerre mondiale et d'autres, qui ont été mis au point depuis lors, ont été cités dans la littérature scientifique. Cependant, les effets des armes chimiques modernes les plus létales n'ont pas été étudiés dans les conditions réelles d'hostilités. Par ailleurs, on ne dispose pas d'études complètes et systématiques de l'emploi des défoliants, herbicides et agents chimiques anti-émeute. En conséquence, les descriptions ci-après des effets probables des armes chimiques, fondées à la fois sur des faits évidents et sur le jugement de techniciens, doivent être considérées comme relativement hypothétiques.

1. EFFETS DES AGENTS CHIMIQUES LÉTAUX SUR LES PERSONNES CONTAMINÉES

116. Le tableau 2 donne une classification des agents chimiques létaux les plus importants et en indique certaines caractéristiques selon les effets qu'ils produisent. Des précisions supplémentaires sont données à l'annexe II.

117. Les agents chimiques létaux tuent à des doses relativement faibles, et la dose mortelle n'est généralement qu'un peu plus forte que la dose incapacitante. La mort peut parfois être occasionnée par des doses élevées d'agents présumés incapacitants; inversement, une

faible dose d'agents létaux peut ne provoquer que des effets mineurs. Les vésicants sont étudiés en même temps que les agents létaux car ils peuvent provoquer la mort ou des lésions graves dans une fraction réduite mais non négligeable du personnel atteint.

Agents neurotoxiques

118. Ces composés létaux sont aisément absorbés par les poumons, les yeux et la voie intestinale, sans qu'il en résulte d'irritation locale, et inhibent l'action d'un enzyme (cholinestérase) essentielle au fonctionnement du système nerveux. La mort par asphyxie peut survenir quelques minutes après l'inhalation d'une dose létale si le patient n'est pas traité rapidement par la respiration artificielle et des médicaments tels que l'atropine ou les oximes. Par ailleurs, bien qu'il demande parfois plusieurs semaines, le rétablissement est généralement rapide et complet à moins que l'on ait laissé durer l'anoxie ou les convulsions ou que la durée de l'exposition ait été assez prolongée pour causer des lésions irréversibles du cerveau.

119. L'apparition des symptômes dépend dans une certaine mesure de la voie de pénétration de l'agent dans le corps. Les symptômes apparaissent plus lentement lorsque l'agent est absorbé par la peau que lorsqu'il est inhalé. Dans le cas de faibles Ct, le nez coule sans arrêt, la pupille de l'œil se contracte et l'œil a des difficultés à s'accommoder. La constriction des bronches donne une impression d'oppression. Lorsque la dose est plus forte, les muscles du squelette sont touchés : faiblesse, fibrillations et, par la suite, paralysie des muscles de l'appareil respiratoire. La mort est généralement causée par l'arrêt de la respiration, mais une syncope peut se produire. Les neurotoxiques les plus dangereux peuvent entraîner la mort pour un Ct de 10 mg min/m³ ⁷; les moins toxiques sont létaux à des Ct allant jusqu'à 400 mg min/m³.

Vésicants

120. L'ypérite est un vésicant typique; comme les autres substances de cette catégorie, elle produit aussi des effets toxiques généraux. L'exposition à des concentrations de quelques milligrammes de cet agent par mètre cube d'air pendant plusieurs heures provoque à tout le moins une irritation et un rougissement de la peau, et surtout une irritation des yeux, mais elle peut même entraîner la cécité temporaire. Une concentration plus forte dans l'air provoque l'apparition de vésications et un gonflement des yeux. Les réactions plus graves de ce genre sont également constatées lorsque du liquide vient au contact de la peau ou dans les yeux. Les vésications provoquées par l'ypérite sont comparables aux brûlures du deuxième degré. Des lésions plus graves, comparables aux brûlures du troisième degré,

⁷ Un Ct d'un mg min/m³ correspond à une minute d'exposition à un agent dont la concentration est d'un milligramme par mètre cube.

TABLEAU 2. — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES AGENTS LÉTAUX

<i>Type</i>	<i>Mécanisme</i>	<i>Délai d'apparition des effets</i>	<i>Exemples</i>
Neurotoxiques G	Perturbent la transmission de l'influx nerveux	Très rapide par inhalation (quelques secondes)	Tabun, sarin, soman
Neurotoxiques V	Perturbent la transmission de l'influx nerveux	Très rapide par inhalation (quelques secondes); relativement rapide par l'intermédiaire de la peau (de quelques minutes à quelques heures)	VX
Vésicants	Par empoisonnement cellulaire	Apparition de vésicules dans un délai variant entre plusieurs heures et plusieurs jours; effets oculaires plus rapides	Ypérite, ypérite à l'azote
Suffocants	Lésions pulmonaires	Action immédiate ou après trois heures et plus	Phosgène
Toxiques du sang	Perturbent la respiration cellulaire	Rapide (quelques secondes ou quelques minutes)	Acide cyanhydrique
Toxines	Paralyse neuromusculaire	Variable (heures ou jours)	Toxine botulique

peuvent durer deux mois. La pénétration de l'agent dans l'œil, surtout sous forme liquide, provoque parfois la cécité. L'inhalation de vapeurs ou d'aérosols d'ypérite provoque une irritation et des douleurs dans l'appareil respiratoire supérieur et une pneumonie peut se déclarer. De fortes doses de vésicants entraînent une intoxication générale analogue au mal des rayons, intoxication qui peut être mortelle.

121. Les premiers secours à une personne exposée à un vésicant sont un lavage des yeux et une décontamination de la peau. On n'a guère besoin de traiter les petites lésions de l'œil. Les vésications sont traitées comme toute brûlure du deuxième degré.

Autres agents létaux

122. Le *phosgène* et d'autres composés ayant des effets physiologiques analogues ont été employés pendant la Première Guerre mondiale. La mort résulte de lésions causées aux poumons. Le seul traitement est l'inhalation d'oxygène et le repos. Les sédatifs sont utilisés modérément.

123. L'*acide cyanhydrique* entraîne la mort presque immédiatement à une dose létale en empêchant la respiration cellulaire. Absorbé à faibles doses, il ne cause guère ou pas de symptômes.

124. La plupart des agents dits toxiques du sang contiennent du cyanogène, et tous agissent rapidement. La victime mourrait avant que des soins puissent être donnés ou se rétablirait peu après avoir respiré de l'air pur.

125. La *toxine botulique*, l'un des poisons naturels les plus puissants que l'on connaisse, pourrait être employée comme agent de guerre chimique. Il en existe au moins six types distincts dont quatre sont connus comme étant toxiques pour l'homme. Cette toxine, sécrétée par le bacille *Clostridium botulinum*, se transmet parfois, accidentellement, par la consommation d'aliments contaminés. La bactérie ne se développe ni ne se reproduit dans l'organisme, l'empoisonnement étant dû entièrement à la toxine ingérée. Elle pourrait sans doute être introduite dans le corps par inhalation.

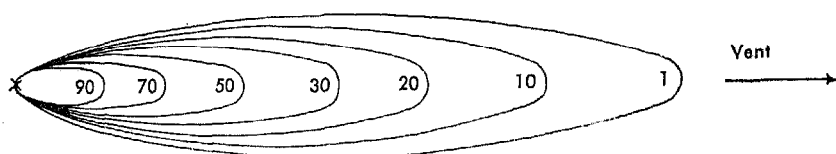
126. Le botulisme est une forme d'empoisonnement généralement mortel, caractérisée par les symptômes suivants : faiblesse générale, maux de tête, vertiges, vision double, dilatation des pupilles, paralysie des muscles de la déglutition et difficulté d'élocution. La paralysie respiratoire est généralement la cause du décès. Les symptômes apparaissent généralement 12 à 72 heures après la consommation des aliments contaminés. Toutes les personnes sont sensibles à cette forme d'empoisonnement par la toxine botulique. Le petit nombre de celles qui se rétablissent acquièrent une immunité active de durée et d'efficacité incertaines. Il a été démontré que l'immunisation active par toxoïde botulinique a un certain effet protecteur, mais l'intérêt du traitement par l'antitoxine est limité, surtout lorsque de fortes doses de toxine ont été absorbées. Le traitement consiste à soutenir les forces du malade.

2. EFFETS DES AGENTS LÉTAUX SUR LES POPULATIONS

127. Comme on l'a déjà dit, les effets éventuels sur les populations d'une attaque par des agents chimiques létaux dépendent de l'agent employé, de l'intensité de l'attaque, de la question de savoir si le gros de la population était ou non abritée, de l'existence de moyens de protection, de l'état physiologique des individus atteints et des conditions météorologiques qui peuvent être différentes de celles qui avaient été prévues ou qui peuvent se modifier au cours d'une attaque.

128. L'influence des conditions météorologiques sur le déplacement de l'agent à partir de son émission ressort des figures I, II et III qui montrent, par des diagrammes théoriques, la forme des zones couvertes par un Ct donné pour une source ponctuelle, une source multiple et une source linéaire aérienne, sous l'effet du vent.

FIGURE I. — FORME DE LA ZONE COUVERTE PAR LE NUAGE ENTRAÎNÉ PAR LE VENT DANS LE CAS D'UNE SOURCE PONCTUELLE AU SOL

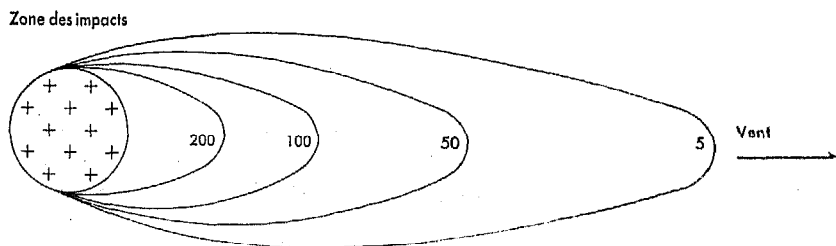


129. La figure I représente le contour de la zone couverte par un nuage formé à partir d'une source ponctuelle (une munition isolée par exemple), située près de l'extrémité gauche de la forme ovale centrale, avec un vent suffisamment fort, soufflant par exemple à une vitesse de 5 à 20 km/h dans la direction indiquée.

130. Le nombre inscrit sur chaque ligne est le facteur Ct (produit de la concentration par le temps); il signifie qu'en tout point situé à l'intérieur de la surface délimitée par la courbe, les Ct sont supérieurs au nombre marqué. Ces données peuvent permettre d'estimer les pertes lorsqu'on connaît les Ct caractéristiques de l'agent utilisé. Par exemple, si le $Ct L 50$ de l'agent était de 30 mg mn/m³, il y aurait plus de 50 p. 100 de morts dans la zone située à l'intérieur du contour marqué 30.

131. Cette figure est valable pour un agent volatil comme le sarin, qui pour sa plus grande part est dispersé sous la forme de vapeur ou d'aérosol formant un nuage. Dans le cas d'un liquide peu volatil, dispersé sous la forme de gouttelettes qui tombent au sol et le contaminent, on pourrait de la même manière dresser la carte des taux de contamination du sol (exprimés en mg/m²).

FIGURE II. — FORME DE LA ZONE COUVERTE DANS LE CAS DE SOURCES MULTIPLES (SOURCE DE SURFACE)



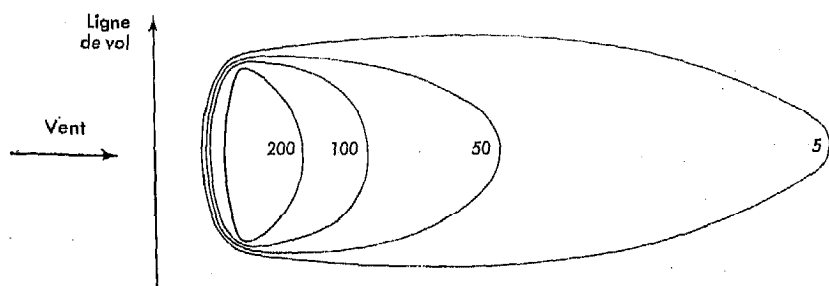
132. La figure II représente la zone couverte par des sources multiples réparties sur une surface (source de surface); ce serait le cas par exemple d'une ogive de missile remplie de bombettes ou du tir d'une unité d'artillerie.

133. Dans le cas d'un agent volatil dispersé sous forme de vapeur ou d'aérosol, le nuage formé, entraîné par le vent couvre une zone

dont la forme générale est la même que dans le cas de la source ponctuelle (fig. I), mais dont les dimensions sont évidemment bien plus grandes, les Ct atteints étant également plus élevés.

134. S'il s'agit d'un agent peu volatil dispersé sous forme de gouttelettes, le danger est très grand dans la zone des impacts parce que toutes les surfaces (peau, vêtements, véhicules, équipements, végétation) seraient contaminées. Le danger sous le vent dû à l'entraînement des particules les plus fines s'étendrait sur une zone beaucoup moins étendue que dans le cas précédent par suite des quantités relativement faibles de petites particules entraînées.

FIGURE III. — FORME DE LA ZONE COUVERTE DANS LE CAS D'UNE SOURCE LINÉAIRE AÉRIENNE



135. La figure III représente la zone couverte par une source linéaire aérienne, comme par exemple dans le cas d'un épandage par avion.

136. Le nuage émis est entraîné par le vent et ne touche le sol qu'à une certaine distance de la ligne de vol de l'avion épandeur, distance qui dépend de l'altitude de l'avion et de la vitesse du vent. Comme le nuage avant d'atteindre le sol a déjà subi l'influence de la diffusion turbulente, les Ct ou taux de contamination les plus élevés sont rencontrés à quelque distance de la limite de la zone du côté de la source.

137. Etant donné les variables de caractère météorologique ou autre, il est impossible d'avancer des affirmations d'ordre général quant aux effets quantitatifs des armes chimiques sur les populations. Les exemples suivants, qui sont hypothétiques, n'ont par conséquent d'autre but que de décrire ce qui pourrait se produire — et la proportion dans laquelle les mesures de protection pourraient réduire le nombre des victimes. Pour que la description soit complète, les exemples choisis comprennent les différents risques créés par des agents neurotoxiques dans la zone de combat, pour des objectifs militaires situés à l'arrière ou pour la population civile d'une agglomération.

Effets des gaz neurotoxiques liquides sur des troupes protégées au combat

138. Une attaque massive par munitions fusantes dispersant des agents neurotoxiques non volatils contaminerait le sol à des taux pouvant aller d'un dixième de gramme à dix grammes de liquide par mètre carré, soit en moyenne cinq grammes, ce qui constituerait un danger extrêmement sérieux. En même temps, des concentrations d'aérosols pourraient conduire à des Ct d'environ 20 mg min/m³ sur la quasi-totalité de la zone d'impact, ce qui causerait des victimes mêmes si le danger dû au liquide n'existait pas.

139. Pour parer à une attaque de ce genre, il faudrait pouvoir prendre des mesures très efficaces de protection, comprenant notamment l'utilisation de masques, de vêtements de protection légers, de moyens de décontamination, de systèmes de détection, d'antidotes et de soins médicaux. L'utilisation rapide des masques et des vêtements de protection confère une certaine protection, mais une décontamination ultérieure et des soins médicaux sont nécessaires pour éviter de nombreux décès.

Effets d'une attaque par neurotoxiques sur un objectif militaire de l'arrière

140. Une attaque aérienne par un agent neurotoxique volatil, lancée contre une installation militaire située à l'arrière, créerait un risque grave de contamination par le liquide et par la vapeur sur l'objectif et un danger de contamination par la vapeur dans la zone environnante. Comme l'indique la figure II, la zone d'impact serait très fortement contaminée et des Ct de vapeur très élevés apparaîtraient dans la zone et à sa proximité immédiate. Plus loin sous le vent, la concentration diminuerait peu à peu et finirait par devenir inoffensive. La figure I donne une idée approximative de la manière dont les pertes se manifesteraient dans une zone sous le vent.

141. Après une attaque dans laquelle des tonnes de sarin auraient été employées contre une zone d'un kilomètre carré, la zone d'attaque et la zone immédiatement sous le vent de celle-ci seraient hautement létales pour tout le personnel non protégé. Les Ct supérieurs à 80 mg min/m³ seraient mortels et entre 30 et 80 mg min/m³ ils causeraient de graves lésions. Les Ct de 5 mg min/m³ ne feraient que peu de victimes et n'auraient que des effets légers. La distance entre la zone d'impact et les points où apparaissent les Ct efficaces les plus bas dépendrait de la topographie et des conditions atmosphériques, mais dépasserait rarement quelques dizaines de kilomètres.

142. Le personnel muni seulement de masques à gaz, mais qui ne les porterait pas au moment de l'attaque, subirait des pertes sensibles dans la zone d'impact et à proximité de celle-ci, tant par suite des effets du liquide qu'à cause de la forte concentration de toxique inhalé avant que les hommes aient pu mettre leur masque. Plus loin sous le

vent, le port du masque assurerait une protection à peu près complète si l'alerte était donnée assez vite.

Effets d'une attaque aux gaz neurotoxiques sur une ville

143. La densité de la population d'une ville moderne peut atteindre 5 000 personnes au kilomètre carré. Une attaque massive par surprise au moyen d'un neurotoxique non volatil en bombes explosant à l'impact, lancée contre une ville qui n'y serait pas du tout préparée, entraînerait de lourdes pertes, surtout si elle a lieu aux heures d'affluence. La moitié de la population pourrait être touchée et la moitié des personnes atteintes à en mourir, si l'agent est disséminé à raison d'environ 1 tonne par km².

144. Si la population est déjà préparée contre une attaque et s'il existe notamment une organisation de protection civile, ainsi que des abris convenablement équipés et des masques de protection, les pertes pourraient être réduites à la moitié de celles que causerait une surprise totale.

145. Si la préparation est très poussée, bien qu'un tel but soit très difficile à atteindre, et, notamment, s'il existe un dispositif d'alerte adéquat et une protection civile efficace, il est concevable que la plus grande partie de la population serait dans des abris au moment de l'attaque et que très peu de personnes resteraient dans les rues.

146. Dans le cas d'une ville de 80 000 habitants, une attaque par surprise aux neurotoxiques pourrait donc faire 40 000 victimes, dont la moitié mourraient, alors que, dans des conditions idéales de défense, le nombre de tués pourrait tomber à 2 000. Il est toutefois inconcevable que cet idéal puisse jamais être atteint.

3. EFFETS DES AGENTS CHIMIQUES INCAPACITANTS

147. Les incapacitants chimiques, comme les lacrymogènes et certains agents psychochimiques, provoquent chez les individus normaux et en bonne santé une incapacité provisoire réversible et n'ont pas ou guère d'effets permanents. Leurs effets peuvent être quelquefois aggravés chez les jeunes enfants, les personnes âgées et celles qui sont en mauvaise santé. Ils sont appelés "incapacitants" parce que le rapport entre la dose létale et la dose incapacitante est très élevé. Le nombre des substances qui pourraient être affectées à des usages militaires est limité par des considérations de sécurité, de contrôle des effets militaires et par les possibilités économiques d'approvisionnement.

Lacrymogènes ou irritants

148. De nombreux composés chimiques entrent dans cette catégorie, mais les plus importants sont sans doute l'*o*-chloracétophénone (CN), l'orthochlorobenzylidène-malononitrile (CS) et l'adamsite (DM). A l'état pur, ce sont des solides, et ils sont dispersés sous forme d'aérosols.

149. Sous forme de vapeur ou d'aérosol, les lacrymogènes et les irritants causent rapidement une irritation et une sensation de brûlure des yeux, accompagnées de larmoiement. Ces symptômes disparaissent rapidement quand le sujet n'est plus exposé. Les voies respiratoires, dans leur ensemble, peuvent également être irritées, ce qui provoque un écoulement nasal et une douleur du nez et de la gorge. Si l'exposition est plus grave, elle peut occasionner une sensation de brûlure dans la trachée. Les sujets exposés souffrent donc de difficultés respiratoires et de quintes de toux, et parfois de nausées et de maux de tête.

150. Une exposition prolongée à des Ct extrêmement élevés de lacrymogènes et d'irritants peut entraîner œdème des poumons (fluide dans les poumons). On a enregistré trois cas de décès après une exposition exceptionnelle à l' ω -chloracétophénone en espace clos.

151. Les effets de l'adamsite (DM) sont plus persistants. Les nausées sont plus violentes et des vomissements peuvent se produire.

152. Les résultats d'expériences faites avec diverses espèces animales (voir annexe III) et certaines observations des réactions chez l'homme permettent de tirer provisoirement les conclusions suivantes : le lacrymogène le plus irritant est le CS, suivi de l'adamsite (DM) et de l' ω -chloracétophénone (CN) ; la limite de tolérance (concentration maximale que le sujet peut supporter pendant une minute) de la DM et celle du CS sont du même ordre ; le produit le moins toxique est le CS, suivi de la DM et ensuite de la CN ; chez l'homme, la sensibilité et la tolérance aux lacrymogènes et irritants varient d'un individu à l'autre. Enfin, la toxicité de ces produits varie selon l'espèce animale et le milieu ambiant.

153. Les symptômes causés par les lacrymogènes disparaissent à mesure que les larmes débarrassent les yeux de la victime de l'agent irritant, à condition que celle-ci s'éloigne de l'atmosphère contaminée. Certains lacrymogènes, cependant, provoquent une rubéfaction ou même, encore que rarement, une vésication de la peau par temps chaud et humide.

Toxines

154. La toxine staphylococcique se manifeste dans les empoisonnements alimentaires accidentels, seule manifestation connue des médecins. Les symptômes se caractérisent par l'apparition brusque et parfois violente de malaises avec nausées, vomissement et diarrhée. Le délai entre l'ingestion et l'apparition des symptômes est habituellement de deux à quatre heures, mais il peut aussi être d'une demi-heure. La plupart des individus atteints se rétablissent en 24 ou 48 heures et les issues fatales sont rares. Le traitement consiste à soutenir les forces du malade, et l'immunisation après atteinte est de courte durée. La toxine résiste au gel, à l'ébullition pendant 30 minutes et aux concentrations de chlore utilisées dans le traitement de l'eau. La toxine staphy-

lococciqne pourrait être considérée comme un agent de guerre chimique incapacitant. On peut provoquer les symptômes chez les animaux par injection intraveineuse, et la toxine peut aussi agir par la voie respiratoire.

Psychochimiques

155. On a suggéré l'emploi de ces substances comme agents de guerre chimique; ils pourraient provoquer une incapacité temporaire en perturbant le comportement. Cette idée ne peut être acceptée sous cette forme simple, car ces substances peuvent provoquer des modifications plus durables particulièrement chez les individus mentalement peu équilibrés ou chez ceux qui souffrent de troubles mentaux ou nerveux au premier stade. Au demeurant, des doses très élevées, difficiles à exclure si les produits sont mis en œuvre en temps de guerre, peuvent provoquer des lésions irréversibles du système nerveux central, ou même la mort. En outre, les substances psychochimiques pourraient avoir des effets particulièrement graves sur les enfants.

156. Des produits comme le LSD, la mescaline, la psilocybine et divers benzilates, qui ont une action — par exemple stimulante, dépressive ou hallucinante — sur les fonctions mentales, pourraient être employés en tant qu'agents incapacitants. La perturbation de l'activité mentale est évidemment un phénomène très complexe, et les effets d'un agent psychodysleptique dépendent en très grande partie à la fois de l'état psychologique de la personne exposée et des propriétés de l'agent. Quelle que soit, cependant, la diversité des réactions d'un individu à l'autre, une personne soumise à l'effet d'une telle substance ne serait pas en état d'agir raisonnablement, ni de prendre des initiatives et des décisions logiques.

157. Les psychochimiques font plus que perturber l'activité mentale. Par exemple, les symptômes généraux produits par les benzilates sont les suivants : perturbation de l'activité normale; peau sèche et congestionnée; tachycardie; rétention d'urine; constipation; ralentissement de l'activité mentale et psychique; maux de tête; vertiges; désorientation; hallucinations, somnolence; comportement maniaque occasionnel; élévation de la température du corps. S'il est vrai que ces effets n'ont pas encore été complètement étudiés, les sujets atteints, en particulier le personnel militaire, risqueraient fort de subir des répercussions secondaires du fait d'un comportement déréglé. Une seule dose de 0,1 à 0,2 mg de LSD 25 provoque, en une demi-heure, des troubles mentaux profonds, qui persistent pendant dix heures environ. Cette dose est environ mille fois plus faible que la dose létale.

158. Le traitement des symptômes provoqués par les agents psychochimiques consiste surtout à soutenir les forces du malade. Des effets psychiques permanents peuvent se produire chez un petit nombre de individus exposés au LSD.

159. Il est extrêmement difficile de prévoir les effets qu'une attaque au moyen d'agents psychochimiques aurait sur une grande population. Outre les complications dues à la diversité des réactions des personnes exposées, d'étranges interactions risquent de se produire à l'intérieur des groupes humains. Un petit nombre d'individus atteints pourraient susciter un comportement irrationnel chez les autres, de même que les personnes indemnes pourraient dans une certaine mesure contrebalancer les réactions de celles qui sont atteintes. En raison des faibles risques de mortalité résultant directement de l'exposition à l'agent, l'activité normale du groupe peut se maintenir dans une certaine mesure. Des masques de protection assureraient probablement une protection totale, puisque pratiquement tous les agents psychochimiques possibles seraient, s'ils étaient employés comme armes offensives, dispersés sous forme d'aérosols.

4. AUTRES EFFETS DES AGENTS CHIMIQUES

Effets sur les animaux

160. Les agents chimiques létaux ont en général les mêmes effets sur les animaux supérieurs et sur l'homme. Les agents neurotoxiques tuent aussi les insectes.

Effets sur les plantes

161. Nombre de produits chimiques tuent les plantes, mais, comme il est indiqué plus haut, leurs effets à long terme sont peu connus. La dose efficace des défoliants varie suivant l'espèce et l'âge de la plante, les conditions météorologiques et le résultat recherché : destruction de la plante ou défoliation. La durée de leurs effets atteint généralement des semaines ou des mois. Certains produits chimiques détruisent les plantes indistinctement, alors que d'autres sont sélectifs. La plupart des défoliants agissent en quelques semaines, mais quelques espèces sont si sensibles que la défoliation se produit en quelques jours.

162. Pour les régions à peuplement forestier particulièrement dense, l'emploi d'un désherbant défoliant⁸, à raison d'environ 3 gallons (32 livres) par acre (c'est-à-dire environ 36 kg par hectare), peut causer une défoliation à 65 p. 100 pour une période de six à neuf mois, et dans certaines conditions, certaines espèces d'arbres mourront. Des doses sensiblement moins fortes suffisent pour la plupart des usages industriels et agricoles dans le monde entier. La défoliation est, bien entendu, un processus naturel — plus fréquent dans les régions tempérées que dans les régions tropicales. Les défoliants servent donc essentiellement à déclencher ce processus prématurément.

163. La dessiccation des feuilles produit une certaine défoliation, mais en général la chute des feuilles est retardée, et la plante n'est

⁸ Par exemple le "2,4-D" et le "2,4,5-T", d'un emploi courant, qui sont les esters butyliques de l'acide 2,4 dichlorophénoxyacétique et de l'acide 2,4,5 trichlorophénoxyacétique.

détruite que si l'on procède à des applications répétées. Les dessiccants chimiques provoquent un changement de couleur rapide, généralement en quelques heures.

B. — Effets des agents bactériologiques (biologiques) sur les individus et les populations

164. L'homme n'a jamais subi l'épreuve de la guerre bactériologique (biologique) moderne, de sorte que, pour examiner la nature possible de cette guerre, il faut se fonder sur une extrapolation des connaissances épidémiologiques et des expériences faites en laboratoire. Le nombre des agents qui pourraient, le cas échéant, être employés pour la guerre est limité par les contraintes exposées en détail au chapitre premier. D'autre part, cependant, par suite de la malléabilité de toute matière vivante, il est concevable que les connaissances modernes concernant les processus génétiques et la sélection puissent être appliquées à surmonter quelques-unes de ces limitations. Certaines espèces de micro-organismes comprennent plusieurs variétés qui se caractérisent par des degrés différents de virulence, de constitution antigène, de vulnérabilité aux agents chimiothérapeutiques, etc. Par exemple, certaines variétés du bacille de la tularémie isolées aux Etats-Unis sont généralement beaucoup plus virulentes pour l'homme que celles que l'on trouve en Europe ou au Japon. Le virus de la fièvre aphteuse est un autre exemple bien connu de micro-organisme à virulence variable. La situation, dans le cas des armes bactériologiques (biologiques), diffère donc beaucoup de celle des armes chimiques, où les caractéristiques d'un composé donné sont parfaitement déterminées.

1. EFFETS SUR LES INDIVIDUS

165. Des agents bactériologiques (biologiques) pourraient être utilisés dans l'intention soit de tuer les personnes visées, soit de les mettre hors d'état d'agir pendant un temps plus ou moins long. Toutefois, on ne peut les classer systématiquement en agents mortels et en agents incapacitants, car leurs effets dépendent de nombreux facteurs relatifs aux agents eux-mêmes aussi bien qu'aux individus attaqués. Tout agent pathogène considéré comme incapacitant peut, dans certaines circonstances, provoquer une maladie mortelle. De même, des attaques qui viseraient essentiellement à provoquer des effets mortels peuvent échouer. On trouvera au tableau 3 des exemples de maladies mortelles qui peuvent se produire naturellement, et au tableau 4 des exemples types de maladies incapacitantes. L'annexe IV contient une liste détaillée des agents possibles, ainsi qu'une brève description de leurs principales caractéristiques.

166. Un certain nombre de maladies naturelles de l'homme et des animaux domestiques sont causées par des infections mixtes (par exemple : rouget du porc, peste porcine). L'emploi possible d'une combinaison

de deux organismes différents, ou plus, pour la guerre bactériologique (biologique) doit être sérieusement pris en considération, car les maladies ainsi provoquées risquent d'être aggravées ou prolongées. Toutefois, dans certains cas, deux agents peuvent se contrarier l'un l'autre, ce qui réduirait la gravité de la maladie que chacun d'eux pourrait causer à lui seul.

167. Les effets de certaines formes de guerre bactériologique (biologique) peuvent être atténués par des mesures d'immunisation et de prophylaxie et thérapeutique chimiques (pour la protection, voir le chapitre premier et l'annexe IV). Certaines mesures thérapeutiques sont efficaces contre certaines maladies, mais non contre les viroses. Toutefois, il ne sera pas toujours possible d'appliquer ces mesures, et elles ne seront pas toujours efficaces. C'est ainsi que, pour certaines maladies, un traitement aux antibiotiques administré sans délai donne généralement de bons résultats, mais on peut constater des rechutes. En outre, presque tous les groupes de micro-organismes peuvent acquérir une certaine résistance aux antibiotiques, et ces variétés résistantes peuvent conserver toute leur virulence pour l'homme et les animaux.

TABLEAU 3.—EXEMPLES D'AGENTS POUVANT ÊTRE EMPLOYÉS POUR CAUSER LA MORT

<i>Agents</i>	<i>Maladies</i>	<i>Période d'incubation (jours)</i>	<i>Effet du traitement spécifique</i>	<i>Risque de contagion d'un homme à un autre</i>
Virus	Encéphalite équine de l'est des Etats-Unis	5 à 15	Nul	Nul ^a
	Encéphalite transmise par les tiques	7 à 14	Nul	Nul ^a
	Fièvre jaune	3 à 6	Nul	Nul ^a
Rickettsies	Fièvre pourprée des montagnes Rocheuses	3 à 10	Bon	Nul ^a
	Typhus épidémique	6 à 15	Bon	Nul ^a
Bactéries	Charbon	1 à 5	Moyen	Faible
	Choléra	1 à 5	Bon	Elevé
	Peste pulmonaire	2 à 5	Moyen	Elevé
	Tularémie	1 à 10	Bon	Faible
	Typhoïde	7 à 21	Bon	Elevé

^a Sauf en cas de présence du vecteur.

Agents bactériologiques (biologiques) éventuels

168. Les victimes d'une attaque par armes bactériologiques (biologiques) seraient, en fait, atteintes de maladies infectieuses, sans doute connues, mais dont les symptômes pourraient présenter des particularités cliniques différentes. Ainsi, outre les modifications génétiques délibérées de l'agent, les voies d'entrées de l'infection peuvent être différentes des voies naturelles, et les maladies peuvent être étrangères à la zone

géographique dans laquelle elles ont été intentionnellement propagées. On trouvera ci-après une énumération d'agents bactériologiques (biologiques) éventuels et des maladies causées par les principaux groupes de micro-organismes correspondants :

TABLEAU 4. — EXEMPLES D'AGENTS POUVANT ÊTRE EMPLOYÉS POUR PRODUIRE DES EFFETS INCAPACITANTS

<i>Agents</i>	<i>Maladies</i>	<i>Période d'incubation (jours)</i>	<i>Effet du traitement spécifique</i>	<i>Risque de contagion d'un homme à un autre</i>
Virus	Fièvre chikungunya	2 à 6	Nul	Nul ^a
	Dengue	5 à 8	Nul	Nul ^a
	Encéphalite équine véné- zuélienne	2 à 5	Nul	Nul ^a
Rickettsies	Fièvre du Queensland	10 à 21	Bon	Faible
Bactéries	Brucellose	7 à 21	Moyen	Nul
Mycètes	Coccidioïdomycose	7 à 21	Médiocre	Nul

^a Sauf en cas de présence du vecteur.

169. *Charbon*. — Dans des conditions naturelles, le charbon est une maladie animale, qui peut être transmise à l'homme par les bovins et les ovins. Le synonyme courant de "maladie des trieurs de laine" indique une des façons dont l'homme contractait cette maladie. Selon le mode de transmission, la maladie peut se présenter sous forme cutanée (infection par contact), intestinale (infection par ingestion) ou broncho-pulmonaire (infection par inhalation). La forme broncho-pulmonaire est la plus grave et évolue très vite, la mort survenant dans les deux ou trois jours dans presque tous les cas si le malade n'est pas traité immédiatement aux antibiotiques.

170. La prophylaxie par antibiotiques est possible, mais il faut prolonger le traitement pendant plusieurs semaines, car il est prouvé que des singes exposés à un aérosol de charbon meurent si le traitement aux antibiotiques est interrompu au bout de 10 jours. Plusieurs types de vaccins sont utilisés dans certains pays, mais leur efficacité n'est pas encore définitivement établie.

171. Le bacille produit des spores particulièrement résistantes qui survivent pendant des années dans les zones contaminées et qui constituent le danger le plus grave de la maladie. D'après des observations épidémiologiques, la dose infectieuse par inhalation est évaluée, pour l'homme, à 20 000 spores. Des expériences faites sur des animaux ont montré que le charbon pourrait être associé à une infection grippale ou à certains agents chimiques nocifs, et que les animaux sont, alors, particulièrement vulnérables au charbon transmis par l'air.

172. Si l'on possède les connaissances et le matériel requis, il est facile de cultiver des quantités considérables de bacilles du charbon et

de produire des aérosols à forte concentration de spores de charbon très résistantes. L'exposition à de tels aérosols pourrait être fatale à une forte proportion des individus exposés, l'immunisation ne suffisant pas à protéger contre une attaque massive. Le sol resterait très longtemps contaminé, ce qui menacerait l'élevage.

173. *Coccidioïdomycose* — Cette maladie, aussi appelée fièvre du désert, est causée par un mycète que l'on trouve dans les sols désertiques aux États-Unis, en Amérique du Sud et en URSS. Ses spores sont très stables et peuvent facilement être dispersées sous forme d'aérosol. Leur inhalation détermine une pneumonie qui s'accompagne de fièvre, de toux, de frissons et de sueurs nocturnes, ainsi que de douleurs musculaires survenant après une période d'incubation de une à trois semaines. Dans la plupart des cas, le malade guérit après quelques semaines. Il se produit parfois, pendant la première ou la deuxième semaine, une éruption d'allergie qui peut faciliter le diagnostic. Le traitement est très difficile.

174. *Peste*. — Dans les conditions naturelles, les principaux agents propagateurs de la peste chez l'homme sont les petits rongeurs, qui lui transmettent la maladie par des puces. C'est ainsi que se développe la peste bubonique. Si les microbes sont inhalés, la peste pulmonaire se déclare après trois à cinq jours d'incubation. Le malade présente des symptômes généraux très graves et, s'il n'est pas soigné, la mort survient ordinairement dans les deux ou trois jours. Le sujet atteint de la peste pulmonaire est très contagieux pour les personnes qui l'approchent.

175. La vaccination préventive, qui n'a qu'une efficacité relative contre la peste bubonique, est inopérante contre la peste pulmonaire. S'il est entrepris à temps, le traitement à la streptomycine a des chances de succès.

176. Lors d'une étude expérimentale de la peste pulmonaire chez les singes, on a constaté qu'une dose moyenne de 100 bactéries était fatale dans la moitié des cas. Des expériences menées sur des animaux ont également montré que des particules de 1 micron (1/25 000 de pouce) de diamètre, contenant chacune une cellule microbienne, peuvent être à l'origine d'une pneumonie primaire à évolution rapide et fatale. Si l'aérosol contient des particules plus grandes (5 à 10 microns de diamètre), les cellules microbiennes se déposent dans les fosses nasales et dans d'autres régions des voies respiratoires supérieures et créent des foyers primaires de la maladie dans les ganglions correspondants. Une infection générale mortelle peut alors survenir.

177. Les bactéries de la peste pourraient être cultivées en grandes quantités, probablement lyophilisées (desséchées par le froid) et stockées. Cet agent est très infectieux lorsqu'il est propagé par aérosols, et la plupart des populations y sont très vulnérables. On n'a pas encore découvert de vaccin antipesteux efficace. L'infection peut également être transmise aux rongeurs domestiques ou sauvages, qui constituent alors des foyers naturels.

178. *Fièvre du Queensland ou fièvre Q.* — Dans les conditions naturelles, la fièvre du Queensland est une maladie des animaux qui peut être transmise à l'homme, essentiellement par les ovins, les caprins et les bovins, le plus souvent par voie aérienne.

179. L'inhalation de l'agent infectieux est suivie d'une période d'incubation de deux à trois semaines, puis d'une grave poussée d'une maladie de type grippal, qui s'accompagne d'une forte fièvre, de malaises, de douleurs articulaires et musculaires; une pneumonie peut se déclarer cinq à six jours plus tard. L'évolution de la maladie non traitée dure de deux à trois semaines; le malade, épuisé, est incapable de reprendre une activité normale avant plusieurs semaines. Cependant, la maladie peut être traitée avec succès aux antibiotiques à large spectre d'activité (tétracyclines). Des vaccins prophylactiques ont été mis au point dans plusieurs pays, mais ils ne se prêtent pas encore à un emploi à grande échelle.

180. L'agent causal, très infectieux pour l'homme, est une rickettsie. Une épidémie de fièvre Q a été causée par de la poussière contaminée, entraînée par le vent, qui provenait d'une usine d'extraction de graisse distante de quelque 10 km. Bien qu'elle ne se transmette que rarement entre personnes, cette maladie représente un risque assez courant pour le personnel des laboratoires. Des expériences sur des sujets volontaires ont montré la grande vulnérabilité de l'homme à cet agent.

181. Les rickettsies de la fièvre Q sont très résistantes aux facteurs du milieu tels que la température et l'humidité. On peut les cultiver en très grandes quantités sur œufs de poule embryonnés (20 milliards de micro-organismes par millilitre), et elles peuvent être conservées très longtemps. En aérosol, elles peuvent avoir un effet incapacitant sur une grande partie de la population d'une région attaquée. L'agent causal peut rester actif pendant des mois, contaminer les animaux et même créer des foyers d'infection naturels.

182. *Tularémie.* — Dans les conditions naturelles, la tularémie est une maladie des animaux sauvages et se transmet à l'homme par les rongeurs, en particulier par les lapins et les lièvres. Lorsqu'elle se déclare naturellement chez l'homme, qui y est très vulnérable, elle se traduit par des lésions de la peau et par un gonflement des ganglions lymphatiques (infection par contact avec des animaux malades ou morts, ou par des tiques ou autres vecteurs). Elle peut aussi se transmettre par les yeux ou le système gastro-intestinal. La forme affectant les voies respiratoires (infection par inhalation) est la plus grave. La tularémie pulmonaire s'accompagne de douleurs, d'une toux irritante, d'un malaise général, etc. Pourtant, en Europe et au Japon, le taux de mortalité des malades n'a jamais dépassé 1 p. 100, même avant la découverte des antibiotiques. En revanche, les variétés américaines de tularémie sont beaucoup plus dangereuses : lors de certaines épidémies, on a enregistré des taux de mortalité allant jusqu'à 20 p. 100, malgré les traitements aux antibiotiques. Ordinairement, le

traitement à la streptomycine ou aux tétracyclines est très efficace, comme l'est aussi le vaccin mis au point en URSS.

183. L'agent causal est une bactérie très vulnérable aux désinfectants de type courant, mais qui peut survivre jusqu'à quelques semaines dans les poussières, l'eau, etc., contaminées.

184. Les aérosols de tularémie ont été expérimentés sur des volontaires. Pour l'homme, la dose infectieuse par inhalation est d'environ 10 à 25 bactéries. La période d'incubation dure cinq jours. Une dose centuple réduit cette période à deux ou trois jours. Comme elle se transmet facilement par aérosol, la tularémie a souvent causé des infections chez le personnel de laboratoire.

185. Les caractéristiques microbiologiques sont semblables à celles de la peste (bien que le traitement aux antibiotiques et que le vaccin prophylactique soient efficaces). Elle peut avoir des effets incapacitants ou létaux. Elle n'est pas transmissible de l'homme à l'homme, mais la création de foyers naturels restant longtemps actifs est possible.

186. *Encéphalite équine du Venezuela (VEE)*. — Dans les conditions naturelles, l'encéphalite équine du Venezuela est une infection frappant les animaux (équidés, rongeurs, oiseaux) mais transmissible à l'homme par les moustiques qui se sont nourris sur des animaux infectés.

187. La maladie, qui se déclare brusquement, est caractérisée par des céphalées, des frissons et de la fièvre, des nausées et des vomissements, des douleurs dans les muscles et les os, et aussi par l'encéphalite, qui se déclare dans une très faible proportion des cas. Le taux de mortalité est très bas et, ordinairement, la guérison survient rapidement après une semaine, bien qu'un état de faiblesse persiste souvent pendant trois semaines. Il n'existe pas de thérapeutique spécifique et le vaccin est encore expérimental.

188. De nombreux cas d'infection ont été signalés parmi les personnels des laboratoires, le virus étant le plus souvent transmis par voie aérienne. En laboratoire, des singes ont été contaminés par des aérosols de virus à des concentrations assez faibles (environ 1 000 fois la dose nécessaire pour contaminer un cobaye).

189. Comme ce virus peut être cultivé en grandes quantités sur tissu ou sur des œufs de poule embryonnés, et que des cas d'infection aérienne se produisent fréquemment chez les personnels de laboratoires, il y a lieu de penser que des aérosols concentrés pourraient avoir un effet incapacitant sur une très grande partie de la population exposée. Il se créerait, dans certaines régions, une infection endémique persistante chez les animaux sauvages.

190. *Fièvre jaune*. — Dans les conditions naturelles, la fièvre jaune est essentiellement une virose des singes, transmise à l'homme par diverses espèces de moustiques (*Aedes aegypti*, *Aedes simpsoni*, *Hema-*

gogus, etc.). Après une période d'incubation de trois à six jours, des symptômes analogues à ceux de la grippe apparaissent et s'accompagnent d'une très forte fièvre, d'agitation et de nausées. La maladie peut ensuite affecter gravement le foie et les reins, et déterminer une jaunisse et une diminution de l'excrétion urinaire. Les formes très aiguës se manifestent finalement par le "vomissement noir" suivi de la mort. Dans une population non immunisée, le taux de mortalité peut atteindre 30 à 40 p. 100. Il n'y a pas de traitement spécifique, mais la vaccination prophylactique est très efficace et très utilisée dans les zones où la fièvre jaune existe à l'état endémique.

2. EFFETS SUR LES POPULATIONS

191. En dehors du sabotage, la forme d'attaque la plus probable de la guerre bactériologique (biologique) est la création de nuages d'aérosols. Ainsi, on peut produire un matériau contenant 10 000 millions d'organismes infectieux par gramme. Supposons qu'un avion l'épande de manière à constituer une source linéaire de 100 km de longueur perpendiculairement à la direction du vent qui souffle à 10 km par heure. Supposons que 10 p. 100 des organismes survivent à l'aérosolisation, et que les contraintes du milieu les tuent au taux de 5 p. 100 par minute. Dans ces conditions, la zone couverte mesurerait environ 5 000 km², avec une concentration telle que 50 p. 100 des individus non protégés auraient absorbé une dose infectieuse, en la supposent de 100 micro-organismes par personne. Ce calcul particulier n'est valable que pour des agents tels que ceux qui provoquent la tularémie, la peste et pour quelques virus. Le taux de décroissance des agents responsables de la fièvre Q, du charbon et de quelques autres est plus faible, et leurs effets pourraient être plus importants.

192. Les effets des attaques bactériologiques (biologiques) seraient manifestement différents selon les circonstances. Le personnel militaire, disposant de moyens de protection adéquats, rompu à l'utilisation de ces moyens et doté de bons services médicaux, pourrait, une fois prévenu de l'attaque, se protéger dans une large mesure. Toutefois, il n'existe pas encore de systèmes efficaces d'alerte rapide et de détection. Cependant, il est vraisemblable que les attaques contre les populations civiles seraient lancées secrètement et par surprise et, actuellement, aucune population civile n'est protégée. Les personnels militaire et civil non protégés seraient complètement vulnérables; les mouvements de panique et les comportements irrationnels viendraient aggraver encore les effets de l'attaque. La surcharge imposée aux services médicaux de la région attaquée aggraverait la désorganisation et tous les services administratifs risqueraient fort d'être immobilisés.

193. Etant donné l'ampleur des effets antipersonnels des agents du type considéré dans le présent rapport, il est utile, pour étudier ceux-ci, de se référer à la superficie soumise aux effets de l'explosion d'une charge nucléaire d'une mégatonne qui suffirait, comme on sait, pour

détruire totalement une ville d'un million d'habitants. Il faut souligner toutefois que les comparaisons directes entre les effets de différentes catégories d'armes constituent tout au plus des hypothèses. Du point de vue militaire, l'efficacité d'une arme ne peut pas être mesurée uniquement d'après les superficies dévastées ou les pertes en personnel. Le critère décisif est toujours la question de savoir si un type d'arme permet mieux qu'un autre d'atteindre un objectif militaire déterminé. Les hypothèses fondamentales choisies pour la comparaison sont assez artificielles et, en particulier, les facteurs ambiants n'ont pas été pris en considération. Malgré ces limitations, le tableau 4 fournit des données qui permettent de situer les unes par rapport aux autres les armes chimiques, bactériologiques (biologiques) et nucléaires du point de vue de la superficie visée, du nombre des pertes en personnel infligées et des coûts estimatifs de la mise au point et de la production de ces armes. Ces chiffres se passent de commentaires.

3. EFFETS SUR LES ANIMAUX

194. Le mode d'utilisation des armes bactériologiques (biologiques) contre le bétail serait probablement le même que dans le cas d'une attaque dirigée contre l'homme. On trouvera au tableau 6 des exemples de maladies et leurs caractéristiques.

195. Les viroses sont probablement les plus importantes des maladies animales, et elles pourraient avoir des effets plus graves que les maladies provoquées par les autres types de pathogènes. Comme de nombreux agents de maladies infectieuses des animaux domestiques sont également pathogènes pour l'homme, et comme certains de ces agents sont facilement transmissibles des animaux à l'homme, soit directement, soit par des vecteurs, des attaques faisant appel à ces agents pourraient aussi affecter directement la population humaine. De telles attaques contre le bétail entraîneraient non seulement la destruction immédiate des animaux directement touchés mais aussi celle des bêtes qu'il faudrait abattre pour empêcher l'infection de se propager.

196. Des attaques bactériologiques (biologiques), menées secrètement en temps de paix contre les animaux domestiques, pourraient avoir de graves répercussions politiques et économiques si une grande partie du cheptel était atteinte. On peut citer l'exemple du rouget du porc africain qui se rencontre sous une forme larvée chez les phacochères du continent africain, où elle est endémique. Importée accidentellement de l'Angola, elle est apparue en 1957 au Portugal, puis en 1960 en Espagne. Bien que des mesures vétérinaires très strictes aient été largement appliquées, les pertes subies par les élevages de porcs ont été estimées, pour une seule année, à plus de 9 millions de dollars des Etats-Unis.

197. Les attaques isolées dirigées, en temps de guerre, contre les animaux domestiques ne seraient que gênantes. Mais si l'on utilisait un agent hautement infectieux (par exemple la fièvre aphteuse), même

TABLEAU 5. — ESTIMATIONS COMPARÉES DES EFFETS INCAPACITANTS D'ATTAQUES HYPOTHÉTIQUES EFFECTUÉES CONTRE DES POPULATIONS DÉFOURVUES DE TOUTE PROTECTION, AVEC UNE ARME NUCLÉAIRE, CHIMIQUE OU BACTÉRIOLOGIQUE (BIOLOGIQUE) POUVANT ÊTRE TRANSPORTÉE PAR UN SEUL BOMBARDIER STRATÉGIQUE

	Type d'arme		
	Nucléaire (une mégatonne)	Chimique (15 tonnes de neurotoxique)	Bactériologique (biologique) ^a (10 tonnes)
Zone affectée	Jusqu'à 300 km ²	Jusqu'à 60 km ²	Jusqu'à 100 000 km ²
Délai de survenance des effets	Quelques secondes	Quelques minutes	Quelques jours
Dommages causés aux édifices	Destruction sur 100 km ²	Néant	Néant
Autres effets	Radioactivité sur une zone de 2 500 km ² pendant 3 à 6 mois	Contamination due à la persistance de l'agent pendant quelques jours à quelques semaines	Possibilité d'épidémie ou de création de nouveaux foyers endémiques de maladie
Retour possible de la zone affectée par l'attaque à une utilisation normale	De 3 à 6 mois après l'attaque	Possibilité limitée pendant la durée de la contamination	Au terme de la période d'incubation ou lorsque l'épidémie a disparu
Effets maximums sur l'homme	90 p. 100 de décès	50 p. 100 de décès	Morbidité de 50 p. 100; 25 p. 100 de décès en l'absence d'intervention médicale
Investissement réparti sur plusieurs années pour la recherche et le développement et la création d'une capacité de production substantielle ^b	5 à 10 milliards de dollars	1 à 5 milliards de dollars	1 à 5 milliards de dollars

^a On suppose une mortalité de 50 p. 100 imputable à la maladie causée par l'agent en l'absence de tout traitement médical.

^b Les chiffres indiqués représentent les investissements cumulatifs consacrés à la recherche et au développement ainsi qu'aux

moyens de production nécessaires pour créer une force de frappe indépendante et substantielle. Il serait possible de fabriquer des armes à l'unité sans faire cet investissement global.

les attaques locales pourraient avoir des effets très étendus, la maladie étant diffusée par le courant commercial normal des animaux, surtout dans les pays très développés. Les attaques de grande envergure, du fait du mouvement du nuage porté par le vent, pourraient avoir des conséquences désastreuses. L'exemple de la myxomatose (maladie du lapin) en Europe en est une preuve. Outre qu'elle a décimé la population de lapins en France, premier pays atteint, cette maladie s'est aussitôt propagée dans d'autres pays d'Europe, y compris le Royaume-Uni. Le risque d'une propagation incontrôlée de l'infection dans plusieurs pays devrait être mûrement pesé avant l'emploi de certaines armes bactériologiques (biologiques).

TABLEAU 6. — AGENTS BACTÉRIOLOGIQUES POUVANT ÊTRE EMPLOYÉS CONTRE LES ANIMAUX DOMESTIQUES

<i>Maladies</i>	<i>Animaux atteints</i>
<i>Viroses :</i>	
Rouget du porc (africain)	Porcs
Encéphalites équine	Chevaux
Fièvre aphteuse	Bovins, moutons, porcs
Peste aviaire	Poulets, dindes
Peste porcine	Porcs
Maladie de Newcastle	Poulets, dindes
Fièvre de la vallée du Rift	Bovins, chèvres, moutons
Peste bovine	Ovins, moutons, bovins, chèvres, buffles
Stomatite vésiculeuse	Bovins, chevaux, mulets, porcs
<i>Rickettsioses :</i>	
Maladie de Veldt	Bovins, moutons, chèvres
Fièvre du Queensland	Bovins, moutons, chèvres
<i>Maladies bactériennes :</i>	
Charbon	Bovins, moutons, chevaux, mulets
Brucellose	Bovins, moutons, chèvres, porcs, chevaux
Morve	Chevaux, mulets
<i>Mycoses :</i>	
Actinomycose du bétail	Bovins, chevaux, porcs
Aspergillose	Animaux de basse-cour, bovins

198. Les possibilités de protection des animaux domestiques contre les attaques bactériologiques (biologiques) sont tellement minces qu'il n'y a pas lieu de les analyser.

4. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

199. On pourrait aussi employer des micro-organismes pour déclencher des maladies affectant les cultures ont upon rôle économique important, en tant que source de produits alimentaires ou de matières premières (comme le coton et le caoutchouc). On peut citer parmi les cultures vivrières importantes la pomme de terre, la betterave sucrière, les légumes verts, le soja, le sorgho, le riz, le maïs, le blé

et autres céréales et les fruits. De toute évidence, le choix de l'objectif d'une attaque biologique serait déterminé par l'importance relative de telle ou telle culture dans le régime alimentaire et l'économie du pays. Une épiphytie (épidémie affectant les plantes) provoquée délibérément pourrait, théoriquement, avoir des conséquences graves sur les plans national et international.

200. Les agents phytopathogènes (mycètes, bactéries ou virus) sont indiqués au tableau 7.

201. A quelques exceptions près, les virus ne peuvent être cultivés que sur des végétaux vivants, l'agent pathogène n'étant présent que dans les tissus et les liquides organiques de la plante. Les viroses sont transmises principalement par des insectes vecteurs et, dans une certaine mesure, par des moyens mécaniques.

202. Les bactéries phytopathogènes peuvent persister pendant plusieurs mois à la surface ou à l'intérieur de la plante. Toutes peuvent être cultivées en milieu artificiel. Normalement, les bactéries des plantes ne sont pas disséminées bien loin par les vents; leurs principaux vecteurs naturels sont les insectes, les animaux, l'homme et l'eau. La pluie peut les disséminer localement, mais les insectes et les animaux ont, à cet égard, une action plus étendue. Il est concevable que les bactéries phytopathogènes puissent se prêter à une dispersion aérienne intentionnelle.

203. Les mycètes, qui provoquent certaines des maladies les plus dévastatrice des principales cultures, sont propagés surtout par le vent, mais aussi par les insectes, les animaux, l'eau et l'homme. De nombreux champignons pathogènes produisent et libèrent dans l'air une multitude de petites spores robustes, capables de résister à des conditions climatiques défavorables. Le potentiel épidémique d'un grand nombre de champignons pathogènes est élevé.

204. En théorie, il existe des moyens de protection contre les attaques bactériologiques (biologiques) dirigées contre les plantes mais, à l'heure actuelle, le coût de ces moyens les rend inapplicables en pratique. Il n'y a pas de différence fondamentale entre les méthodes qu'il conviendrait d'employer pour combattre l'effet des armes bactériologiques (biologiques) et les méthodes classiques utilisées en temps de paix pour la protection des plantes. Mais l'emploi d'armes bactériologiques (biologiques) à grande échelle contre les plantes supposerait que l'attaquant choisisse des agents capables de déjouer tous les moyens de protection connus économiquement applicables. Les pays avancés pourraient, par précaution, remplacer des variétés réceptives par d'autres plus résistantes, mais ce serait difficile dans les pays dont l'agriculture n'est pas très moderne et qui seraient les plus vulnérables aux effets des attaques bactériologiques (biologiques) dirigées contre leurs cultures.

TABLEAU 7. — AGENTS BACTÉRIOLOGIQUES POUVANT ÊTRE EMPLOYÉS CONTRE LES PLANTES

	<i>Maladies</i>	<i>Potentiel de transmission</i>
Viroses	Rabougrissement du maïs	Elevé
	<i>Hoja Blanca</i> (riz)	Elevé
	Maladie de Fidji (canne à sucre)	Elevé
	Cercosporiose de la betterave	Elevé
	Nanisme jaune de la pomme de terre	Elevé
Maladies bactériennes	Flétrissement des feuilles du riz	Elevé
	Flétrissement du maïs	Elevé
	Gombose de la canne à sucre	Faible
Mycoses	Mildiou (pomme de terre)	Très élevé
	Rouilles des céréales	Très élevé
	Piriculariose du riz	Très élevé
	Rouille du maïs	Elevé
	Rouille du caféier	Très élevé

5. FACTEURS INFLUENÇANT LES EFFETS DES ATTAQUES BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

Maladies exotiques

205. Si un pays quelconque avait recours à la guerre bactériologique (biologique), il essaierait vraisemblablement de contaminer d'un seul coup une grande partie de la population ennemie au moyen d'un agent exotique contre lequel elle n'aurait pas d'immunité acquise par une exposition antérieure. Les agents exotiques de ce genre provoqueraient l'apparition de maladies normalement étrangères à la zone géographique affectée, en raison de l'absence de l'organisme correspondant (fièvre aphteuse en Amérique du Nord et au Japon) ou de vecteurs naturels (cas de l'encéphalite japonaise ou vénézuélienne en Europe, de la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses dans de nombreux pays). D'autre part, des maladies déjà enrayées ou éliminées dans une région donnée (par exemple la fièvre jaune urbaine ou classique dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux, le typhus épidémique dans les pays développés) risquent d'être réintroduites par la guerre bactériologique (biologique).

Maladies modifiées ou nouvelles

206. On pourrait aussi prendre, de propos délibéré, des dispositions pour modifier les propriétés des agents d'infection, notamment leur composition antigénique et leur résistance aux médicaments par modification génétique. En dehors des modifications génétiques qui pourraient être provoquées dans des organismes connus, il faut s'attendre que de nouvelles maladies contagieuses se manifestent naturellement de temps à autre et que les agents qui les provoquent puissent être utilisés comme arme. Néanmoins, on ne peut pas poser en principe que l'apparition de toute maladie exotique ou nouvelle

serait nécessairement la conséquence d'une attaque bactériologique (biologique). La maladie de Marburg, qui a éclaté brusquement en 1967, à Marburg, à Francfort et à Belgrade, est un bon exemple. Elle a été contractée par des techniciens de laboratoire qui avaient manipulé du sang ou d'autres tissus de singes vervets capturés à l'état sauvage, ou par des sujets contacts. La propagation a pu être efficacement enrayée parce que la maladie s'était déclarée dans des laboratoires médicaux. Dans d'autres circonstances, elle aurait pu se propager considérablement avant qu'on puisse la juguler.

Propagation des épidémies

207. Comme on l'a déjà souligné, toute une gamme d'agents peuvent agir par les voies respiratoires, de sorte qu'une attaque bactériologique (biologique) pourrait infecter beaucoup de gens en peu de temps. Du point de vue épidémiologique, les conséquences seraient différentes selon que la maladie considérée est ou n'est pas transmissible de l'homme à l'homme. Dans le cas où la maladie est transmissible, il en résulterait un désastre irréversible, dont l'ampleur et la gravité seraient fonction de la nature de l'organisme employé et de l'effectif de la population atteinte. L'attaque aurait incontestablement un puissant effet démoralisant sur la population, atteinte ou non, et il serait naturel d'escompter un effondrement des services médicaux.

208. Dans l'hypothèse où la maladie provoquée serait facilement transmissible de l'homme à l'homme, et où la population n'aurait pas été efficacement immunisée, on peut se faire une idée de ce qui se passerait si l'on se souvient des épidémies causées par de nouvelles variétés de virus grippaux qui apparaissent périodiquement, et notamment de la pandémie causée par la grippe en 1957. En Tchécoslovaquie, pour une population de l'ordre de 14 millions d'habitants, 1 500 000 cas de grippe ont été signalés; le nombre total était probablement de 2 500 000. Environ 50 p. 100 des malades avaient un emploi, et leur période d'incapacité de travail a été en moyenne de six jours. Des complications ont nécessité une prolongation de traitement dans 5 à 6 p. 1 000 des cas; environ 0, 2 p. 1 000 des malades sont morts. Ceux qui sont assez vieux pour se souvenir de la pandémie de grippe de 1918, qui a gagné presque tous les pays du monde, estimeront sans doute que l'épidémie de 1957 ne soutient pas la comparaison.

Vulnérabilité de la population

209. Un facteur très important qui conditionne l'efficacité d'une attaque par aérosols est la préparation immunologique de la population visée. Lorsque l'impréparation est complète pour ce qui est de l'agent considéré, l'incidence et la virulence de la maladie risquent d'être particulièrement fortes. Il existe des exemples bien connus de très graves épidémies frappant des populations non immunisées (cas

de la rougeole aux îles Fidji, de la poliomyélite et de la grippe dans l'Arctique). Il en est de même lorsqu'on introduit une population vulnérable (souvent des unités militaires) dans une région infectée. On peut citer, à cet égard, la forte proportion de cas de dengue parmi les forces alliées du théâtre d'opérations du Pacifique pendant la deuxième guerre mondiale, qui a parfois atteint jusqu'à 25 p. 100 de l'effectif opérationnel des unités. La population locale ne souffrait guère de cette maladie parce que les autochtones l'avaient généralement contractée dans leur jeunesse et avaient, de ce fait, acquis l'immunité.

Populations à vulnérabilité accrue

210. *Malnutrition.* — De récentes études statistiques montrent à quel point la malnutrition et les maladies infectieuses sont liées. L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (FISE) ont noté que, dans les pays en voie de développement, la pénurie d'aliments de haute valeur nutritive détermine en grande partie le taux élevé de mortalité dû aux maladies infectieuses, en particulier chez les enfants.

211. *Logement et habillement.* — Des logements primitifs et un habillement inadéquat rendraient les populations plus vulnérables aux armes bactériologiques (biologiques) et plus particulièrement aux armes chimiques. Des millions de gens vivent dans des logements grands ouverts aux poisons ou aux infections de tous genres que propage l'atmosphère, et des millions sont mal vêtus et vont nu-pieds.

212. Parmi les populations pauvres, il existe d'autres conditions particulièrement favorables à la propagation des infections. Les familles nombreuses multiplient les risques de contamination par contact. Le caractère primitif des logements, l'absence d'eau potable, et, d'une manière générale, les mauvaises conditions sanitaires, l'insuffisance du niveau d'instruction, la multiplicité des vecteurs de maladies infectieuses (tels que les insectes) et, évidemment, le manque de services médicaux sont autant de facteurs favorables à la propagation des maladies. Il se peut que les agents employés demeurent actifs sur le sol, les plantes, l'herbe, etc., et il conviendrait donc de tenir compte de l'action à retardement.

Effets sociaux et mesures de santé publique

213. L'un des facteurs fondamentaux qui influent sur le risque de situation épidémique dans toutes les guerres est la dégradation rapide des normes d'hygiène. La destruction massive de logements et d'installations publiques d'hygiène collective (réservoirs d'eau, canalisations d'adduction, évacuation des eaux usées, etc.), la régres-

sion inévitable de l'hygiène individuelle, et d'autres difficultés, créent des conditions exceptionnellement propices à la propagation d'infections intestinales, de maladies transmises par les poux, etc.

214. L'importance de services de santé publique satisfaisants est bien illustrée par le cas de l'épidémie foudroyante d'hépatite infectieuse qui a frappé quelque 30 000 personnes à Delhi en 1955-56 et qui était due à l'inefficacité du traitement courant de l'eau. Cette épidémie a été causée par des infiltrations d'eaux sales porteuses du virus dans le réseau d'alimentation en eau potable. Pendant la même période, le nombre de cas de dysenterie bacillaire et de fièvre typhoïde n'a nullement augmenté, ce qui montre que le traitement courant de l'eau, suffisant pour prévenir les infections bactériennes, ne suffisait pas pour prémunir la population contre les viroses.

215. Les courants aériens, les animaux migrateurs et l'eau courante pourraient transporter des agents d'un pays à d'autre. Les réfugiés atteints de maladies contagieuses posent des problèmes juridiques et épidémiologiques. Dans les régions à économie multinationale, les pertes de bétail et de récoltes peuvent toucher plusieurs pays voisins, du fait que le commerce régional risque de propager la maladie.

216. Ce qui s'est passé assez récemment lors d'épidémies de variole illustre les conséquences sociales de l'introduction accidentelle d'une maladie contagieuse très dangereuse propagée par l'atmosphère. A New York, en 1947, un seul sujet a été la cause d'une épidémie qui a atteint 12 personnes, dont 2 sont mortes. Plus de 5 millions de personnes ont été revaccinées en un mois. A Moscou, en janvier 1960, une épidémie de variole causée par une seule personne a porté sur 46 cas, dont 3 mortels. A cette occasion, on a créé 5 500 équipes de vaccination, qui ont vacciné 6 372 376 personnes en une semaine. Plusieurs centaines d'autres travailleurs sanitaires ont recherché, dans une région étendue du pays, les personnes qui avaient été en contact avec des malades (on en a placé 9 000 sous surveillance médicale, dont 662, qui risquaient d'avoir été contaminées, ont dû être hospitalisées).

Chapitre III

FACTEURS AMBIANTS INFLUANT SUR L'EMPLOI DES ARMES CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

A. — Considérations générales

217. Beaucoup plus que toute autre arme, les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) subissent l'influence de nombreux facteurs d'origine diverses. Les uns, tels que le vent et la pluie, relèvent du milieu physique, et leur influence peut être approximativement évaluée. D'autres, ceux qui ont trait à la situation écologique et aux conditions de vie et à l'état physiologique des populations soumises aux effets de ces armes, sont plus difficiles à délimiter ; leur influence, bien qu'on la présente prépondérante, ne peut être quantifiée.

218. C'est le cas plus particulièrement pour l'arme bactériologique (biologique). L'éclosion naturelle des maladies infectieuses — les épidémies de grippe en sont un exemple — montre que les événements biologiques sont gouvernés par un nombre tel de facteurs incontrôlables, que leur développement est imprévisible. Ceci est probablement vrai aussi pour les agents pathogènes dispersés artificiellement. Toutefois les connaissances acquises en épidémiologie, et lors de dispersions artificielles d'agents bactériologiques (biologiques), soit en laboratoire, soit sur le terrain, ont jeté quelque lumière sur l'action de certains d'entre eux.

219. Le chapitre IV traite principalement du problème écologique. Les facteurs qui ont trait à la variabilité de l'objectif humain, en particulier à l'état physiologique et aux conditions de vie de l'homme, ainsi qu'aux niveaux de protection, ont déjà été abordés aux chapitres premier et II. Le présent chapitre est consacré au milieu physique (climat, terrain).

1. PHÉNOMÈNES QUI ACCOMPAGNENT LA DISPERSION DES AGENTS CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

220. On a pu voir précédemment que les substances chimiques et les organismes vivants susceptibles d'être utilisés comme armes sont très variés dans leur nature et dans leurs effets. Cependant, si l'on se place du seul point de vue de leur état physique après leur dispersion dans l'atmosphère, on voit que l'on peut en définitive les classer dans l'une des catégories suivantes :

- a) Gouttes et gouttelettes de liquide de dimensions variables (diamètres supérieurs à une dizaine de microns);
- b) Aérosols liquides et solides plus ou moins finement divisés (diamètres inférieurs à une dizaine de microns);
- c) Vapeurs.

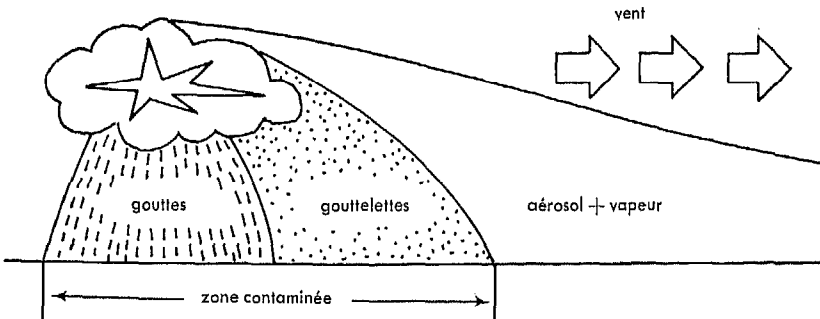
221. Presque toujours d'ailleurs, surtout dans le cas des agents chimiques liquides, le résultat de la dispersion est un mélange de ces différentes phases : ainsi un liquide dispersé par une charge explosive donne naissance à un mélange d'aérosol et de vapeur, tandis qu'un épandage aérien peut engendrer un mélange de gouttelettes et d'aérosol. Les substances chimiques solides seront sous la forme d'aérosol et il en sera généralement de même, comme on l'a déjà dit, des agents bactériologiques (biologiques).

222. Ainsi, la plupart des attaques chimiques se matérialiseront par un double phénomène (figure IV) :

a) Contamination du sol sur l'objectif et dans son voisinage immédiat, par projection directe de produit au moment de la dispersion et par sédimentation ultérieure des grosses particules,

b) Formation d'un nuage toxique constitué des fines particules ou gouttelettes de l'aérosol et éventuellement de la vapeur.

FIGURE IV. — EFFET DE L'ÉCLATEMENT AÉRIEN D'UN PROJECTILE CHIMIQUE



223. En dépit du fait que la plupart des attaques bactériologiques (biologiques) viseraient en premier lieu à créer un risque par inhalation d'aérosol infectant, il pourrait néanmoins se produire une certaine contamination du sol du fait de la chute des plus grosses particules.

224. Dans tous les cas, contamination du sol et nuage toxique ou infectieux sont l'un et l'autre soumis instantanément à l'action physique des éléments atmosphériques.

225. Les agents chimiques liquides contaminant le sol pourront s'évaporer en engendrant ainsi un nuage chimique secondaire entretenu, être absorbés par le sol, dilués ou détruits par les précipita-

tions atmosphériques; s'il s'agit d'agents solides, chimiques ou biologiques, ils pourront être remis en suspension par les courants aériens et entraînés hors de la zone initialement contaminée.

226. Le nuage toxique ou infectieux est, de son côté, soumis dès sa formation aux éléments atmosphériques et, en tout premier lieu, entraîné par les courants de l'atmosphère. Simultanément, les particules sédimentent plus ou moins rapidement selon leurs masses et atteignent le sol à une distance plus ou moins grande du point d'émission en fonction de la vitesse du vent (jusqu'à plusieurs kilomètres pour les particules inférieures à quelques dizaines de microns de diamètre). La fraction de l'aérosol mécaniquement stable (particules inférieures à cinq microns) reste en suspension et peut être entraînée à des distances considérables.

B. — Influence des facteurs atmosphériques sur les nuages d'aérosols et de vapeurs

227. Les évolutions d'un nuage toxique ou infectieux après sa formation sont principalement commandées par les effets conjugués du vent et de l'état de l'atmosphère. Le nuage est entraîné à une distance plus ou moins grande par le vent; il est simultanément dispersé et dilué plus ou moins rapidement par la turbulence de l'atmosphère et par des perturbations locales d'origine mécanique induites par la rugosité du sol.

228. Il peut s'élever rapidement dans l'atmosphère ou au contraire séjourner au voisinage immédiat du sol, conservant ainsi son pouvoir destructeur pendant un temps plus ou moins long, selon que la couche d'air dans laquelle il est libéré sera stable ou instable.

1. ETAT DE L'ATMOSPHÈRE

229. L'état de l'atmosphère joue un rôle si important dans le comportement des nuages d'aérosols qu'on pourrait dire qu'il est le facteur prédominant qui conditionne le résultat d'une attaque; ce dernier peut être très réduit ou presque nul si l'atmosphère est très instable ou bien atteindre une ampleur considérable si, à l'inverse, l'atmosphère se trouve dans un état de stabilité prononcée et durable. C'est pourquoi les mécanismes qui régissent les mouvements turbulents de l'air, dus aux différences de température entre couches d'air superposées, méritent quelques développements (voir figure V).

230. On sait que dans la troposphère, mise à part la couche de friction voisine du sol, dans laquelle la turbulence mécanique due au frottement de l'air en mouvement sur le sol rugueux perturbe le phénomène, la température de l'air décroît en moyenne de 0,64 °C par 100 mètres. Mais très fréquemment, par suite des échanges thermiques entre l'air et le sol, il peut se former une couche d'air

plus frais que surmonte une masse d'air chaud et léger; dans ces conditions, la couche d'air inférieure plus dense n'aura aucune tendance à s'élever : l'atmosphère est en "équilibre stable".

231. Cette situation, dans laquelle le gradient vertical de température est inversé, est appelée "inversion de température" et la couche d'air affectée par ce phénomène est nommée "couche d'inversion"; elle est éminemment favorable à la persistance des nuages toxiques.

232. C'est ainsi qu'après une journée ensoleillée, la surface du sol se refroidit rapidement, entraînant un refroidissement de la couche d'air superficielle plus rapide que celui des couches supérieures. L'intensité de cette inversion et l'épaisseur de la couche d'air qu'elle intéresse croissent jusqu'à un maximum vers 4 heures du matin. Elles diminuent ensuite pour disparaître peu après le lever du soleil. Cette variation est très marquée lorsque le ciel est découvert et, dans des conditions favorables, l'inversion peut atteindre des durées quotidiennes de 14 à 18 heures selon la saison.

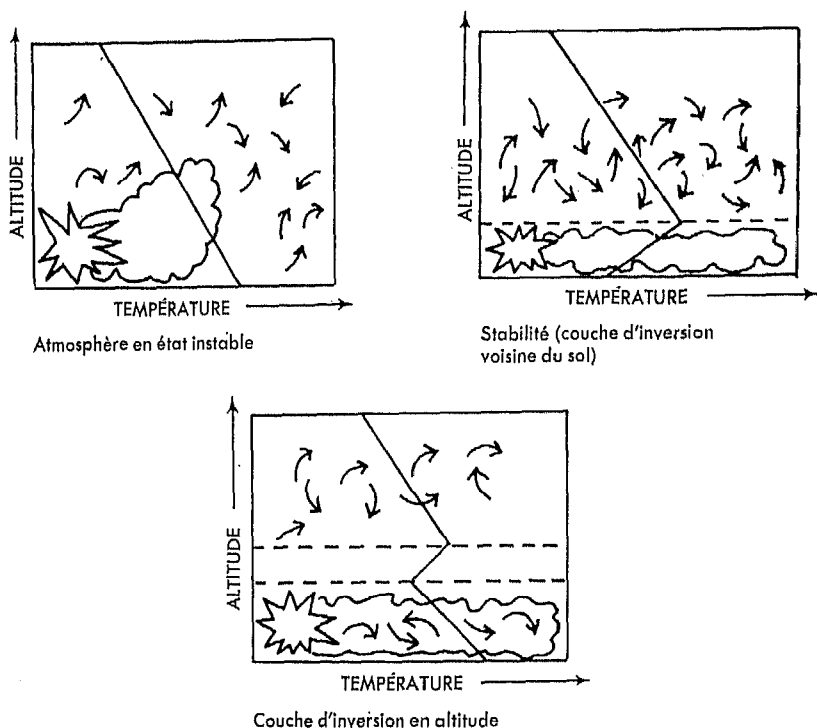
233. Mais bien souvent, surtout l'hiver ou par temps couvert, les rayons solaires n'étant pas suffisamment intenses pour réchauffer la surface du sol, l'inversion de température peut alors subsister pendant plusieurs jours. Ce fut le cas lors de tous les accidents graves provoqués par les polluants industriels : ainsi le *smog* qui, à Londres en 1952, fit 4 000 victimes, exerça ses effets pendant une période de stabilité atmosphérique de sept jours.

234. La figure V schématise l'évolution d'un nuage toxique selon l'état de l'atmosphère.

235. A côté de cette inversion à basse altitude, la plus importante puisqu'elle gouverne l'évolution des nuages toxiques émis au voisinage du sol, un processus analogue peut se développer à grande échelle à des altitudes plus élevées (des centaines ou des milliers de mètres) chaque fois qu'une couche d'air frais se constitue, surmontée par une masse d'air chaud; ce peut être le cas au-dessus de vastes étendues froides (grandes étendues continentales ou maritimes, masses nuageuses ou de brouillard, etc.). Du fait de l'altitude élevée à laquelle elles se forment, ces couches d'inversion ont moins d'influence sur les nuages toxiques émis au sol; toutefois, dans le cas du transfert de spores à longue distance, elles peuvent jouer un rôle d'écran ou de réflecteur.

236. La configuration du sol, qui modifie le régime des échanges thermiques, peut favoriser l'établissement de l'inversion; c'est ainsi que cette dernière est un phénomène habituel en hiver dans les vallées encaissées entourées de sommets élevés, qu'elle est plus fréquente au voisinage des pentes exposées au nord que sur les pentes du sud. Il en est de même chaque fois que des mouvements de terrain

FIGURE V. — EFFET DES COUCHES D'INVERSION SUR LES NUAGES D'AÉROSOL ET DE VAPEUR



de quelque importance enserrant une plaine ou une cuvette, contrariant le mouvement général de l'air et empêchant son brassage. Il est intéressant de noter que, mis à part les apparitions périodiques du *smog* à Londres, tous les autres accidents dus à la pollution de l'air sont survenus dans des régions où la configuration du sol répondait à cette description. Ainsi en est-il du cas typique de la petite ville de Donora, aux Etats-Unis : cet épisode qui, en 1948, causa en cinq jours, 20 morts et 6 000 malades sur les 14 000 habitants de la ville, s'est produit dans une plaine relativement étroite bordée de collines élevées.

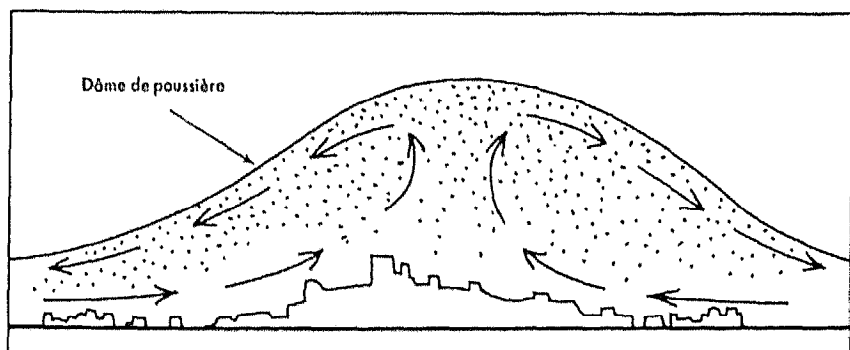
2. ZONES URBAINES

237. Le cas des agglomérations urbaines est plus complexe et on peut dire que chacune d'elles possède son microclimat propre, qui dépend de sa situation géographique, de sa topographie, de l'implantation et de la nature de ses constructions.

238. De manière générale, les bâtiments, du fait des matériaux plus conducteurs qui les constituent et des orientations très diverses de leurs surfaces, captent ou réfléchissent mieux le rayonnement

soltaire que le sol naturel; de ce fait, les complexes urbains s'échauffent plus vite que la campagne environnante et ce phénomène est largement amplifié par les nombreux foyers domestiques et industriels. Il en résulte une aspiration de l'air frais de la campagne voisine vers le centre chaud de la ville, qui commence peu après le lever du soleil, décroît au début de l'après-midi pour atteindre un maximum peu avant le coucher du soleil (figure VI). Ce courant général, de vitesse d'ailleurs faible, est évidemment perturbé et fragmenté au niveau du sol par les constructions en courants locaux d'allure anarchique.

FIGURE VI. — CIRCULATION DE L'AIR DANS UNE VILLE



239. Cette turbulence mécanique constante, à laquelle s'ajoute la turbulence thermique engendrée par les nombreux générateurs de chaleur urbains, devrait empêcher l'établissement d'une inversion de température à basse altitude. En fait, l'inversion s'établit lorsque les conditions sont par ailleurs favorables, mais la couche d'inversion se trouve alors située à une altitude plus élevée que sur la campagne environnante (30 à 150 mètres).

240. La nuit, des inversions locales peuvent prendre naissance à faible hauteur, par suite du rayonnement rapide des toits des habitations; c'est ainsi que, dans une rue étroite bordée d'immeubles de même hauteur, il peut se créer au niveau des toits une couche d'inversion qui persiste jusqu'à l'aube.

241. Les brouillards sont plus fréquents sur les villes qu'en terrain découvert (+ 30 p. 100 en été, + 100 p. 100 en hiver). Le processus de formation du brouillard est en effet accéléré par les particules, les poussières et les fumées qui forment un dôme au-dessus de la ville; la nuit, ces particules sont autant de noyaux autour desquels se condense le brouillard, qui, à son tour, contribue à maintenir les particules sous le dôme. Ces brouillards auront évidemment le même effet de concentration sur les particules provenant de nuages toxiques.

242. Enfin, il faut noter que la pénétration d'aérosols et de vapeurs dans les espaces clos peut demander un certain temps; mais lorsqu'ils ont pénétré, ils peuvent y rester dangereux pendant de très longues durées, si une ventilation adéquate n'est pas assurée.

3. EFFET DU VENT ET DU RELIEF

243. Le vent transporte et étale le nuage toxique ou infectieux, qui dans le même temps est dilué par les turbulences. La distance que parcourt le nuage avant que la concentration soit tombée au-dessous du seuil d'action dépend de la vitesse du vent et de l'état de l'atmosphère. Le relief du sol, par les perturbations qu'il entraîne dans le régime normal des vents, joue un rôle important en orientant le déplacement des nuages toxiques et en focalisant parfois leurs effets. Des vents locaux peuvent aussi s'établir par suite des différences dans l'échauffement des surfaces du sol et dans leur rayonnement.

244. Ces vents de surface locaux, qui intéressent la couche d'air voisine du sol jusqu'à 300 mètres, sont fréquents et généralisés dans les massifs montagneux et au voisinage des côtes : brise de pente, brise de vallée, brise de mer, brise de terre; ils peuvent aiguiller le nuage dans des directions que ne peut laisser prévoir l'étude de la météorologie générale du lieu. Ils se développent selon un cycle régulier : c'est ainsi que pendant le jour, sous l'influence du rayonnement solaire, l'air remonte les vallées et les pentes et se déplace de la mer vers la terre; ces courants s'inversent la nuit. Les brises de terre et de mer prédominent l'été en climat tempéré, alors qu'elles sont masquées par le régime général des vents pendant les autres saisons; elles sont prédominantes dans les régions subtropicales et tropicales tout au long de l'année.

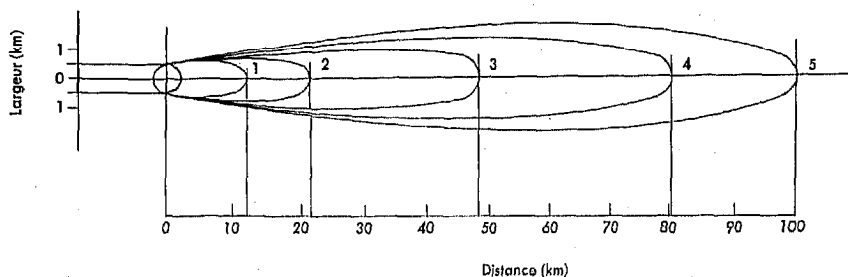
4. EXEMPLE D'EFFETS COMBINÉS DU VENT ET DE L'ÉTAT DE L'ATMOSPHÈRE SUR UN NUAGE

245. Il existe une certaine similitude entre l'évolution des nuages issus d'attaques chimiques et bactériologiques (biologiques) et celle des polluants industriels; les modèles mathématiques mis au point pour la prévision de la pollution atmosphérique peuvent s'appliquer, moyennant quelques aménagements, aux nuages toxiques. On doit néanmoins noter que les caractéristiques initiales de ces deux types d'émission sont le plus souvent assez différentes : l'attaque chimique ou bactériologique (biologique) se caractérise par la multiplicité et le débit élevé des sources d'émission, par leur durée d'émission très courte, tous facteurs qui conduisent à une concentration initiale dans le nuage plus élevée que celle des nuages industriels.

246. La figure VII donne un ordre de grandeur de ces phénomènes. Elle schématise les zones couvertes par le nuage toxique, pro-

venant d'une attaque chimique au sarin d'une intensité arbitrairement choisie égale à 500 kg/km, dans divers états de l'atmosphère. On peut voir que la distance théorique de parcours du nuage établie pour un sol dénudé sans obstacles peut dépasser 100 km. Dans la pratique, pour que de telles distances soient atteintes, il faut que la stabilité de l'atmosphère persiste pendant plus d'une dizaine d'heures; sans être exceptionnelle, une telle situation est peu courante.

FIGURE VII. EFFET DE LA STABILITÉ DE L'ATMOSPHÈRE SUR LES DIMENSIONS DES ZONES ATTEINTES (SARIN). INTENSITÉ DE LA SOURCE : 500 KG/KM. VITESSE DU VENT : 7 KM/H



247. Cette figure illustre l'effet de l'état de l'atmosphère sur la distance que peut parcourir un nuage toxique sous l'effet du vent.

248. L'exemple choisi est celui d'une attaque effectuée avec du sarin, d'intensité moyenne (500 kg), sur un objectif circulaire de diamètre 1 km. La vitesse du vent est de 7 km/h.

249. Chacune des lignes matérialise le contour de la zone dangereuse, c'est-à-dire celle dans laquelle toute personne non protégée serait atteinte.

250. Dans le cas d'une forte instabilité (par exemple lors de journées très ensoleillées), cette zone dangereuse n'excède pas la superficie de l'objectif visé (le cercle à gauche de la figure). Par contre, dans toutes les autres situations — 1) instabilité faible, 2) neutralité, 3) stabilité faible, 4) stabilité modérée, 5) forte stabilité — la distance parcourue augmente et pourrait atteindre près de 100 km si une forte stabilité se maintenait assez longtemps. Mais il faut remarquer que dans le dernier cas, pour que cette distance soit atteinte, une inversion très marquée devrait persister 14 heures environ ($100/7$), ce qui est une situation peu fréquente.

251. Aucune évaluation n'est possible dans le cas des agglomérations urbaines, les paramètres en cause étant plus nombreux et mal connus, mais on peut présumer que les éléments du microclimat des villes jouent pour la plupart d'entre eux en faveur d'une persistance accrue des nuages chimiques. Cette situation est préoccupante, si l'on se rappelle que dans les pays fortement industrialisés 50 à 90 p. 100 de la population vit dans les zones urbaines.

252. En résumé, une atmosphère en équilibre stable ou neutre peut conduire le nuage toxique engendré par une attaque chimique ou bactériologique (biologique) à persister pendant des heures après que son effet militaire, généralement recherché dans les premières minutes qui suit l'attaque, a été obtenu. Cette situation peut se rencontrer la nuit, mais aussi pendant de longues périodes d'hiver au-dessus des vastes étendues continentales. Un état neutre de l'atmosphère accompagné d'un vent faible, irrégulier en direction, conduit à une surface couverte relativement grande en même temps qu'à des concentrations élevées, si l'attaque est d'une intensité suffisante.

5. PARTICULARITÉS DES AÉROSOLS BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

253. D'une manière générale et pour autant que seuls des phénomènes physiques (mouvement horizontaux et verticaux, sédimentation, dilution, etc.) sont en jeu, les aérosols bactériologiques (biologiques) sont affectés de façon similaire aux nuages chimiques d'aérosol et de vapeur, quoique pas nécessairement au même degré. Néanmoins, les doses minimales efficaces pour les agents bactériologiques (biologiques) peuvent être considérablement plus faibles que celles requises pour les agents chimiques. Il en résulte que, même à l'état très dilué, les aérosols bactériologiques (biologiques) peuvent rester efficaces et, de ce fait, contaminer des zones beaucoup plus étendues que les nuages chimiques. Un exemple est donné au chapitre II.

254. Les possibilités de transport horizontal des micro-organismes pourraient être illimitées si elles n'étaient liées à leur capacité de survie dans l'atmosphère. Il suffirait en effet que les particules de l'aérosol microbien soient de dimensions telles que leur vitesse de chute reste voisine des fluctuations verticales de l'air dans la couche de friction (de l'ordre de 10 cm/s dans des conditions moyennes) pour que les agents vivants ou morts soient transportés à des distances considérables. Même en évoluant seulement dans la couche de l'atmosphère voisine du sol, les nuages bactériologiques (biologiques) peuvent s'étendre sur de très grandes superficies. Ainsi, lors d'une dispersion de 600 litres de *Bacillus globigii* (bactérie inoffensive donnant des spores et très résistante à l'aérosolisation et aux contraintes du milieu ambiant), on a pu retrouver des germes jusqu'à plus de 30 km à l'intérieur des terres et sur une zone de 250 km² qui était équipée pour la détection. Les organismes, en fait, ont couvert une zone bien plus étendue.

255. Par ailleurs, en raison de leur grande vulnérabilité lorsqu'ils sont hors de l'organisme de leurs hôtes, la plupart des agents pathogènes sont susceptibles d'une inactivation biologique parfois rapide à l'état d'aérosols; ce processus d'inactivation est soumis à différents facteurs (tels que la température, l'humidité, le rayonnement solaire) qui font l'objet d'études d'aérobiologie.

256. La taille des particules infectantes dans un aérosol bactériologique (biologique) est de grande importance si l'on considère leur

aptitude à provoquer l'infection par les voies respiratoires. Il a été prouvé que les voies respiratoires inférieures étaient plus sensibles à l'infection par inhalation. Comme dans le cas des agents chimiques, la pénétration et la rétention des particules bactériologiques (biologiques) inhalées dépend beaucoup de leur taille, qui est déterminée en premier lieu par la composition du produit de base de l'aérosol et par le procédé d'aérosolisation, comme on l'a vu au chapitre premier.

257. L'effet de la taille des particules sur l'infectivité est illustré dans le tableau 8 qui montre la relation directe qui existe entre la DL50 et le diamètre des particules d'un aérosol de *Francisella tularensis*.

TABLEAU 8. — NOMBRE DE BACTÉRIES NÉCESSAIRES POUR INFECTER 50 p. 100 DES ANIMAUX EXPOSÉS À UN AÉROSOL DE *Francisella tularensis*

Diamètre des particules (microns)	Nombre de bactéries DL50	
	Pour le cobaye	Pour le singe Rhésus
1	3	17
7	6 500	240
12	20 000	540
22	170 000	3 000

C. — Influence des éléments atmosphériques sur les agents chimiques

1. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

258. On a vu qu'une attaque par agent chimique liquide se traduisait généralement par la formation d'un nuage de fines gouttelettes, d'aérosol et de vapeur en proportions variables, et par une contamination du sol; ces deux formes sont affectées par la température de l'air.

Influence sur les nuages de gouttelettes et d'aérosols

259. Seules les particules dont les dimensions sont situées dans certaines limites pénètrent et sont retenues par les poumons; celles qui sont plus grosses sont arrêtées par les voies respiratoires supérieures (nez et trachée), et celles qui sont plus petites sont rejetées au cours de l'expiration. La pénétration et la rétention sont maximales pour la gamme des diamètres de 0,5 à 3 microns.

260. Dans le cas des agents chimiques liquides qui ont une action aussi bien par la peau que par les voies respiratoires, seules les particules retenues par les poumons ont un effet instantané; celles qui sont retenues par les muqueuses des voies respiratoires supérieures et par la peau doivent les traverser et leur effet sera en conséquence plus tardif.

261. Une température élevée favorise l'évaporation des particules qui diminuent de taille et ainsi atteignent plus facilement les poumons,

contribuant à l'effet immédiat; corrélativement, une quantité de vapeur supplémentaire est engendrée, concourant au même effet.

Effet sur la contamination du sol

262. La température de l'air et, plus encore, celle du sol ont un effet marqué sur l'évolution de la contamination du sol. La température du sol, qui dépend des caractéristiques thermiques des matériaux constitutifs et de l'insolation à laquelle il est soumis, favorise ou réduit l'évaporation et, en conséquence, diminue ou augmente la persistance de la contamination. Cette température de surface est extrêmement variable d'un point à un autre selon la nature et la couleur du sol, et c'est ainsi qu'on a pu relever un écart de température de 20° entre la surface bitumée d'une route et les prairies voisines. Elle varie également dans le cours d'une journée; les différences peuvent atteindre, par ciel clair, de 15 à 30 °C en climat tempéré, jusqu'à 50 °C en climat désertique. Les températures de l'air et du sol élevées favorisent l'évaporation, réduisant ainsi la persistance de la contamination de surface; le vent, la turbulence mécanique qui l'accompagne et la turbulence thermique agissent dans le même sens.

263. Ainsi une contamination par de l'ypérite technique au taux moyen de 30 g/m², sur sol dénudé, n'aurait disparu qu'au bout de plusieurs jours, voire des semaines, aux températures inférieures à 10 °C par vent moyen, alors qu'elle ne subsiste qu'un jour et demi à 25 °C. Aux températures élevées, du fait de l'évaporation accélérée, le nuage émis est plus concentré et le danger par inhalation de vapeur sur le terrain contaminé et sous le vent de celui-ci est plus grand.

2. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ

264. A l'inverse d'une température élevée, une humidité relative élevée peut conduire à un accroissement de la taille des particules d'aérosols, par condensation de vapeur d'eau autour des noyaux qu'elles constituent; la quantité d'aérosol inhalable diminue, entraînant une diminution des effets instantanés.

265. Dans un autre domaine, les effets conjugués d'une température et d'une humidité relative élevées entraînent une sudation abondante du corps humain, qui favorise l'action des produits vésicants du type ypérite: dans la même situation, la diffusion au travers de la peau des neurotoxiques à action percutanée est accélérée.

3. INFLUENCE DES PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES

266. Une pluie légère disperse et étale l'agent chimique qui présente ainsi à l'évaporation une surface plus grande; son taux d'évaporation croît. Une pluie plus forte dilue et déplace le produit contaminant, favorise sa pénétration dans le sol et peut accélérer la destruction de certains composés sensibles à l'eau (par exemple la lewisite, un vésicant puissant).

267. La neige augmente la persistance de la contamination en ce qu'elle ralentit l'évaporation des contaminants liquides; dans le cas particulier des ypérites, il y a transformation du produit en une masse pâteuse qui peut persister jusqu'à la fonte des neiges.

268. L'humidité du sol, les précipitations atmosphériques et la température ont également une influence considérable sur l'activité des herbicides qui, lorsque l'humidité et la température s'élèvent, agissent beaucoup plus énergiquement. Par temps sec et à basse température, l'activité des herbicides est en règle générale plus faible. Il en est de même pour les préparations appliquées sur les plantes ou introduites dans le sol.

4. INFLUENCE DU VENT

269. Le vent joue le rôle de courant porteur vis-à-vis des vapeurs émanant des terrains contaminés par agents chimiques liquides. La distance à laquelle elles seront entraînées sera fonction de la vitesse du vent et du taux d'évaporation du produit, qui lui-même suivra les variations de la température du sol et de l'air ambiant. Cette distance est maximale (des kilomètres) lorsque sont associées les conditions qui favorisent l'évaporation (température du sol élevée), la persistance du nuage (stabilité de l'atmosphère), l'étalement du nuage (vent léger); ces conditions se trouvent réunies à la fin d'une journée ensoleillée, lorsque l'inversion de température s'est établie.

5. INFLUENCE DES FACTEURS DÉPENDANT DU SOL

Nature du sol

270. Le sol en lui-même, par sa texture et par la porosité des matériaux qui le constituent, joue un rôle important dans la persistance des contaminants liquides; ces derniers peuvent pénétrer plus ou moins profondément ou, au contraire, rester en surface. Dans le premier cas, le risque de contamination par contact est réduit dans l'immédiat, mais la persistance sera accrue dans la mesure où les facteurs favorisant l'évaporation (température, vent) sont empêchés d'agir. Dans le second cas, à l'inverse, le danger de contamination par contact reste important, mais la persistance est diminuée. Pour donner un exemple, la persistance sur un sol sablonneux peut être trois fois plus durable que sur un sol argileux.

Végétation

271. La végétation empêche le contaminant liquide d'atteindre le sol et le divise, favorisant son évaporation; mais le danger est plus grand dans l'immédiat, par suite de la grande dispersion du contaminant sur les feuillages et du risque de contamination par contact qu'il présente.

272. La voûte de feuillages des forêts épaisses (conifères, jungle tropicale, etc.) arrête et retient une bonne partie de l'agent chimique dispersé, mais la fraction qui atteint le sol y subsiste pendant de longues durées, les éléments atmosphériques jouant un rôle dans l'évaporation (température, vent au sol, turbulence) s'y révélant d'une ampleur très réduite par rapport à l'air libre.

273. Les renseignements que l'on possède sur l'absorption et la rétention des toxiques par les plantes sont insuffisants pour évaluer avec certitude le danger qui en résulterait pour les êtres vivants qui en font leur nourriture; il est vraisemblable que, comme certains pesticides organiques, ils peuvent pénétrer par les feuilles et par les racines. On pourrait dans ce cas se trouver en présence d'un sol où toute trace de contaminant aurait disparu, mais où le toxique persisterait dans les végétaux qu'il porte.

Zones urbaines

274. On peut également présumer que, malgré une température de surface en moyenne plus élevée, la persistance des contaminants pourrait être plus durable dans les agglomérations qu'en terrain découvert. Ceci est dû à deux causes : les matériaux de construction, de revêtements et autres sont fréquemment poreux et on a vu qu'absorbant, puis retenant plus facilement les agents chimiques liquides, ils prolongent la durée de la contamination; par ailleurs, les facteurs qui, en rase campagne, tendent à diminuer la persistance (ensoleillement, vent au sol) jouent un rôle moins important dans une cité bâtie où leur importance est réduite.

275. Le climat dans son ensemble peut avoir une influence indirecte sur les effets des agents chimiques à action percutanée par le seul fait que, sous les climats chauds, les habitants, légèrement vêtus, sont très vulnérables aux atteintes par la peau.

276. Cette simple énumération montre bien l'importance prépondérante des éléments climatiques et du terrain sur la persistance d'une contamination. En fait, la classification à priori des agents chimiques en persistants et non persistants, basée uniquement sur leur volatilité, est du point de vue pratique quelque peu arbitraire, si l'on note qu'un même corps peut subsister après sa dispersion pendant des durées allant de quelques heures à plusieurs semaines et même plusieurs mois.

D. — Influence des éléments atmosphériques sur les agents bactériologiques (biologiques)

277. Il est évident que les agents infectieux employés en vue d'être introduits dans l'organisme par des voies telles que l'ingestion d'eau ou d'aliments, ou par des vecteurs, sont peu exposés aux influences extérieures. Cependant, pour être efficace, une attaque à grande échelle par agents bactériologiques (biologiques) serait probablement effectuée

par aérosols, forme sous laquelle ils seraient plus directement affectés par les facteurs externes que les agents chimiques.

278. Les facteurs physico-chimiques de l'atmosphère ont un effet destructeur sur les micro-organismes aérosolisés; leur viabilité décroît graduellement pendant des heures ou des jours selon un taux progressivement décroissant. Certains se dégradent très rapidement : c'est ainsi que certains bioaérosols, utilisés dans la lutte contre les animaux nuisibles et dispersés dans les conditions moyennes des saisons froides ou de transition d'un climat tempéré, ont un taux de décroissance de 5 p. 100 par minute.

279. Cette apparente fragilité pourrait jeter un doute sur l'efficacité d'attaques bactériologiques (biologiques) par aérosols. Toutefois, il existe divers moyens de réduire considérablement le taux de décroissance des aérosols. On peut par exemple employer des concentrations très élevées; utiliser des souches pathogènes convenablement "modélées"; ou protéger les particules d'aérosols en les enrobant dans des capsules de composés organiques.

280. Ces procédés, qui prolongent la durée de survie des micro-organismes dans l'air, pourraient sans doute être transposés aux agents de guerre bactériologiques (biologiques); on possède de même les moyens de prolonger leur survie dans d'autres milieux, tels que l'eau, le sol, etc.

1. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

281. L'effet de la température sur la survie des micro-organismes dans les aérosols bactériologiques (biologiques) n'a pas une grande importance dans la gamme des températures généralement rencontrées. On peut dire qu'en règle générale, le taux de décroissance des agents aérosolisés augmentera avec la température. Toutefois, dans certains cas, les températures élevées agissent sur les aérosols bactériologiques (biologiques) de la même manière que sur les aérosols chimiques en diminuant leurs dimensions par évaporation et en favorisant leur pénétration dans les poumons.

2. INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ

282. Parmi les conditions atmosphériques qui affectent le taux de décroissance biologique des micro-organismes dans l'air, l'humidité relative est la plus importante. L'ampleur de ses effets varie selon les micro-organismes, la nature du fluide à partir duquel l'aérosol est disséminé et le mode de dissémination (par pulvérisation ou sous forme de poudre sèche). En règle générale, le taux de décroissance biologique est plus élevé pour les valeurs faibles de l'humidité, bien que pour un certain nombre de micro-organismes, l'inactivation maximale intervienne pour des valeurs moyennes de l'humidité relative (30-70 p. 100). Le taux de décroissance baissera cependant avec le temps et pourra devenir

extrêmement bas lorsque l'aérosol sera "stabilisé", c'est-à-dire lorsqu'un état d'équilibre sera établi entre les particules et leur environnement. Cela implique qu'indépendamment des valeurs de l'humidité relative, la concentration finale d'un aérosol stabilisé peut encore atteindre la dose minimale d'infection par inhalation. Toutefois, la survivance des microbes dans un aérosol stabilisé peut encore diminuer par suite de variations brusques de l'humidité atmosphérique.

283. L'effet final des agents bactériologiques (biologiques) aérosolisés ne dépend pas seulement de leur capacité de survie dans l'air ; leur sédimentation conjuguée à leur aptitude à s'étaler et à s'insinuer facilitera la contamination des surfaces et des matériaux, à l'intérieur des constructions aussi bien qu'à l'air libre. La possibilité d'une longue survie de certains agents infectieux dans une telle situation et l'influence protectrice des particules de poussière environnantes ont été démontrées en maintes occasions. Des études effectuées dans les hôpitaux ont révélé la possibilité d'une dispersion secondaire des agents survivants à partir des sites qu'on est convenu d'appeler "réservoirs secondaires". Ils peuvent être la source de nouvelles infections, soit par voie aérienne, soit par contact.

3. INFLUENCE DU RAYONNEMENT SOLAIRE

284. La partie ultra-violette du spectre solaire a une action germicide universelle. Comparées aux virus et aux bactériennes végétatives, les spores bactériennes et plus encore les spores de champignons sont beaucoup moins sensibles. L'effet des radiations solaires sur la survie de micro-organismes est réduit pour les valeurs élevées de l'humidité relative de l'air (plus de 70 p. 100) ; de même, une pollution atmosphérique comprenant une proportion élevée de poussières atmosphériques confère une certaine protection.

285. Le mécanisme de cette inactivation par les rayons ultra-violet peut s'expliquer par une dégradation structurelle des acides nucléiques qui portent l'information génétique. La plupart des investigations ont été conduites sur des microbes en suspension liquide mais les études sur les microbes aérosolisés ont révélé des mécanismes semblables.

286. Cette action germicide du rayonnement ultra-violet est connue depuis longtemps et a trouvé des applications dans la lutte contre les infections transmises par l'air, dans les écoles, les bâtiments militaires, les hôpitaux. Il subsiste cependant un problème, celui de la dose de rayonnement et de la technique adéquates.

287. L'action létale du soleil est moins marquée bien qu'encore notable en lumière diffuse ; ceci explique le fait qu'une attaque bactériologique (biologique) serait plus probablement menée pendant les périodes d'obscurité.

4. INFLUENCE DES PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES

288. La pluie et la neige ont relativement peu d'effets sur les aérosols bactériologiques (biologiques).

5. INFLUENCE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

289. On ne sait que peu de chose sur les effets des composés chimiques présents dans l'atmosphère sur la viabilité des micro-organismes. L'oxygène favorise l'inactivation des micro-organismes aérosolisés, particulièrement lorsque le taux d'humidité est faible, et des études récentes ont montré l'existence dans l'atmosphère d'un facteur bactéricide instable (constitué d'une combinaison de l'ozone avec les gaz de combustion des produits pétroliers) particulièrement sous le vent des zones très peuplées.

6. INFLUENCE GÉNÉRALE DU CLIMAT

290. La situation climatique dans son ensemble peut exercer une influence considérable sur le développement des épidémies et épizooties, dans la mesure où elles favorisent la prolifération des vecteurs pour les maladies qui se propagent par cette voie. Le développement de la myxomatose en Australie en fournit un exemple convaincant ; alors que plusieurs tentatives en 1927, puis de 1936 à 1943, pour introduire cette maladie chez les lapins australiens s'étaient soldées par autant d'échecs, l'épizootie se développa avec violence à partir de 1950, simplement, semble-t-il, parce que l'été, particulièrement pluvieux, avait entraîné une prolifération exceptionnelle de moustiques vecteurs dans la vallée de la Murray inondée.

291. La température et l'humidité atmosphérique exercent aussi une grande influence sur les micro-organismes qui agissent sur la végétation.

Chapitre IV

EFFETS POSSIBLES A LONG TERME DE LA GUERRE CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE (BIOLOGIQUE) SUR LA SANTE ET L'ÉCOLOGIE HUMAINES

A. — Généralités

292. Le présent rapport a traité jusqu'ici essentiellement des effets possibles à court terme des agents chimiques et bactériologiques (biologiques). Avant d'examiner les effets qu'ils pourraient avoir à long terme sur l'homme et le milieu dans lequel il vit, il est utile de donner un bref aperçu des facteurs qui tendent actuellement à modifier ce dernier au fur et à mesure que l'homme l'adapte à ses besoins croissants. Certaines de ses interventions ont eu, sans qu'il l'ait voulu, de fâcheuses conséquences : la destruction de forêts, par exemple, a créé des déserts, et des pâturages ont été détruits parce qu'ils étaient surchargés. L'air que nous respirons, l'eau de nos rivières sont pollués et les pesticides chimiques, en dépit de leurs effets bienfaisants, nous menacent d'effets secondaires indésirables. Les effets à long terme d'une éventuelle guerre chimique et bactériologique (biologique) doivent nécessairement être considérés dans un cadre écologique approprié.

293. On peut définir brièvement l'écologie comme étant l'étude des rapports des êtres vivants entre eux et avec le milieu où ils vivent. L'ensemble des plantes et des animaux se trouvant dans un certain environnement — forêt, marécage, savane — constitue une communauté où entrent toutes les plantes et tous les êtres vivants qui s'y trouvent, depuis les micro-organismes et les vers présents dans la terre jusqu'aux insectes, aux oiseaux et aux mammifères vivant à sa surface ; une bonne compréhension de leurs rapports nécessite aussi une connaissance des caractéristiques du milieu qui exercent leur influence sur l'ensemble des processus vitaux. Les communautés écologiques sont normalement en équilibre dynamique, maintenu par l'interaction de la densité de la population, des disponibilités alimentaires, des épidémies naturelles, des variations saisonnières et de la lutte des espèces pour leur nourriture et leur espace vital.

294. Il existe des problèmes écologiques particuliers à l'homme. La population mondiale a proliféré très vite, et son accroissement nécessite une augmentation correspondante de la production alimentaire. La production et la distribution de denrées alimentaires suffisantes pour nourrir les populations prévues pour la fin du siècle et le début du

prochain nécessiteront de prolonger les efforts déjà couronnés de succès. La production alimentaire a énormément augmenté depuis cinquante ans, essentiellement en raison : a) de l'amélioration des façons culturales et, en particulier, d'un accroissement marqué de l'utilisation des engrais chimiques, des herbicides et des pesticides; b) de la sélection de semences et d'animaux reproducteurs génétiquement améliorés, et c) de l'industrialisation croissante des techniques de production alimentaire. On espère que ces méthodes continueront à porter leurs fruits.

295. Toutefois, si l'utilisation des engrais, des herbicides et pesticides a entraîné un accroissement considérable de la production alimentaire, elle a aussi aggravé la pollution du sol et de l'eau et altéré, de façon durable, notre environnement écologique. D'autres facteurs de notre civilisation industrielle ont agi dans le même sens. L'automobile, par exemple, a énormément contribué à accroître la pollution de l'air dans les villes et dans les métropoles. Bien plus, l'accroissement de la population mondiale fait que le volume des déchets est devenu sans précédent et les méthodes utilisées pour s'en débarrasser, qu'ils soient enfouis dans le sol, brûlés ou déversés dans les cours d'eau ou les lacs, ont encore contribué à polluer l'environnement. Les progrès remarquables dans le domaine des matières synthétiques et plastiques, pendant ces dernières années, ont aussi ajouté un facteur nouveau aux effets biologiques sur l'homme, à court et à long terme. Tout nouveau progrès technologique de notre civilisation contribuera à transformer le cadre écologique dans lequel nous vivons. De ce point de vue, l'existence et l'utilisation possible des agents de guerre chimique et bactériologique (biologique) doivent être considérées comme une menace supplémentaire qui peut avoir des conséquences durables sur notre milieu en transformation.

B. — Répercussions de la rupture de l'équilibre écologique sur l'homme

296. L'industrie chimique se développe si vite qu'elle a doublé sa production entre 1953 et 1960, mais les résultats utiles de son développement continu sont de la plus haute importance pour l'avenir de l'homme. Les effets bénéfiques de l'emploi des engrais artificiels sur la production des denrées alimentaires compensent de loin ses conséquences secondaires néfastes. Ces faits sont trop bien connus pour qu'il soit utile de les rappeler. Il suffit de dire que la production de maïs des Etats-Unis, qui avait à peine augmenté de 4 quintaux par hectare de 1923 à 1953, a augmenté de 11 quintaux par hectare entre 1953 et 1964, époque où l'utilisation des engrais et des semences hybrides plus productives s'est généralisée. Ce fait est caractéristique de ce qui arrive partout où l'on utilise les engrais à grande échelle.

297. Il est superflu aussi de souligner les avantages de l'utilisation des pesticides chimiques modernes. On estime, en effet, que la perte de production imputable chaque année, pour l'ensemble du monde, aux

mauvaises herbes et aux parasites, atteint encore 460 millions de quintaux pour le blé et 360 millions de quintaux pour le maïs. Pour supprimer ces pertes il faudra utiliser encore plus de pesticides qu'actuellement.

298. Ce qu'il faut bien comprendre à propos des façons culturales modernes, c'est qu'il serait impossible sans elles de réaliser l'accroissement de la production alimentaire dont le monde a besoin. Si la production agricole n'augmente pas partout, ceux qui sont encore contraints de vivre dans une économie agricole primitive n'atteindront jamais le niveau de civilisation auquel chacun aspire.

299. Mais, comme on l'a déjà indiqué, l'emploi des engrais, des pesticides et des herbicides a des effets marginaux fâcheux. En Suisse, par exemple, les eaux de surface et les sources ont été contaminées, en période de fortes pluies, par des composés phosphorés et azotés représentant 0,3 à 0,5 kg de phosphore et 45 kg d'azote par hectare et par an, entraînés dans les cours d'eau et les lacs. Cette situation se retrouve dans d'autres pays et elle ne peut que transformer — de manière fâcheuse pour autant qu'on sache — le milieu où les poissons pourraient prospérer dans d'autres conditions.

300. Les dangers des effets secondaires des pesticides modernes n'échappent nullement aux pays avancés, qui prennent des dispositions pour s'en protéger. Ces produits n'ont, du reste, d'effet que sur les organismes inférieurs, sauf à très fortes doses, encore que certains composés organophosphorés soient toxiques pour l'homme et d'autres vertébrés. D'autres agents moins sélectifs peuvent être toxiques pour les bactéries du sol, le plancton, les escargots et les poissons. Les hydrocarbures chlorés, tels que le DDT, ne sont toxiques qu'à des doses considérables, mais s'accumulent dans les graisses et se déposent dans le foie et le système nerveux central. Après avoir été appliqués en surface, les pesticides pénètrent dans la terre et s'infiltrent dans les eaux souterraines, ou sont entraînés par les eaux de ruissellement vers les cours d'eau, les lacs et les réservoirs. Il est donc concevable que, dans certaines situations où l'on aura utilisé des pesticides chimiques non sélectifs, le bouleversement de l'équilibre écologique entraîne pour longtemps la disparition d'animaux et de plantes utiles. Ce sont là des dangers que seule une vigilance de tous les instants permettra d'éviter.

301. Les détergents sont une autre découverte de la chimie moderne dont l'utilisation a été réglementée. Ils ont un effet à court terme sur certains types d'aliments naturels, comme les daphnies et les algues dont se nourrissent les poissons. Les premiers détergents utilisés ont provoqué, dans les cours d'eau où on les déversait, d'énormes quantités d'écume qui ont diminué la quantité d'oxygène dont disposaient les organismes aquatiques. Ils ont aussi des effets néfastes sur le sol en affectant les bactéries qu'il contient. Ces détergents, qu'on n'arrive pas à détruire, même par les méthodes de traitement de l'eau les plus modernes, ne sont presque plus utilisés et ont été remplacés par d'autres,

qui peuvent être presque complètement détruits par un traitement des eaux usées.

302. Il faut noter enfin, à propos des effets à long terme éventuels des armes chimiques et bactériologiques (biologiques), que les villes et métropoles se développent dans le monde entier et que le niveau de la population des conurbations (fusion de villes avec absorption de leurs banlieues) dans les pays développés est voisin de 50 millions d'habitants. Une organisation très complexe est nécessaire pour assurer à de telles concentrations de population la nourriture, l'eau, les produits divers, les transports et les services administratifs dont elles ont besoin. C'est pourquoi des attaques chimiques ou bactériologiques (biologiques) contre de grandes cités en désorganiseraient la vie de façon exceptionnellement grave, et la remise en place des services nécessaires à la santé et à la bonne marche de l'administration publique et de l'industrie risquerait d'être très longue.

C. — Effets à long terme éventuels de l'emploi d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) sur l'homme et le milieu

303. Les armes chimiques peuvent, outre leurs effets extrêmement toxiques à court terme, avoir également des répercussions à long terme sur le milieu dans lequel elles sont dispersées. Aux concentrations élevées, elles polluent l'air, les réserves d'eau et empoisonnent le sol.

304. On peut se servir des armes bactériologiques (biologiques) pour atteindre les réserves alimentaires de l'homme, en propageant des maladies des végétaux ou des maladies infectieuses des animaux. Il se peut aussi qu'on introduise des maladies épidémiques nouvelles ou qu'on réintroduise des maladies anciennes qui pourraient entraîner des destructions massives de vies humaines à l'échelle des pestes du Moyen Age.

1. ARMES CHIMIQUES

305. Il n'y a aucune preuve que les agents chimiques utilisés pendant la Première Guerre mondiale — chlore, ypérite, phosgène, lacrymogènes — aient eu des conséquences néfastes du point de vue écologique. Comme on l'a déjà noté, plus de 120 000 tonnes de ces produits ont été utilisées pendant cette guerre et, dans certaines régions attaquées, les concentrations ont dû atteindre, au cours des hostilités, des centaines de kilogrammes par hectare. Or, ces régions sont depuis longtemps redevenues normales et ont recommencé à produire comme auparavant.

306. Les agents organophosphorés, ou neurotoxiques, n'ont encore jamais été utilisés en temps de guerre, si bien que l'on ne dispose pas de données d'expérience sur lesquelles on puisse fonder un jugement sur les effets à long terme qu'ils pourraient avoir. Comme ces agents affectent toutes les formes de la vie animale, il y a lieu de penser que, si on

répandait en concentrations suffisamment fortes sur de grandes étendues et si certaines espèces étaient à peu près exterminées, il en résulterait un changement dans l'équilibre dynamique de l'écologie de la région.

307. Par contre, rien ne permet de penser que les neurotoxiques se fixent dans la chaîne alimentaire, comme le font le DDT ou d'autres pesticides du type hydrocarbure chloré. Ces agents s'hydrolysent dans l'eau, encore que ce processus soit très lent pour certains, de sorte qu'il n'y aurait pas de contamination à long terme des masses d'eau naturelles ou artificielles.

308. L'emploi d'herbicides au cours du conflit du Viet-Nam a été longuement commenté par la presse d'information et, à un moindre degré, dans les publications techniques. Les produits employés sont l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique, l'acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique, l'acide cacodylique et le picloram.

309. De 1963 à 1968 ces herbicides ont été utilisés pour dégager, à des fins militaires, des superficies forestières d'un total de 9 100 km², qui se répartissent comme il est indiqué dans le tableau 9 selon le type de forêt.

TABLEAU 9. — SUPERFICIE TOTALE DES FORÊTS ET SUPERFICIE BRÛLÉE PAR HERBICIDES AU VIET-NAM DU SUD, SELON LE TYPE DE FORÊT (1963-1968)

<i>Type de forêts</i>	<i>Superficie totale (km²)</i>	<i>Superficie traitée (km²)</i>
Haute futaie (semi-feuillue)	50 150	8 140
Mangrove et autres zones inondées	4 800	960
Résineux	1 250	0
TOTAL	56 200	9 100

310. Le Viet-Nam du Sud a une superficie d'environ 172 000 km², dont un tiers environ en forêts. La superficie traitée aux herbicides en 1968 correspond donc à environ 16 p. 100 de la superficie forestière et à un peu plus de 5 p. 100 de la superficie totale.

311. Il n'existe pas jusqu'à présent d'évaluation scientifique sur l'étendue des changements écologiques à long terme résultant de ces attaques. On a estimé qu'il faudrait peut-être jusqu'à 20 ans pour reconstituer certaines mangroves, et l'on a exprimé des craintes quant à l'avenir de leurs populations animales. On sait que certaines espèces d'oiseaux sont parties dans d'autres régions. Les prises de poissons sont restées à peu près les mêmes et, comme les poissons occupent une place élevée dans la chaîne alimentaire, il ne semble pas que le milieu aquatique ait gravement souffert.

312. Lorsqu'une forêt en état d'équilibre écologique est détruite par des abattages, elle se reconstitue en une forêt secondaire qui contient beaucoup moins d'essences de plantes et d'espèces d'animaux,

mais beaucoup plus de sujets des espèces qui survivent. Si la forêt secondaire est remplacée par des pâturages, cette évolution est encore plus marquée. Si une ou plusieurs des espèces animales dont la population augmente souffrent chroniquement d'une infection dangereuse pour l'homme (zoonose), le risque de contamination de l'homme en est considérablement accru. On en a eu la preuve dans le cas du typhus acarien en Asie du Sud-Est où l'espèce de rats qui entretient l'infection et les acares vecteurs sont beaucoup plus abondants dans la forêt secondaire, et encore plus dans les pâturages, de sorte que le risque représenté pour l'homme par le typhus acarien augmente lorsque la formation végétale passe de la forêt au pâturage.

313. Dans les régions à forte pluviosité, le déboisement peut entraîner une érosion importante et des pertes considérables de potentiel agricole. Cette évolution peut aboutir, à la longue, à la formation d'un désert.

2. ARMES BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

Armes affectant l'homme

314. Des foyers naturels où l'infection pourrait persister de nombreuses années, peuvent s'établir après une attaque bactériologique (biologique) par aérosols ou autre type. On se fera une idée de ce risque si l'on se rappelle les conséquences épidémiologiques de l'introduction accidentelle de la rage et d'autres infections vétérinaires (la fièvre africaine du porc, par exemple) dans un certain nombre de pays. La façon dont la rage s'est répandue en Europe après la Seconde Guerre mondiale, par suite de la désorganisation causée par la guerre, montre comment une situation épidémiologique compliquée et médicalement dangereuse peut apparaître même là où la lutte contre l'infection était depuis longtemps menée avec succès. En 1945, il n'y avait que trois foyers importants d'infection en Tchécoslovaquie. Dans les années suivantes, les renards se sont multipliés excessivement parce que les terres agricoles n'étaient pas exploitées, parce que de nombreuses espèces d'animaux sauvages s'étaient également multipliées et aussi parce qu'il n'y avait plus de lutte systématique. Des renards sont venus aussi d'au-delà des frontières et l'épizootie s'est progressivement aggravée. Pendant la période 1952-1966, 888 foyers au total ont été signalés, dont 197 nouveaux rien qu'en 1965. Le rétablissement de la situation a exigé des efforts considérables et prolongés de la part des services de santé : en 1966, 775 000 animaux domestiques ont été vaccinés dans les régions affectées du pays. Néanmoins, la maladie n'a pas encore été enrayerée. Les foyers naturels ne peuvent pas être éliminés sans une coopération internationale à long terme.

315. Les arthropodes (insectes, tiques) jouent aussi un rôle important dans la transmission des agents pathogènes entre les animaux, créant ainsi ce qu'on appelle un foyer naturel d'infection. L'homme qui pénètre dans une zone ainsi touchée risque d'être in-

fecté, notamment par les arthropodes, qui n'ont pas d'hôte spécifique. L'une des conséquences possibles d'une attaque bactériologique (biologique) peut être la création artificielle de foyers d'infection multiples et répartis de manière dense à partir desquels, si les conditions écologiques sont favorables, des foyers naturels peuvent se développer là où il n'en a jamais existé, ou dans des lieux où l'on était parvenu à les éliminer par des mesures de protection efficaces.

316. Par contre, l'emploi à grande échelle d'une arme bactériologique (biologique) pourrait réduire la population des animaux sauvages réceptifs à un niveau inférieur à celui qui lui permet de se perpétuer. L'élimination d'une espèce animale ou d'un groupe d'espèces animales, dans une région, créerait un vide dans la communauté écologique, et ce vide risquerait de gravement perturber l'équilibre de cette dernière ou d'être comblé par une autre espèce présentant plus de dangers pour l'homme parce qu'elle serait porteuse d'une zoonose acquise, soit par un processus naturel, soit à la suite de l'attaque bactériologique (biologique). Ainsi s'établirait un nouveau foyer naturel de maladie.

317. La gravité du risque dépendrait aussi de la mesure dans laquelle la communauté des espèces, dans le pays attaqué, compterait des animaux réceptifs à l'infection et dont les rapports les uns avec les autres et avec l'environnement seraient tels que l'infection pourrait s'établir. C'est ainsi que seules certaines espèces de moustiques peuvent être infectées par le virus de la fièvre jaune et la maladie ne peut s'établir que si ceux qui deviennent vecteurs s'alimentent fréquemment sur des mammifères, comme les singes, eux-mêmes assez vulnérables à l'infection. Il est donc fort peu probable qu'un foyer naturel de fièvre jaune puisse se constituer dans une région où il n'y a pas une population suffisante de moustiques et de singes réceptifs à la maladie.

318. Des maladies endémiques ou enzootiques (c'est-à-dire des maladies qui se propagent lentement mais continuellement au sein des populations humaines ou animales) pourraient éventuellement s'établir après une attaque à grande échelle ou pourraient résulter d'actes de sabotage de faible envergure, pour lesquels on pourrait utiliser une gamme beaucoup plus étendue d'agents, y compris les agents d'affections chroniques comme le paludisme.

319. Le *paludisme* est une maladie épidémique grave au sein d'une population vulnérable, mais son emploi éventuel comme arme bactériologique (biologique) est difficile à envisager en raison du cycle de vie complexe du parasite. Il existe dans certaines régions d'Asie et d'Amérique du Sud, par exemple, certaines souches paludéennes résistant aux insecticides et leur transmission éventuelle à des zones où des moustiques vecteurs existent déjà compliquerait beaucoup la tâche des services de santé publique et poserait un problème plus grave en raison des difficultés de traitement.

320. La *fièvre jaune* est encore enzootique dans les régions tropicales d'Afrique et du continent américain. Les singes et les autres primates qui vivent dans les forêts, ainsi que les moustiques infectés qui servent de vecteurs, constituent des foyers naturels et assurent la survie du virus pendant les périodes séparant les épidémies.

321. La maladie peut être importée partout où l'environnement s'y prête et où se trouvent les moustiques susceptibles d'être vecteurs. Ce fut le cas en Ethiopie en 1960, où une épidémie s'est développée dans une région auparavant non infectée, causant environ 15 000 décès. Par suite de l'inaccessibilité de la région intéressée, 8 000 à 9 000 personnes environ sont mortes avant que l'épidémie ne soit reconnue. L'épidémie fut jugulée, mais il est probable qu'un foyer d'infection permanent a été créé dans cette région où cette maladie n'avait jamais sévi auparavant. La situation pourrait être extrêmement grave si le virus était introduit en Asie ou dans les îles du Pacifique où il semble que cette maladie n'ait jamais sévi, mais où l'on sait que certaines espèces de moustiques pourraient la propager. De graves problèmes se poseraient aussi si le virus était introduit dans la région des Etats-Unis où l'on trouve encore des moustiques vecteurs et où des millions de personnes vivent sur une superficie de quelques kilomètres carrés.

322. On peut également envisager la possibilité d'introduire une nouvelle espèce animale dans une région, afin d'y créer pour longtemps des problèmes d'ordre sanitaire ou économique. C'est ainsi que des mangoustes ont été importées il y a de nombreuses années dans certaines îles des Antilles; or, elles sont devenues, dans l'une d'elles au moins, un grave fléau pour les cultures sucrières et un important vecteur de la rage. Les très graves conséquences économiques de l'introduction des lapins en Australie sont bien connues. Certaines espèces de moustiques (un vecteur de la fièvre jaune *Aedes aegypti*, et un vecteur du paludisme, *Anopheles gambiae*) se sont naturellement propagés dans de nombreuses régions du monde à partir de leur foyer d'origine en Afrique et ont causé de graves problèmes sanitaires dans les régions où ils ont pénétré. Il est concevable que l'on tente à des fins offensives de recourir en temps de guerre à l'introduction de ces insectes à petite échelle.

323. Outre la création de nouveaux foyers naturels de maladie, un autre risque à long terme, quoique beaucoup plus conjectural que certains de ceux que l'on a déjà mentionnés, est la possibilité qu'il se crée de nouvelles souches de microbes plus virulents ou aux caractéristiques immunologiques différentes. C'est ce qui pourrait se produire si un grand nombre de personnes ou d'espèces animales réceptives de la région se trouvaient infectées par une attaque bactériologique (biologique), ce qui donnerait à ces micro-organismes modifiés des possibilités de se manifester naturellement. Il apparaît de temps en temps, par exemple, des formes de grippe différentes du point de vue immunologique. Ces formes modifiées risqueraient de créer de nouvelles épidémies plus graves et peut-être plus étendues que l'attaque initiale.

Armes affectant les animaux domestiques

324. La *fièvre aphteuse* est une maladie très contagieuse, mais en général non mortelle, des bovins, des porcins et d'autres animaux artiodactyles. Elle est rarement transmise à l'homme par un animal infecté et revêt chez lui une forme tout à fait bénigne.

325. Le rendement en lait des vaches atteintes diminue fortement et, même après guérison complète, ne retrouve plus son niveau normal. La perte de rendement varie de 9 à 30 p. 100. Chez les porcins, la mortalité des porcelets imputable à la fièvre aphteuse est évaluée à 60 à 80 p. 100. La fièvre aphteuse est endémique dans de nombreux pays et peut même se déclarer dans des pays qui en paraissent exempts. Certains pays laissent la maladie suivre son cours sans prendre la moindre mesure pour la combattre; d'autres s'efforcent de la combattre par l'emploi de vaccins; quelques-uns appliquent une politique d'abattage et sacrifient tous les animaux atteints ainsi que les sujets contacts.

326. Il est évident qu'une grave épizootie pourrait constituer un très lourd handicap économique, par exemple en réduisant l'approvisionnement en lait. C'est ainsi qu'on pourrait envisager l'emploi de la fièvre aphteuse comme arme biologique, d'autant plus efficace que les conditions qui régneraient en temps de guerre favoriseraient beaucoup la propagation de la maladie. Une protection efficace pourrait être assurée par une immunisation active, mais l'immunité est de courte durée et la vaccination doit être répétée tous les ans.

327. La *brucellose* constitue un exemple de maladie chronique que pourrait provoquer une attaque au moyen d'armes bactériologiques (biologiques). On en connaît trois formes, qui affectent respectivement les bovins, les porcins et les caprins. Toutes les trois peuvent être transmises à l'homme, chez qui elles déterminent une maladie débilitante qui dure de quatre à six mois ou davantage mais n'est que rarement mortelle. La brucellose est endémique dans la plupart des pays du monde et la recrudescence de l'infection qui résulterait de son utilisation comme arme pourrait être combattue, une fois les premiers effets passés, de la même façon que sa forme naturelle. Cependant, l'élimination de maladies comme la brucellose parmi le cheptel est d'un coût très élevé.

328. Le *charbon bactérien* est décrit au chapitre II et ce qui nous intéresse ici c'est que si l'on disséminait les spores du charbon en quantités considérables au moyen d'armes bactériologiques (biologiques), de manière à contaminer ainsi le sol sur de grandes étendues, le danger que présente la maladie pour les animaux domestiques et pour l'homme pourrait persister très longtemps. On ne connaît pas de moyens permettant de décontaminer les régions ainsi affectées. L'emploi massif, comme arme, du microbe du charbon bactérien risque donc de créer des dangers à long terme pour l'environnement.

329. Comme on l'a déjà noté, l'un des plus nuisibles pathogènes naturels du blé est le champignon de la *rouille*. Chaque pustule de rouille produit quotidiennement, pendant deux semaines, 20 000 urédospores et une seule feuille infectée peut avoir plus de 100 pustules. Les urédospores arrivées à maturité se détachent facilement de la plante, même par vent très faible. Elles sont ensuite emportées par le vent sur des centaines de kilomètres. On estime que les pertes annuelles de blé dues à la rouille s'élèvent, pour l'ensemble du monde, à 500 millions de dollars environ.

330. Les conditions météorologiques jouent un rôle décisif dans la propagation épiphytique de la rouille. La température influe sur la période d'incubation et le taux de la germination des spores. La germination et l'infection se produisent lorsque l'atmosphère est saturée d'eau pendant trois ou quatre heures. Ainsi l'infection des épis se produit lorsqu'il y a de fortes rosées et qu'il fait une température de 10° à 30 °C.

331. Les rouilles des céréales ne survivent pas à l'hiver, sauf si elles trouvent un hôte de rechange, comme l'épine-vinette. Leurs effets sur les cultures seraient donc limités à une seule campagne. Comme les rouilles peuvent réduire considérablement les réserves alimentaires de l'homme, leurs spores pourraient constituer une arme bactériologique (biologique) extrêmement dangereuse et efficace, en particulier si elles étaient utilisées de façon sélective, compte dûment tenu des conditions climatiques. Il serait malaisé de détecter la propagation artificielle d'une épiphytie et le transport de l'agent pathogène jusqu'à l'objectif visé serait assez facile.

332. Les épiphyties de rouille pourraient avoir de très graves conséquences dans les pays en voie de développement à forte densité de population, où les ressources alimentaires pourraient être réduites à tel point qu'une population souffrant déjà de malnutrition courrait le risque d'être réduite à la famine, qui, dans certaines circonstances, risquerait de durer longtemps.

333. Un autre agent auquel on pourrait songer comme arme biologique, bien qu'il ne s'agisse pas d'une bactérie et que son emploi pose des difficultés pratiques, est le *doryphore* de la pomme de terre. Pour l'employer à des fins militaires, il faudrait en produire de grandes quantités et les introduire, sans doute clandestinement, dans les régions de culture de la pomme de terre au moment approprié, à l'époque de la maturation de la récolte. Pendant la période de propagation, les doryphores vivent tout d'abord par petits foyers, qui s'étendent et se multiplient au point d'envahir des superficies considérables. Le doryphore peut se multiplier avec une rapidité stupéfiante : le nombre de descendants d'un seul doryphore peut atteindre huit milliards en 18 mois.

334. Etant donné que les doryphores préfèrent, pour se nourrir et pour déposer leurs œufs, des végétaux atteints de viroses, ils peuvent, avec leurs larves, transmettre les virus, augmentant ainsi les ravages. Les pertes économiques imputables au doryphore varient suivant la saison et le pays touché, mais il peut détruire jusqu'à 80 p. 100 d'une récolte. Il est difficile de prendre des mesures de protection, parce qu'il n'a pas été possible de créer des variétés de pommes de terre résistantes. Le seul moyen dont on dispose actuellement est l'épandage de produits chimiques.

335. S'il était un jour utilisé comme moyen d'attaque, le doryphore pourrait de toute évidence causer des dommages à long terme en raison des difficultés que présente la lutte contre cet insecte.

3. CHANGEMENTS GÉNÉTIQUES ET EFFETS CANCÉRIGÈNES

336. Il se peut aussi que les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) déterminent des changements d'ordre génétique. On sait que certains produits chimiques ont cette propriété. Par exemple, le LSD détermine dans les cellules humaines des changements génétiques. On peut penser que ces changements, qu'ils soient induits par des substances chimiques ou par des virus, risqueraient d'influer sur le développement du cancer. Une augmentation sensible de l'incidence du cancer des voies respiratoires (principalement du poumon) a été signalée récemment parmi les travailleurs employés, pendant la Seconde Guerre mondiale, dans la fabrication de l'ypérite. Il n'a pas été signalé d'augmentation des cas de cancer parmi les victimes de l'ypérite de la Première Guerre mondiale, mais cela tient peut-être à l'insuffisance des renseignements dont on dispose. Toutefois, la plupart de ces victimes n'ont été exposées à ce gaz que pendant de courtes périodes, alors que les ouvriers étaient exposés de façon continue à de faibles doses pendant des mois ou des années.

Chapitre V

CONSEQUENCES, DU POINT DE VUE ECONOMIQUE ET DU POINT DE VUE DE LA SECURITE, DE LA MISE AU POINT, DE L'ACQUISITION ET DE L'UTILI- SATION EVENTUELLE DES ARMES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES) ET DES SYSTEMES DE VECTEURS DE CES ARMES

A. — Généralités

337. Les chapitres précédents ont montré dans quelle mesure les récents progrès des sciences chimiques et biologiques ont accru les dangers potentiels liés à la notion de guerre chimique ou bactériologique (biologique). Ces dangers résultent non seulement de la variété des agents éventuels susceptibles d'être utilisés dans une guerre, mais aussi de la variété de leurs effets. Comme il est douteux qu'une attaque chimique ou bactériologique (biologique) puisse être limitée à une zone donnée, il y aurait des victimes bien à l'extérieur de la zone prise comme objectif. Si ces armes étaient utilisées contre de vastes régions et de grandes villes, elles provoqueraient des pertes massives en vies humaines, atteignant les non-combattants de la même manière que les combattants, et à cet égard on peut les ranger sans hésitation dans la catégorie des armes de destruction massive. Les grandes difficultés et les dépenses élevées qu'entraînerait la mise en place de moyens de protection contre l'arme chimique et bactériologique (biologique) ont également été soulignées dans le rapport. Le but du présent chapitre, qui est le dernier chapitre du rapport, est d'étudier de manière plus approfondie les répercussions de ces problèmes du point de vue économique et du point de vue de la sécurité.

B. — Fabrication

1. ARMES CHIMIQUES

338. On a estimé que pendant la Première Guerre mondiale, à une époque où l'industrie chimique était encore relativement peu développée, les pays belligérants fabriquèrent environ 180 000 tonnes d'agents chimiques dont plus de 120 000 tonnes furent employées sur les champs de bataille. Depuis, le développement rapide de l'industrie a eu pour conséquence un accroissement énorme des capacités de production susceptibles de servir à la fabrication d'agents chimiques.

339. Il est évident que l'ampleur, la nature et le coût de tout programme de fabrication d'armes chimiques et les délais d'exécution d'un tel programme dépendraient essentiellement du potentiel scientifique, technique et industriel du pays considéré. Ils ne dépendraient pas seulement de la nature de l'industrie chimique elle-même et de la possibilité de faire appel à des ingénieurs et chimistes compétents; ils dépendraient aussi du degré de développement des industries fabriquant les outillages de l'industrie chimique et des dispositifs d'automatisation des processus chimiques, surtout lorsqu'il s'agit de réaliser des composés chimiques d'une haute toxicité. Mais, quel que soit le coût qu'entraînerait la création d'un armement chimique ou bactériologique (biologique), il faut bien comprendre que ces dépenses viendraient en sus et non en remplacement des dépenses résultant de l'acquisition d'un arsenal d'armes de type classique. Une armée pourrait être dotée d'armes de type classique sans disposer d'armes chimiques ou bactériologiques (biologiques), mais elle ne pourrait jamais compter sur les seules armes chimiques ou bactériologiques (biologiques).

340. Aujourd'hui, un grand nombre de pays industrialisés disposent du potentiel nécessaire pour produire divers agents chimiques. Bien des produits intermédiaires qui entrent dans leur fabrication et, dans certains cas, les agents eux-mêmes, sont largement utilisés en temps de paix. C'est parmi ces substances qu'il faut ranger, notamment, le phosgène dont certains pays très développés fabriquent plus de 100 000 tonnes par an et qui est généralement utilisé comme produit intermédiaire pour la fabrication de plastiques synthétiques, d'herbicides, d'insecticides, de colorants et de produits pharmaceutiques. Un autre agent chimique, l'acide cyanhydrique, qui est un produit intermédiaire essentiel à la fabrication d'un grand nombre de produits organiques de synthèse, est élaboré en quantités encore plus importantes. L'oxyde d'éthylène, qui entre dans la fabrication des ypérites est également produit à une grande échelle dans plusieurs pays. C'est une matière première importante pour la fabrication de diverses substances essentielles — détergents, désinfectants et mouillants. La production mondiale d'oxyde d'éthylène et d'oxyde de propylène est actuellement bien supérieure à 2 millions de tonnes par an. Un traitement relativement peu compliqué permet d'obtenir de l'ypérite et des ypérites azotées à partir de l'oxyde d'éthylène. Deux cent cinquante mille tonnes d'oxyde d'éthylène permettent d'obtenir 500 000 tonnes environ d'ypérite.

341. La fabrication d'agents neurotoxiques extrêmement toxiques, y compris les composés organiques phosphorés, pose des problèmes qui sont relativement difficiles et dont la solution serait par conséquent très coûteuse. Jusqu'à un certain point, cela tient aux mesures de sécurité spéciales qu'il faudrait prendre pour protéger le personnel de production contre ces substances extrêmement toxiques, mesures qui s'appliquent bien entendu à tous les agents chimiques, en

particulier à l'ypérite. Cependant, de nombreux produits intermédiaires qui entrent dans la fabrication d'agents neurotoxiques sont également utilisés en temps de paix. Par exemple le diméthylphosphite, indispensable pour la fabrication du sarin, intervient dans la fabrication de certains pesticides. Mais, même sans tenir compte des dépenses de production, le coût approximatif de la construction d'un complexe industriel destiné à produire annuellement les munitions correspondant à 10 000 tonnes de sarin serait d'environ 150 millions de dollars. Bien entendu, il serait considérablement moins élevé si on pouvait changer des munitions déjà existantes.

342. Un pays possédant une industrie chimique développée pourrait certainement l'adapter en vue de la production d'agents chimiques. Mais ce ne serait qu'un premier pas, car la constitution d'une force chimique offensive valable impliquerait la création de centres spéciaux de recherche, de polygones d'essai, de bases, de magasins de stockage et d'arsenaux. La mise au point de systèmes d'armes complets et perfectionnés pour la conduite de la guerre chimique ou bactériologique (biologique) serait un élément extrêmement coûteux de ce processus global. Néanmoins la possibilité de convertir une industrie chimique du temps de paix pour qu'elle réponde aux besoins militaires et la possibilité d'utiliser les produits chimiques à des fins militaires imposent une responsabilité accrue aux gouvernements qui sont soucieux d'éviter une guerre chimique.

2. ARMES BACTÉRIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

343. Les compétences nécessaires en microbiologie pour cultiver des agents de guerre bactériologiques (biologiques) existent à un degré élevé dans de nombreux pays, car les besoins sont analogues à ceux d'une industrie de fabrication de vaccins et, à un degré moindre, d'une industrie de fermentation. Outre les techniques très développées de ces deux industries réunies, il n'est besoin que de quelques connaissances spéciales, de quelques compétences et d'un certain équipement pour pouvoir traiter sans danger de grandes quantités d'agents bactériologiques (biologiques). Par conséquent, les moyens et installations actuels des industries de fermentation et de fabrication de produits pharmaceutiques et de vaccins pourraient être adaptés à la production d'agents bactériologiques (biologiques). Cependant, la complexité technique de la production d'agents bactériologiques (biologiques) sous forme de poudre sèche est beaucoup plus grande que celle de la fabrication d'agents utilisables par la voie humide; de plus, il faudrait fabriquer un vaccin efficace pour protéger le personnel de production. Les difficultés techniques augmenteraient en raison directe de l'ampleur et de la complexité des systèmes d'armes mis au point. Il n'en reste pas moins que tout pays industriellement avancé pourrait en arriver au niveau qu'il se proposerait d'atteindre dans ce domaine.

344. Le transport et le stockage des armes bactériologiques (biologiques) entraînent des difficultés et des dépenses considérables puis

qu'il faut conserver ces armes dans des conditions spéciales (en réfrigération par exemple) et prendre des mesures de précaution et de sécurité très strictes. En outre, l'expérimentation nécessaire pour déterminer l'efficacité éventuelle des matières produites nécessiterait des installations d'essai considérables et coûteuses tant en laboratoire que sur le terrain.

345. Malgré le fait que la mise au point et l'acquisition d'un arsenal perfectionné de systèmes d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) se révéleraient très coûteuses en termes de ressources et impliqueraient l'existence d'une infrastructure industrielle solide et d'un personnel scientifique possédant la formation appropriée, n'importe quel pays en voie de développement pourrait en fait acquérir, d'une manière ou d'une autre, une force offensive limitée en ce qui concerne ce type d'armes — soit une force rudimentaire qu'il élaborerait lui-même, soit une force plus perfectionnée qu'il pourrait acquérir d'un autre pays. Par conséquent, le danger de la prolifération de cette catégorie d'armes concerne aussi bien les pays en voie de développement que les pays plus développés.

C. — Systèmes de vecteurs

346. A peu près tous les types de munitions explosives (obus d'artillerie, mines, fusées, téléguidées ou non, bombes d'avion, bombes terrestres, grenades, etc.) peuvent être adaptés pour servir de vecteurs d'agents chimiques. Un bombardier moderne, par exemple, peut transporter environ 15 tonnes de substances chimiques toxiques et on estime que 250 tonnes seulement de neurotoxique, quantité qui pourrait être transportée par 15 ou 16 avions au maximum, suffiraient pour contaminer une grande ville ayant une superficie de 1 000 km² et une population de 7 à 10 millions d'habitants. Si cette population se trouvait en grande partie à l'extérieur et sans protection, les pertes en vies humaines risqueraient d'atteindre 50 p. 100.

347. Les armements existants qui pourraient être utilisés (avec certaines modifications) pour lancer les agents afin de provoquer l'apparition de maladies sur le plan local pourraient également contaminer de grandes superficies à l'aide d'agents pathogènes. Par exemple, un seul avion pourrait épandre un agent bactériologique (biologique) sur une zone atteignant 100 000 km², mais la superficie sur laquelle on rencontrerait des doses efficaces sera beaucoup plus réduite en raison de la perte de capacité d'infection subie par l'agent dans l'air.

348. Les coûts de mise au point et de production des agents chimiques et bactériologiques (biologiques) pourraient être élevés, mais le coût d'un système d'armement complet (voir chapitre premier) le serait encore davantage. Le coût global de la mise au point, de l'acquisition et du fonctionnement d'une escadrille de bombardiers modernes, par exemple, dépasse de beaucoup le coût des bombes qu'elle pourrait transporter. Cependant, pour certaines fins, il serait possible d'employer

un système d'armes déjà en service ou des moyens de dispersion de très faible capacité.

D. — Protection

349. Les mesures qu'il faudrait prendre pour la protection des êtres humains, du bétail et des cultures contre une attaque chimique et bactériologique (biologique) sont extrêmement complexes et coûteuses (chapitre premier). A l'heure actuelle, les systèmes d'alerte par la détection des nuages d'aérosol sont plutôt rudimentaires. Des systèmes pour la détection d'agents chimiques et bactériologiques (biologiques) spécifiques pourraient être mis au point, mais ils risquent d'être eux aussi très coûteux, en admettant qu'ils soient réalisables.

350. Avec certains agents, la contamination du milieu, par exemple des habitations et des sols, pourrait persister pendant plusieurs jours ou plusieurs semaines pendant lesquels la population serait exposée au risque d'une contamination par contact et par inhalation. Des vêtements de protection, qu'ils soient fabriqués à l'avance et distribués de façon adéquate ou improvisés, rendraient difficile l'accomplissement des tâches courantes. Le port prolongé de masques à gaz entraîne des troubles physiologiques et il pourrait s'avérer nécessaire de construire des abris collectifs équipés d'appareils de filtrage et de ventilation pour les populations civiles. La construction et l'entretien de ces abris seraient extrêmement onéreux et feraient peser une lourde charge sur l'économie.

351. Même si des mesures de protection étaient appliquées contre des agents connus, il n'est pas impossible que soient mis au point de nouveaux agents dont les propriétés physiques ou chimiques nécessiteraient la mise au point de nouveaux équipements de protection individuelle et collective. Il pourrait en résulter une charge plus lourde encore pour l'économie.

352. Parmi les mesures défensives, en particulier contre les agents chimiques, figure également la décontamination d'un grand nombre de personnes, du matériel, des armements et autres moyens matériels, opération extrêmement laborieuse et coûteuse. Il faudrait créer des centres de décontamination et former du personnel pour les faire fonctionner. Des stocks de décontaminants et de vêtements de rechange seraient également nécessaires.

353. L'une des tâches essentielles en matière de protection contre les armes chimiques ou bactériologiques (biologiques) serait de déceler très rapidement une attaque et de déterminer l'agent utilisé. Les méthodes devant permettre de le faire rapidement et avec précision ne sont pas encore au point. Une protection spécifique contre des agents bactériologiques (biologiques) supposerait l'emploi de vaccins et, probablement, d'antibiotiques (voir l'annexe IV). L'efficacité des vaccins est variable, même lorsqu'il s'agit d'infections se produisant de façon naturelle, et même les vaccins qui sont extrêmement efficaces dans les

circonstances naturelles peuvent n'assurer aucune protection contre des agents bactériologiques (biologiques) disséminés délibérément dans l'atmosphère et inhalés dans les poumons. Les antibiotiques utilisés à titre prophylactique seraient un moyen de protection possible contre les bactéries et les rickettsies, mais pas contre les virus. Mais l'ampleur et la complexité des problèmes liés à leur emploi dans de vastes populations susciteraient des difficultés presque insurmontables.

354. Il serait extrêmement difficile d'assurer le traitement médical d'une population civile victime d'une attaque par les armes chimiques ou bactériologiques (biologiques). Outre qu'il faudrait organiser des équipes mobiles de spécialistes de maladies infectieuses, de microbiologistes et d'épidémiologistes ayant reçu la formation voulue pour pouvoir faire un diagnostic rapide et donner les premiers soins, un réseau d'hôpitaux de réserve devrait être d'avance mis en place et un stock considérable de médicaments préalablement constitué. Or, il est extrêmement onéreux d'entretenir un stock de produits pharmaceutiques. Un grand nombre de ces produits, notamment les antibiotiques, se détériorent à la longue. Il faudrait donc de temps à autre en mettre au rebut d'énormes quantités, devenues inutilisables, et renouveler périodiquement le stock.

E. — Dépenses sociales

355. L'acquisition, le stockage, le transport et l'expérimentation de munitions chimiques et bactériologiques (biologiques) représenteraient pour l'économie d'un pays un fardeau qui serait fonction de sa capacité industrielle et militaire bien que, comparées aux armes nucléaires et aux armes modernes en général, ces munitions ne paraissent pas très coûteuses. Mais l'organisation et le déploiement à grande échelle d'un armement perfectionné pourraient se révéler désastreux pour l'économie de nombreux pays. De plus, la création d'un arsenal d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) constituerait un danger éventuel pour les populations résidant à proximité d'installations de production, de stockage et d'expérimentation.

356. Des attaques au moyen d'armes chimiques ou bactériologiques (biologiques) pourraient être particulièrement dangereuses dans les villes et les zones fortement peuplées en raison des contacts étroits qui s'y établissent entre les habitants et du fait de la centralisation des services nécessaires pour répondre aux besoins quotidiens et assurer l'approvisionnement de la population (services publics, réseaux de transports urbains, établissements commerciaux, etc). Les conséquences pourraient être aussi particulièrement graves dans les régions au climat chaud et humide, dans les dépressions et dans les régions où le réseau des établissements médicaux est faiblement développé.

357. On a déjà souligné la complexité des problèmes techniques et des questions d'organisation ainsi que l'importance de la charge financière que suppose la mise en place de moyens de protection adé-

quats de la population contre toute attaque par des agents chimiques et bactériologiques (biologiques). Les dépenses entraînées seraient de toute façon énormes. On a estimé que la construction d'un réseau d'abris protecteurs contre les retombées radioactives permettant de ne protéger contre des armes nucléaires qu'une partie de la population d'un grand pays très développé ne coûterait pas moins de 5 à 10 milliards de dollars. De tels abris pourraient être adaptés, moyennant des dépenses supplémentaires modestes, de façon à assurer la protection contre des armes chimiques et bactériologiques (biologiques.) Le coût de la construction d'abris collectifs destinés à protéger une partie de la population contre les seules armes chimiques et bactériologiques (biologiques) serait à peu près le même que le coût de la protection contre des retombées radioactives. Si l'on tient compte de toutes les autres dépenses connexes nécessaires — notamment celles qui ont trait à la détection, au système d'alerte, aux moyens de communication et aux secours médicaux — le coût total d'un système de protection civile contre les agents chimiques et bactériologiques (biologiques) dépasserait 15 à 25 milliards de dollars pour un pays développé de 100 à 200 millions d'habitants. Mais même si un tel programme était envisagé et mis en œuvre, rien ne garantirait qu'une protection complète pourrait être réalisée.

358. En effet, quel qu'en soit le coût, aucun programme de construction d'abris ne peut assurer une protection absolue contre une attaque par des agents chimiques ou bactériologiques (biologiques). Des mesures de protection ne seraient efficaces que si, en cas d'attaque, l'alerte était donnée dans des conditions appropriées et si des plans de défense civile étaient appliqués rapidement et efficacement. Quel que soit le nombre des abris existants, il est probable qu'un grand nombre de personnes serait touché à des degrés divers nécessitant des soins médicaux immédiats. Et, une fois que les hostilités auraient cessé, il pourrait y avoir de nombreux cas de maladie chronique et d'invalidité qui réclameraient une assistance, un traitement et des soins médicaux et feraient peser une lourde charge sur une société déjà désorganisée par la guerre.

359. Il est presque impossible de se faire une idée de la complexité des mesures qui seraient nécessaires pour lutter contre les conséquences d'une attaque bactériologique (biologique). Même en temps de paix, la lutte contre la propagation épidémique, à partir de cas isolés, d'une maladie très contagieuse importée de l'étranger, entraîne des frais énormes et occupe un nombreux personnel médical. Au chapitre II, figurent des exemples des vastes perturbations provoquées par quelques sujets contacts de variole. Il n'existe pas d'estimation du coût réel des opérations menées pour combattre ces épidémies mais, dans certains cas, il a dû atteindre des millions de dollars. Des attaques bactériologiques (biologiques) à grande échelle pourraient donc avoir de larges répercussions sur toute l'économie du pays visé et, comme il est indiqué au chapitre II, selon le type d'agent utilisé, la maladie pourrait bien s'étendre aux pays voisins.

360. Quoi que l'on entreprenne pour tenter de sauver des vies humaines, on ne pourrait pas faire grand-chose pour protéger les cultures, le bétail, les fourrages et les aliments contre une attaque chimique ou bactériologique (biologique). Certains agents chimiques à effet persistant pourraient constituer un danger particulier pour le bétail.

361. L'eau des réservoirs à ciel ouvert pourrait être polluée par des agents chimiques ou bactériologiques (biologiques) à la suite d'une attaque délibérée ou peut-être accidentellement. L'approvisionnement en eau des grandes villes pourrait devenir inutilisable, et les rivières, lacs et cours d'eau pourraient être provisoirement contaminés.

362. D'énormes dommages pourraient être causés à l'économie d'un pays dont les cultures agricoles subiraient une attaque aux herbicides. Par exemple, il suffirait de 10 à 20 grammes de 2,4D par hectare pour détruire complètement une récolte de coton (voir l'annexe V). Il peut en être de même pour les arbres fruitiers, les vignobles et de nombreuses autres plantes. L'action des mélanges de 2,4D, de 2,4,5ST et de picloram est particulièrement forte. Le produit chimique connu sous le nom de paraquat peut pratiquement détruire toutes les plantes annuelles y compris les semis de légumineuses, le riz, le blé et d'autres céréales. Les composés arsénieux dessèchent les feuilles de nombreux végétaux et les rendent impropres à la consommation. A l'heure actuelle, on ne connaît pas de moyen de régénérer certaines des plantes atteintes par des herbicides. Toutefois, l'expérience a montré que, pour certaines espèces, l'ensemencement naturel ou artificiel peut produire aisément une récolte normale pour la saison suivante. En revanche, les arbres fruitiers, la vigne et d'autres plantes, une fois détruits, ne repoussent plus pendant de nombreuses années. Pour des raisons d'ordre avant tout pratique, il serait impossible d'empêcher la destruction de plantes cultivées ayant subi une attaque aux herbicides et, selon la situation du pays touché, il pourrait s'ensuivre une importante famine.

363. Si la maladie induite devait se propager, les armes bactériologiques (biologiques) pourraient atteindre des zones cultivées encore plus étendues, mais les effets sur les cultures touchées seraient moins rapides et plus spécifiques. On trouvera dans l'annexe V des exemples montrant l'importance de la réduction des rendements dans le cas de cultures de blé et de riz atteintes par la rouille et périculariose respectivement. Les urédospores sont aisément transportées par les courants atmosphériques, de sorte que les terres voisines situées sous le vent seraient contaminées par la rouille à une distance considérable et que le volume de la récolte y diminuerait considérablement, tandis que la récolte serait bonne sur les terres situées du côté opposé.

364. Au-delà de tous ces effets possibles des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) sur les animaux domestiques et les cultures, il y a le risque, examiné au chapitre précédent, de bouleversements écologiques étendus résultant de modifications défavorables au niveau de la faune et la flore sauvages.

F. — Les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) et la sécurité militaire et civile

365. Comparer l'efficacité relative des différents types d'armes est un exercice périlleux et souvent futile. La principale difficulté réside dans le fait que, du point de vue militaire, l'efficacité ne peut pas uniquement se mesurer par l'étendue des dévastations ou le nombre des victimes. Le critère final sera toujours de savoir si un objectif militaire particulier a pu être atteint plus facilement par l'emploi de telle catégorie d'armes plutôt que telle autre.

366. Il ressort nettement de ce qui a été dit dans les précédents chapitres du présent rapport que les armes chimiques pourraient être plus efficaces qu'un tonnage équivalent de munitions explosives, lorsqu'elles sont dirigées contre des objectifs à population dense. De même, en ce qui concerne les pertes massives, les armes bactériologiques (biologiques) pourraient, dans certains cas, avoir des effets beaucoup plus dévastateurs que les armes chimiques et ces effets pourraient s'étendre bien au-delà de la zone des opérations militaires.

367. L'une des différences essentielles, du point de vue militaire, entre, d'une part, les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) antipersonnel et, d'autre part, les armes classiques (y compris les armes de faible calibre et toute la gamme des projectiles), c'est que l'on peut davantage prévoir quelle sera la zone où les effets de ces derniers se feront sentir. Certes, il y a des circonstances où un incapacitant provoquerait, pour ce qui est des individus attaqués, moins de ravages qu'un explosif puissant. D'autre part, alors que les forces armées peuvent compter et comptent effectivement sur les armes classiques, aucun pays, comme on l'a déjà noté, ne pourrait confier sa sécurité militaire aux seules armes chimiques et bactériologiques (biologiques). Celles-ci ne sont que l'un des éléments de l'arsenal militaire.

368. Ainsi que les chapitres précédents l'ont également montré, ni l'efficacité ni les effets des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) ne peuvent être prévus de manière certaine. Quelles que soient les raisons d'ordre militaire qui pourraient être invoquées en faveur de leur emploi, et quelle que soit leur nature, agents incapacitants ou agents létaux, il existerait, dès lors qu'on aurait commencé à les employer, un grave danger d'escalade, non seulement en ce qui concerne l'emploi du même type d'arme, mais aussi celui d'autres catégories d'armement. Une guerre chimique et bactériologique (biologique) ouvrirait donc la voie à des hostilités qu'il pourrait devenir difficile et même impossible de contenir, et cela dans une plus large mesure qu'il n'a été le cas au cours de toute guerre précédente. Or, la notion d'hostilités impossibles à contenir est incompatible avec la notion de sécurité militaire.

369. Etant donné que les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) constituent une menace potentielle pour les populations civiles et leur approvisionnement en denrées alimentaires et en eau,

leur emploi est inconciliable avec la sécurité générale, nationale et internationale. De plus, en raison de l'échelle et de l'intensité de leurs effets, elles sont considérées comme des armes de destruction massive. L'existence même de ces armes contribue à la tension internationale sans présenter en contrepartie d'avantages militaires évidents. Elles créent un sentiment d'insécurité non seulement dans les pays qui pourraient être éventuellement des belligérants, mais aussi dans les autres. Des pays neutres pourraient être entraînés dans le conflit par l'emploi des armes chimiques et bactériologiques (biologiques), en particulier ceux dont le territoire est contigu à celui des pays belligérants et dont les garnisons et les populations civiles proches des frontières pourraient subir des pertes du fait des armes chimiques et bactériologiques (biologiques). Il pourrait être particulièrement difficile de limiter au territoire d'un petit pays les effets de certaines armes bactériologiques (biologiques) employées à une grande échelle. Certains agents bactériologiques (biologiques) et chimiques puissants pourraient être utilisés pour des actes de sabotage. Cela pourrait se produire sous forme d'actes isolés, même contre le gré des dirigeants nationaux et des chefs militaires. L'existence permanente et la poursuite de la fabrication, partout, des armes chimiques risquent de rendre cette éventualité plus probable.

370. Tout emploi d'armes chimiques à grande échelle serait évidemment connu du pays attaqué. Il est probable que l'origine de l'attaque serait également connue. En revanche, il serait extrêmement difficile de déceler des actes de sabotage isolés comportant l'emploi d'armes bactériologiques (biologiques), en particulier si l'organisme utilisé comme agent était déjà connu dans le pays attaqué. En raison des soupçons qu'ils feraient naître, les actes de sabotage pourraient ainsi provoquer un conflit et entraîner l'emploi généralisé des armes chimiques et bactériologiques (biologiques).

CONCLUSION

371. Toutes les armes de guerre ont pour effet de détruire la vie humaine, mais les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) constituent une catégorie à part, car il s'agit d'armements dont les effets s'exercent exclusivement sur la matière vivante. L'idée que des armes bactériologiques (biologiques) pourraient être délibérément employées pour disséminer des maladies provoque un sentiment d'effroi. Le fait que certains agents chimiques et bactériologiques (biologiques) pourraient avoir des effets illimités, à la fois dans l'espace et dans le temps, et que leur emploi à grande échelle pourrait probablement avoir des effets délétères et irréversibles sur l'équilibre de la nature contribue à renforcer le sentiment d'insécurité et de tension dû à l'existence de ce type d'armes. Ces considérations situent ces armes dans une catégorie à part du point de vue de la course aux armements.

372. La présente étude a montré que les possibilités de création d'un arsenal d'armes chimiques et bactériologiques (biologiques) s'étaient considérablement accrues au cours des récentes années, aussi bien en ce qui concerne le nombre des agents que leur toxicité et la diversité de leurs effets. D'un côté, des agents chimiques existent et sont actuellement mis au point aux fins d'utilisation dans la lutte contre les désordres civils; d'autres ont été réalisés pour accroître la productivité de l'agriculture. Mais même s'il est vrai que ces substances sont moins toxiques que la plupart des autres agents chimiques, leur utilisation inconsidérée à des fins civiles ou leur emploi à des fins militaires pourraient se révéler très dangereux. D'un autre côté, certains agents chimiques potentiels susceptibles d'être utilisés comme armes sont parmi les plus létaux des poisons connus. Dans certains cas, il serait possible de limiter strictement la zone sur laquelle certains d'entre eux pourraient exercer leurs effets. Dans d'autres cas, les effets de quelques armes chimiques et bactériologiques (biologiques) risqueraient de s'étendre bien au-delà de la zone visée. Nul ne pourrait prédire pendant combien de temps les effets de certains agents, en particulier des armes bactériologiques (biologiques), pourraient persister et se propager et quelles modifications ils pourraient entraîner.

373. Au demeurant, les armes chimiques et bactériologiques (biologiques) ne sont pas un produit de remplacement bon marché pouvant se substituer à d'autres types d'armes. Elles représentent une source de dépenses supplémentaires pour les pays qui les mettent au point, les fabriquent et les stockent. Certes, le coût ne peut être évalué avec précision; il dépendrait du potentiel industriel du pays considéré. Pour

certains pays, ces dépenses pourraient être supportables; pour d'autres, elles auraient un effet paralysant, en particulier, comme il a déjà été noté, si l'on tient compte des ressources qu'il faudrait consacrer à la mise au point de systèmes d'essais et de vecteurs. De plus, aucun système de protection, même les pays les plus riches du monde et quel qu'en soit le coût, ne serait complètement sûr.

374. Comme les effets des armes chimiques et bactériologiques (biologiques) sont imprévisibles, à des degrés divers, aussi bien du point de vue de leur ampleur que de leur durée, et qu'aucune protection sûre ne peut être envisagée contre ces effets, l'élimination universelle de ces armes ne porterait préjudice à la sécurité d'aucun pays. Une fois qu'une arme chimique ou bactériologique (biologique) quelconque aurait été employée dans un conflit militaire, il y aurait un risque grave d'intensification de ce conflit, que l'on ait recours à des armes plus dangereuses de la même catégorie ou à d'autres armes d'extermination massive. Bref, la constitution d'un arsenal chimique ou bactériologique (biologique) et d'un système de défense contre les armes de cette nature implique pour l'économie de lourdes charges qui ne sont pas nécessairement compensées par un avantage correspondant du point de vue de la sécurité. En même temps, il en résulte, pour l'avenir, une menace nouvelle et permanente contre la sécurité internationale.

375. La conclusion générale du présent rapport peut donc se résumer en quelques lignes. Si ces armes étaient un jour employées à grande échelle dans un conflit militaire, nul ne pourrait prédire pendant combien de temps leurs effets persisteraient et dans quelle mesure ils affecteraient la structure de la société et le milieu dans lequel nous vivons. Ce danger primordial concerne aussi bien le pays qui aurait pris l'initiative d'employer ces armes que celui qui aurait été attaqué, indépendamment des mesures de protection qui auraient pu être prises parallèlement à la création d'une force offensive. Un danger particulier tient au fait qu'un pays quelconque pourrait se donner lui-même ou acquérir d'une manière ou d'une autre les moyens de mener ce type de conflit, bien qu'une telle entreprise puisse se révéler coûteuse. Le danger de la prolifération de cette catégorie d'armes concerne tout autant les pays en voie de développement que les pays plus développés.

376. La course aux armements serait certainement ralentie si la fabrication de ces armes était efficacement et inconditionnellement interdite. Leur emploi, qui pourrait causer d'énormes pertes en vies humaines, a déjà été condamné et interdit par des accords internationaux, en particulier par le Protocole de Genève de 1925 et, plus récemment, dans diverses résolutions de l'Assemblée générale des Nations Unies. Les perspectives d'un désarmement général et complet sous contrôle international efficace, et par conséquent les perspectives de paix dans le monde entier seraient notablement améliorées s'il était mis fin à la mise au point, à la fabrication et au stockage d'agents chimiques et bactériologiques (biologiques) destinés à des fins militaires et si ces agents étaient éliminés de tous les arsenaux militaires.

377. Si cela devait se produire, il en résulterait une réduction générale de la tension internationale et de la peur dans le monde. L'espoir des auteurs est que le présent rapport contribuera à faire prendre conscience à l'opinion publique des conséquences très dangereuses de l'emploi de ces armes, et qu'une fois alertée, elle exigera et obtiendra l'assurance que les gouvernements s'emploient à éliminer effectivement et le plus rapidement possible les armes chimiques et bactériologiques (biologiques).

Annexe I

SYSTEMES D'ALERTE RAPIDES EN CAS D'ATTAQUE AERIENNE PAR AGENTS BACTERIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES)

Un système automatique idéal pour donner immédiatement l'alerte en cas d'attaque par agents bactériologiques (biologiques) comprendrait les éléments suivants :

- a) Un dispositif pour recueillir d'importants volumes d'air et concentrer les particules obtenues sous un faible volume de liquide ou sur une petite surface ;
- b) Un dispositif pour quantifier et identifier l'échantillon recueilli ;
- c) Un mécanisme pour évaluer les résultats et donner l'alerte en cas de besoin.

Il est extrêmement difficile de recueillir et d'identifier les agents bactériologiques (biologiques) et pour donner l'alerte à temps pour que les mesures de protection puissent être prises. Il en est ainsi, d'abord, parce que l'identification des agents prend généralement du temps et, ensuite, parce que des quantités importantes et fluctuantes de bactéries et d'autres éléments organiques existent en tout temps dans l'atmosphère. Ainsi, si l'on recueillait des éléments pathogènes dans un nuage lâché par un agresseur il faudrait non seulement que le dispositif détermine si la quantité recueillie est sensiblement supérieure à celle qui pourrait exister normalement mais également la nature de l'agent ou du moins si, dans la concentration de l'échantillon, il est très dangereux pour l'homme.

Actuellement, il existe des dispositifs d'alerte qui sont sensibles mais qui ne sont pas aussi spécifiques que celui qui vient d'être décrit et qui, malheureusement, donneraient un nombre inacceptable de fausses alertes. D'autres sont à l'étude où l'on essaie de combiner une réaction rapide et une haute spécificité, mais il n'y en a pas encore au stade de la production. Les recherches sur cet important problème se poursuivent et certaines des méthodes et techniques utilisées à cette fin sont énumérées ci-dessous.

Classification des méthodes automatiques de biodétection^a

<i>Type</i>	<i>Méthode suggérée</i>
Détection des particules physiques	Grossissement Diffusion de la lumière Déplacement des volumes
Principaux composants biochimiques	Détection des antigènes par marquage fluorescent Teinture et coloration Bioluminescence et fluorescence Activité optique Détection des produits de pyrolyse Détection de l'acide adénosinetriphosphorique Protéines, acides nucléiques, etc.

Annexe I (suite)

Classification des méthodes automatiques de biodétection^a (suite)

Type	Méthode suggérée
Activités biologiques	Croissance (croissance et multiplication de la cellule) Evolution du CO ₂ Activité des phosphatases Changement du substrat (échange pH, Eh, O ₂) Effets pathogènes

^a Adaptée de V. W. Grecne : "Biodetecting and Monitoring Instruments Open New Doors for Environmental Understanding", *Environmental Science Technology*, février 1968, p. 104-112.

Annexe II

PROPRIETES CHIMIQUES, FORMULATIONS ET TOXICITES DES AGENTS CHIMIQUES LETAUX

(Extrait de renseignements communiqués par l'Organisation mondiale de la santé)

1	Sarin	VX	Acide cyanhydrique	Chlorure de cyanogène	Phosgène	Ypérite	Toxine botulique A
2	Agent létal (neurotoxique)	Agent létal (neurotoxique)	Agent létal (toxique du sang)	Agent létal (toxique du sang)	Agent létal (irritant pulmonaire)	Agent létal (vésicant)	Agent létal
3	100%	1 à 5%	100%	6 à 7%	Hydrolysé	0,05%	Soluble
4	12 100 mg/m ³	3 à 16 mg/m ³	873 000 mg/m ³	3 300 000 mg/m ³	6 370 000 mg/m ³	630 mg/m ³	Négligeable
5 a)	Liquide	Liquide	Liquide	Solide	Liquide	Solide	Solide
b)	Liquide	Liquide	Liquide	Vapeur	Vapeur	Liquide	Solide
6 a)	15 mn à 1 heure	1 à 12 heures	Quelques minutes	Quelques minutes	Quelques minutes	12 à 48 heures	—
b)	15 mn à 4 heures	3 à 21 jours	Quelques minutes	Quelques minutes	Quelques minutes	2 à 7 jours	—
c)	1 à 2 jours	1 à 16 semaines	1 à 4 heures	15 mn à 4 heures	15 mn à 1 heure	2 à 8 semaines	—
7	>5 mg-mn/m ³	>0,5 mg-mn/m ³	>2 000 mg-mn/m ³	>7 000 mg-mn/m ³	>1 600 mg-mn/m ³	>100 mg-mn/m ³	0,001 mg (voie orale)
8	100 mg-mn/m ³	10 mg-mn/m ³	5 000 mg-mn/m ³	11 000 mg-mn/m ³	3 200 mg-mn/m ³	1 500 mg-mn/m ³	0,02 mg-mn/m ³
9	1 500 mg/homme	6 mg/homme	—	—	—	4 500 mg/homme	—

a Une goutte d'ypérite pesant quelques milligrammes peu produire une vésication grave qui peut être incapacitante si elle gêne l'activité normale de l'individu.

après évaporation) à prévoir du fait de la contamination du sol : a) température 10 °C, temps pluvieux, vent modéré; b) température 15 °C, temps ensoleillé, brise légère; c) température — 10 °C, temps ensoleillé, absence de vent, enneigement.

Légende :

1. Nom vulgaire.
2. Classement militaire.
3. Solubilité approximative dans l'eau à 20 °C.
4. Volatilité à 20 °C.
5. Etat physique : a) à — 10 °C, b) à 20 °C.
6. Durée approximative du danger (contact ou présence dans l'air importants).
7. Cf causant des pertes (effets létaux ou effets incapacitants importants).
8. Cf L₅₀ estimatif pour les voies respiratoires de l'homme (pour une activité moyenne de l'individu, soit un rythme respiratoire d'environ 15 litres par minute).
9. Toxicité percutanée estimative chez l'homme.

Annexe III

LACRIMOGENES ET IRRITANTS

Pour définir les effets des lacrymogènes, on utilise les trois paramètres suivants :

Le *seuil d'irritation*, concentration de la substance dans l'atmosphère (en mg par m³) qui cause l'irritation en une minute d'exposition ;

La *limite de tolérance*, concentration maximum dans l'atmosphère (en mg par m³) qu'un sujet témoin peut tolérer lorsqu'il y est exposé pendant une minute ;

L'*indice de létalité*, valeur du Ct (produit de la concentration dans l'air [en mg par m³] par la durée d'exposition exprimée en minutes) qui entraîne la mort. Les données relatives aux différents lacrymogènes sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Les données figurant dans la colonne "Indice de létalité" proviennent d'expériences effectuées sur des animaux de diverses espèces.

<i>Lacrymogène</i>	<i>Seuil d'irritation (mg/m³)</i>	<i>Limite de tolérance (mg/m³)</i>	<i>Indice de létalité (mg·mn/m³)</i>
Adamsite (DM)	0,1	2-5	15 000-30 000
Bromacétate d'éthyle	5	5-50	25 000
Bromacétone	1,5	10	30 000
<i>ω</i> -Chloracétophénone (CN)	0,3-1,5	5-15	8 500-25 000
O-Chlorbenzylidène malononitrile (CS)	0,05-0,1	1-5	40 000-75 000

Annexe IV
**CERTAINS AGENTS BIOLOGIQUES QUI PEUVENT ETRE UTILISES
 CONTRE L'HOMME**

Maladies	Coefficient d'infection*	Transmissibilité	Période d'incubation	Durée de la maladie	Mortalité	Thérapie antibiotique	Vaccinations
Viroses :							
Fièvre chikungunya	Probablement élevé	Nulle	2 à 6 jours	2 semaines à quelques mois	Très faible (< 1%)	Aucune	Aucune
Dengue	Élevé	Nulle	5 à 8 jours	Quelques jours à plusieurs semaines	Très faible (< 1%)	Aucune	Aucune
Encéphalite équine de l'est des Etats-Unis	Élevé	Nulle	5 à 15 jours	1 à 3 semaines	Élevée (> 60%)	Aucune	En cours de mise au point
Encéphalite transmise par les tiques	Élevé	Nulle	1 à 2 semaines	1 semaine à quelques mois	Variable jusqu'à 30%	Aucune	En cours de mise au point
Encéphalite équine du Venezuela	Élevé	Nulle	2 à 5 jours	3 à 10 jours	Faible (< 1%)	Aucune	En cours de mise au point
Grippe	Élevé	Élevée	1 à 3 jours	3 à 10 jours	Généralement faible, sauf complications	Aucune	Disponible
Fièvre jaune	Élevé	Nulle	3 à 6 jours	1 à 2 semaines	Élevée (jusqu'à 40%)	Aucune	Disponible
Variole	Élevé	Élevée	7 à 16 jours	12 à 24 jours	Variable, mais généralement élevée (jusqu'à 30%)	Aucune	Disponible
Rickettsies :							
Fièvre	Élevé	Nulle ou négligeable	10 à 21 jours (parfois moins)	1 à 3 semaines	Faible (généralement < 1%)	Efficace	En cours de mise au point
Psittacose	Élevé	Modérément élevée	4 à 15 jours	1 à plusieurs semaines	Modérément élevée	Efficace	Aucune
Fièvre pourprée des montagnes Rocheuses	Élevé	Nulle	3 à 10 jours	2 semaines à plusieurs mois	Généralement élevée (jusqu'à 80%)	Efficace	En cours de mise au point
Typhus épidémique	Élevé	Nulle	6 à 15 jours	Quelques semaines à quelques mois	Variable, mais généralement élevé (jusqu'à 70%)	Efficace	Disponible

Annexe IV (suite)

Maladies	Coefficient d'infection ^a	Transmissibilité	Période d'incubation	Durée de la maladie ^c	Mortalité	Thérapie antibiotique	Vaccination ^d
<i>Bactéries :</i> Charbon monnaie)	Modérément élevé	Négligeable	1 à 5 jours	3 à 5 jours	Presque toujours mortelle	Efficace si dispensée rapidement	Disponible
Brucellose	Élevé	Nulle	1 à 3 semaines	Plusieurs semaines à plusieurs mois	Faible (< 5%)	Modérément efficace	En cours de mise au point
Choléra	Faible	Élevée	1 à 5 jours	1 à plusieurs semaines	Généralement élevée (jusqu'à 80%)	Modérément efficace	Disponible
Morve	Élevé	Nulle	2 à 14 jours	4 à 6 semaines	Presque toujours mortelle	Peu efficace	Aucune
Méiiodose	Élevé	Nulle	1 à 5 jours	4 à 20 jours	Presque toujours mortelle	Modérément efficace	Aucune
Peste pulmonaire	Élevé	Élevée	2 à 5 jours	1 à 2 jours	Presque toujours mortelle	Modérément efficace si dispensée rapidement	Disponible
Tularémie	Élevé	Négligeable	1 à 10 jours	2 à plusieurs semaines	Généralement faible, parfois élevée (jusqu'à 60%)	Efficace	Disponible
Typhoïde	Modérément élevé	Modérément élevée	1 à 3 semaines	Quelques semaines à plusieurs semaines	Modérément élevée (jusqu'à 10%)	Modérément efficace	Disponible
Dysenterie	Élevé	Élevée	1 à 3 jours	Quelques jours à quelques semaines	Faible à modérément élevée selon la souche	Efficace	Aucune
<i>Mycoses :</i> Coccidioïdomycose	Élevé	Nulle	1 à 3 semaines	Quelques semaines à quelques mois	Faible	Aucune	Aucune

^a Coefficient d'infection : Indique la virulence du parasite qui pénètre dans l'organisme hôte et s'y multiplie, quelles que soient les manifestations cliniques de la maladie. En fait, il existe plusieurs agents qui peuvent infecter la plus grande partie de la population exposée sans qu'il se manifeste de symptômes cliniques.

^b Transmissibilité : Il s'agit de la transmission directe d'une personne à l'autre sans l'intervention d'un vecteur arthropode.

^c Les chiffres des colonnes *période d'incubation*, *durée de la maladie* et *mortalité* reposent sur des données épidémiologiques. Ils varient, en fonction

des variations de la virulence et de la dose de l'agent infectieux, de la résistance de l'hôte et de nombreux autres facteurs. Il est à noter aussi que, si les agents en question étaient délibérément répandus en concentrations massives en tant qu'agents utilisés dans la guerre, les périodes d'incubation pourraient être plus courtes et les symptômes qui en résulteraient plus graves. La *mortalité* s'entend du rapport entre le nombre des *cas de maladie* (et non pas celui des personnes infectées) et le nombre des *morts* si aucun traitement n'est dispensé.

^d La mention de l'existence de vaccins ne constitue pas une indication de leur degré d'efficacité.

Annexe V

PERTES QUI RESULTERAIENT, DU POINT DE VUE ECONOMIQUE, DE L'UTILISATION EVENTUELLE D'ARMES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES) CONTRE LES RECOLTES

Tableau 1

PERTES QUI POURRAIENT RESULTER, DU POINT DE VUE ECONOMIQUE, DE L'UTILISATION D'ARMES CHIMIQUES, DU FAIT DE LA DESTRUCTION DE PLANTES CULTIVEES (PAR HECTARE DE TERRE)

<i>Type de plante cultivée</i>	<i>Récolte moyenne (en tonnes par hectare)</i>	<i>Prix de la tonne (en dollars des Etats-Unis)</i>	<i>Montant total des pertes par hectare (en dollars des Etats-Unis)</i>
Coton	3	600	1 800
Riz	5	84	420
Blé	3	69	207
Pommiers	30	140 ^a	8 400 ^a

^a Aucune récolte de pommes pendant deux ans.

Tableau 2

PERTES QUI POURRAIENT RESULTER, DU POINT DE VUE ECONOMIQUE, DE L'UTILISATION D'ARMES BACTERIOLOGIQUES (BIOLOGIQUES) CONTRE LES RECOLTES

<i>Plante</i>	<i>Type d'agent</i>	<i>Pertes</i>		<i>Pertes par hectare (en dollars des Etats-Unis)</i>
		<i>Pourcentage</i>	<i>Tonnes par hectare</i>	
Blé	Rouille des céréales (<i>Puccinia graminis</i>) ...	80	24	165
Riz	Periculariose du riz (<i>Pericularia orizae</i>) ...	70	35	204

Annexe VI

PROTOCOLE CONCERNANT LA PROHIBITION D'EMPLOI A LA GUERRE DE GAZ ASPHYXIANTS, TOXIQUES OU SIMILAIRES ET DE MOYENS BACTERIOLOGIQUES, SIGNE A GENEVE, LE 17 JUIN 1925

Les plénipotentiaires soussignés, au nom de leurs gouvernements respectifs :

CONSIDÉRANT que l'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires, ainsi que de tous liquides, matières ou procédés analogues, a été à juste titre condamné par l'opinion générale du monde civilisé ;

CONSIDÉRANT que l'interdiction de cet emploi a été formulée dans des traités auxquels sont Parties la plupart des puissances du monde ;

Dans le dessein de faire universellement reconnaître comme incorporée au droit international cette interdiction, qui s'impose également à la conscience et à la pratique des nations,

DÉCLARENT :

Que les Hautes Parties contractantes, en tant qu'elles ne sont pas déjà parties à des traités prohibant cet emploi, reconnaissent cette interdiction, acceptent d'étendre cette interdiction d'emploi aux moyens de guerre bactériologiques et conviennent de se considérer comme liées entre elles aux termes de cette déclaration.

Les Hautes Parties contractantes feront tous leurs efforts pour amener les autres Etats à adhérer au présent protocole. Cette adhésion sera notifiée au Gouvernement de la République française et, par celui-ci, à toutes les Puissances signataires et adhérentes. Elle prendra effet à dater du jour de la notification faite par le Gouvernement de la République française.

Le présent protocole, dont les textes français et anglais feront foi, sera ratifié le plus tôt possible. Il portera la date de ce jour.

Les ratifications du présent protocole seront adressées au Gouvernement de la République française, qui en notifiera le dépôt à chacune des Puissances signataires ou adhérentes.

Les instruments de ratification ou d'adhésion resteront déposés dans les archives du Gouvernement de la République française.

Le présent protocole entrera en vigueur pour chaque Puissance signataire à dater du dépôt de sa ratification et, dès ce moment, cette Puissance sera liée vis-à-vis des autres Puissances ayant déjà procédé au dépôt de leurs ratifications.

EN FOI DE QUOI les plénipotentiaires ont signé le présent protocole.

FAIT à Genève, en un seul exemplaire, le dix-sept juin mil neuf cent vingt-cinq.

Annexe VII

RESOLUTION 2162 B (XXI) DE L'ASSEMBLEE GENERALE

L'Assemblée générale,

Guidée par les principes de la Charte des Nations Unies et du droit international,

Considérant que les armes de destruction massive constituent un danger pour l'humanité tout entière et sont incompatibles avec les normes reconnues de civilisation,

Affirmant qu'il y a intérêt, pour sauvegarder ces normes de civilisation, à observer strictement les règles du droit international touchant la conduite de la guerre,

Rappelant que le Protocole de Genève concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques, en date du 17 juin 1925, a été signé et adopté et est reconnu par de nombreux Etats,

Notant que la Conférence du Comité des dix-huit puissances sur le désarmement a pour tâche de rechercher un accord en vue de la cessation de la mise au point et de la production des armes chimiques et bactériologiques et d'autres armes de destruction massive, et de l'élimination de toutes ces armes des arsenaux nationaux, comme le préconisent les avant-projets sur le désarmement général et complet dont la Conférence est actuellement saisie,

1. *Invoite* tous les Etats à se conformer strictement aux principes et objectifs du Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques, signé à Genève le 17 juin 1925, et condamne tout acte contraire à ces objectifs;

2. *Invoite* tous les Etats à adhérer au Protocole de Genève du 17 juin 1925.

*1484ème séance plénière,
5 décembre 1966*

RESOLUTION 2454 A (XXIII) DE L'ASSEMBLEE GENERALE

L'Assemblée générale,

Réaffirmant les recommandations contenues dans sa résolution 2162 B (XXI) du 5 décembre 1966, par laquelle elle a invité tous les Etats à se conformer strictement aux principes et objectifs du Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques, signé à Genève le 17 juin 1925, condamné tout acte contraire à ces objectifs et invité tous les Etats à adhérer à ce Protocole,

Considérant que l'éventualité de l'emploi d'armes chimiques ou bactériologiques constitue une grave menace pour l'humanité,

Persuadée que les peuples du monde doivent être rendus conscients des conséquences de l'emploi d'armes chimiques ou bactériologiques,

Ayant examiné le rapport de la Conférence du Comité des dix-huit puissances sur le désarmement, qui a recommandé que le Secrétaire général désigne un groupe d'experts chargé d'étudier les effets de l'emploi éventuel de telles armes,

Notant l'intérêt que de nombreux gouvernements ont manifesté pour l'idée d'un rapport sur divers aspects du problème des armes chimiques ou bactériologiques et autres armes biologiques et l'accueil favorable réservé à la recommandation de la Conférence du Comité des dix-huit puissances sur le désarmement par le Secrétaire général dans l'introduction à son rapport annuel sur l'activité de l'Organisation, présenté à l'Assemblée générale lors de sa vingt-troisième session,

Persuadée qu'une telle étude serait une précieuse contribution à l'examen par la Conférence du Comité des dix-huit puissances sur le désarmement des problèmes liés aux armes chimiques et bactériologiques,

Rappelant la valeur du rapport du Secrétaire général sur les effets de l'emploi éventuel d'armes nucléaires,

1. *Prie* le Secrétaire général d'établir un rapport concis, conformément à la proposition figurant au paragraphe 32 de l'introduction à son rapport annuel sur l'activité de l'Organisation, présenté à l'Assemblée générale lors de sa vingt-troisième session, et conformément à la recommandation formulée par la Conférence du Comité des dix-huit puissances sur le désarmement au paragraphe 26 de son rapport;

2. *Recommande* que ce rapport soit fondé sur des renseignements accessibles et établi avec le concours d'experts consultants qualifiés désignés par le Secrétaire général, compte tenu des vues exprimées et des suggestions formulées pendant la discussion de cette question à la vingt-troisième session de l'Assemblée générale;

3. *Invite* les gouvernements ainsi que les institutions et organisations scientifiques nationales et internationales à coopérer avec le Secrétaire général pour l'établissement de ce rapport;

4. *Demande* que ce rapport soit communiqué à la Conférence du Comité des dix-huit puissances sur le désarmement, au Conseil de sécurité et à l'Assemblée générale à une date rapprochée, si possible avant le 1^{er} juillet 1969, et aux gou-

vernements des Etats Membres en temps voulu pour que le rapport puisse être examiné à la vingt-quatrième session de l'Assemblée générale;

5. *Recommande* aux gouvernements de donner une large diffusion à ce rapport dans leurs langues respectives, en utilisant les moyens de communication à leur disposition, de manière à en faire connaître la teneur au public;

6. *Invite de nouveau* tous les Etats à se conformer strictement aux principes et objectifs du Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques, signé à Genève le 17 juin 1925, et invite tous les Etats à y adhérer.

*1750ème séance plénière,
20 décembre 1968*

BIBLIOGRAPHIE

- Baroian, O. V. Очерки по мировому распространению важнейших заразных болезней человека: заболеваемость в зарубежных странах. Москва: Медицина, 1967. Изд. 2 перер. и доп.
- Brown, F.J. *Chemical Warfare: Study in Restraints*. Princeton, New Jersey; Princeton University Press, 1968.
- Bruner, D.W. and Gillespie, H. *Hagan's Infectious Diseases of Domestic Animals*. Ithaca, New York; Comstock Publishing Association. 5th Edition.
- Clarke, R. *The Silent Weapons*. New York; McKay, 1968.
- Davis, B.D., Dulbecco, R., Eisen, H.N., Ginsberg, H.S. and Wood, W.B., Jr. *Microbiology*. New York; Harper and Row, 1967.
- Dubos, R.J. and Hirsh, J.G. *Bacterial and Mycotic Infections of Man*. Philadelphia; Lippincott. 1965. 4th Edition.
- Farrow, Edward S. *Gas Warfare*. New York; E.P. Dutton and Co., Inc., 1920.
- Fothergill, L.D. "The Biological Warfare Threat". *Nonmilitary Defense: Chemical and Biological Defenses in Perspective*. Advances in Chemistry Series 26. Washington D.C., American Chemical Society, 1960, p. 23-33.
- Fothergill, L.D. "Biological Warfare: Nature and Consequences", *Texas State Journal of Medicine*, volume 60, 1964, p. 8-14.
- Fox, Major L.A. "Bacterial Warfare: The Use of Biological Agents in Warfare", *The Military Surgeon*, volume 72, No. 3, 1933, p. 189-207.
- Franke, S. "Lehrbuch der Militarchemie", *Deutsche Militar Verlag*. Volume 1, 1967.
- Fries, Amos A. and West, Clarence J. *Chemical Warfare*. New York; McGraw-Hill Book Co., 1921.
- Geiger, R. *Das Klima der Bodennahen Luftschicht*. Brunswick; Frederich Viewey und Sohn, 1961.
- Green, H.L. and Lane, W.R. *Particulate Clouds: Dusts, Smokes and Mists*. Londres: E. and F.N. Sporn, 1964.
- Gregory, P.H. and Monteith, J.L. *Airborne Microbes*. Londres; Cambridge University Press, 1967.
- Hatch, T.F. and Gross, P. *Pulmonary Deposition and Retention of Inhaled Aerosols*. New York et Londres; Academic Press, 1964.
- Hedén, C.G. "Defences Against Biological Warfare", *Annual Review of Microbiology*, volume 21, 1967, p. 639-676.
- Hedén, C.G. "The Infectious Dust Cloud" Nigel Calder, ed., *Unless Peace Comes; A Scientific Forecast of New Weapons*. New York; The Viking Press, 1968.
- Hersh, S.M. *Chemical and Biological Warfare: America's Hidden Arsenal*. New York; Bobbs-Merrill, 1968.
- Hilleman, M.R. "Toward Control of Viral Infections in Man", *Science*, volume 167, 1969, p. 3879.

- Horsfall, F.L., Jr. and Tamm, I. *Viral and Rickettsial Infections of Man*. Lippincott, Philadelphia, 1965, 4th Edition.
- Horsfall, J.G. and Dimond, A.E. [Editors]. *Plant Pathology: An Advanced Treatise*. New York; Academic Press, 1959 and 1960, 3 volumes.
- Hull, T. G. *Diseases Transmitted from Animals to Man*. Springfield, Illinois; C.C. Thomas, 1963, 5th Edition.
- Jackson, S. et al. *BC Warfare Agents*. Stockholm; Research Institute of National Defence, 1969.
- Jacobs, Morris B. *War Gases*. New York; Interscience Publishers, Inc., 1942.
- Lepper, M.H. and Wolfe, E.K. [Editors] "Second International Conference on Aerobiology (Airborne Infection)", *Bacteriological Reviews*, volume 30, No. 3, 1966, p. 487-698.
- Liddell Hart, B.H. *The Real War, 1914-1918*. Boston; Little, Brown and Co., 1931.
- Lohs, K. *Synthetische Gifte*. Berlin; Verlag des Ministeriums für Nationale Verteidigung, 1958. 2d Edition, 1963.
- Lury, W.P. "The Climate of Cities", *Scientific American*, No. 217, Aug. 1967.
- McDermott, W., ed., "Conference on Airborne Infection", *Bacteriological Reviews*, volume 25, No. 3, 1961, p. 173-382.
- Matunovic, Co. N. *Biological Agents in War*. Belgrade; Military Publishing Bureau of the Yugoslav People's Army, 1958. (Translated by the U.S. Joint Publications Research Service 1118-N.)
- Meteorology and Atomic Energy*. Washington, D.C.; US Atomic Energy Commission, July 1955.
- Mc'nikov, N. N. *Химия пестицидов*. Москва, Химия, 1968.
- Moulton, F.R. [Editor] 1942. *Aerobiology*. Washington, D.C.; American Association for the Advancement of Science, 1942, Publication No. 17.
- Nonmilitary Defense. Chemical and Biological Defenses in Perspective*. Washington, D.C.; American Chemical Society. 1960, Advances in Chemistry Series No. 26.
- Prentiss, A.M. *Chemicals in War*. New York; McGraw-Hill Book Co., Inc., 1937.
- Rose, S. [Editor]. *CBW: Chemical and Biological Warfare*. Boston; Beacon Press, 1969.
- Rosebury, T. *Experimental Airborne Infection*. Baltimore; Williams and Wilkins, 1947.
- Rosebury, T. *Peace or Pestilence*. New York; McGraw-Hill, 1949.
- Rosebury, T. and Kabat, E.A. "Bacterial Warfare", *Journal of Immunology*, volume 56, 1947, p. 7-96.
- Rosicky, B., "Natural Foci of Diseases", In: A. Cockburn [Editor] *Infectious Diseases*. Springfield, Ill.; C. Thomas, 1967.
- Rothschild, J.H. *Tomorrow's Weapons*. New York; McGraw-Hill, 1964.
- Sartori, Mario. *The War Gases*. New York; D. Van Nostrand Company, Inc., 1939.
- Sörbo, B. "Tear gases and tear gas weapons". *Läkartidningen*, volume 66, 1969, p. 448.
- Vedder, E.B. *The Medical Aspects of Chemical Warfare*. Baltimore, Md.; Williams and Wilkins Co., 1925.
- Waitt, A. H. *Gas Warfare*. New York; Duell, Sloan and Pearce, 1944.
- World Health Organization. *Air Pollution*, Monograph Series. Genève; 1961.

HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre librairie ou adressez-vous à: Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.