



ASSEMBLEE PARLEMENTAIRE DE L'OTAN

COMMISSION DES SCIENCES ET DES TECHNOLOGIES (STC)

Sous-commission sur les
tendances technologiques et la
sécurité (STCTTS)

MENACES BIOLOGIQUES : PROGRÈS TECHNOLOGIQUES ET SPECTRE DU BIOTERRORISME POUR L'APRÈS-COVID-19

Rapport

Sven CLEMENT (Luxembourg)
Rapporteur *ad interim*

TABLE DES MATIÈRES

SYNTHÈSE

I.	INTRODUCTION	1
II.	LES ARMES BIOLOGIQUES – ÉTAT DES LIEUX	1
III.	LES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES – UNE AUBAINE ET UN FLÉAU	4
IV.	LE SPECTRE DU BIOTERRORISME	8
V.	LES AVANCÉES DE LA BIOTECHNOLOGIE ET DE LA MAÎTRISE DES ARMEMENTS.....	11
VI.	LES ARMES BIOLOGIQUES ET LE RÔLE DE L'OTAN DANS LA DÉFENSE BIOLOGIQUE	13
VII.	CONCLUSIONS	16
	BIBLIOGRAPHIE.....	18

SYNTHÈSE

La pandémie de Covid-19 qui sévit actuellement a mis au jour la vulnérabilité du monde face aux menaces biologiques et a éveillé des craintes que des attaques biologiques puissent être commises délibérément. Ce rapport examine l'éventail des possibilités offertes par la biotechnologie comme par d'autres technologies émergentes et de rupture, ainsi que les principaux défis que représentent les armes biologiques. Il fournit une vue d'ensemble des menaces qui pèsent actuellement sur nos pays.

Les récents progrès scientifiques accomplis dans le domaine des biotechnologies sont très encourageants au regard de la lutte contre les menaces biologiques d'origine anthropique ou naturelle (liées à une pandémie). Le problème est qu'ils facilitent aussi le développement d'armes biologiques de plus en plus perfectionnées, notamment en raison de la convergence entre la biotechnologie et d'autres technologies émergentes et de rupture (TE/TR). À cet égard, le présent document évalue le risque en matière de bioterrorisme et les probabilités que la capacité d'élaborer des armes biologiques ne tombe entre les mains d'acteurs non étatiques comme des groupes terroristes. Il présente également les activités engagées par l'OTAN et ses pays membres pour améliorer leur résilience et leur niveau de préparation dans tous les domaines de la défense biologique. Enfin, ce rapport décrit le cadre international de maîtrise des armements applicable aux armes biologiques, met en évidence les lacunes de la Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques ou à toxines et sur leur destruction (CABT) et propose différentes options pour la renforcer.

Ce rapport tire plusieurs conclusions mettant en lumière le rôle que peuvent jouer les parlementaires des pays de l'OTAN pour atténuer les risques encourus par les Alliés sur le plan de la défense biologique. Il y est notamment question de sensibilisation accrue à la nécessité de prendre des mesures énergiques en matière de défense biologique, de contribution à la consolidation de la CABT et des encouragements à apporter aux autorités nationales de sorte que leurs politiques et leurs capacités permettent d'affronter les menaces biologiques actuelles et futures. Le rapporteur revient aussi sur la contribution vitale des forces armées au regard des menaces biologiques, et insiste sur la nécessité de ne pas réduire les dépenses de défense, mais bien au contraire, de mieux financer et renforcer les capacités de défense biologique.

I. INTRODUCTION

1. La pandémie de Covid-19 qui sévit actuellement a mis au jour la vulnérabilité du monde aux menaces biologiques. En juillet 2021, on comptait au total 187 millions de cas confirmés et plus de 4 millions de morts à l'échelle mondiale (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, 2021). Les bouleversements de grande ampleur causés par cette pandémie mettent en péril la capacité des gouvernements nationaux, des autorités de santé publique, des services médicaux et des organisations internationales à réagir efficacement.

2. Les progrès rapides accomplis dans la biotechnologie et les domaines scientifiques connexes sont fondamentaux pour atténuer l'impact de la crise de la Covid-19. De plus, selon les tendances scientifiques et technologiques pour 2020-2040 (*Science & Technology Trends: 2020-2040*) présentées par l'Organisation OTAN pour la science et la technologie (STO), la biotechnologie et d'autres technologies émergentes et de rupture pourraient acquérir de plus en plus d'importance au cours des 20 prochaines années (OTAN STO, 2020). Cela dit, si les progrès technologiques sont très encourageants au regard de la lutte contre les menaces biologiques, l'éventuelle utilisation des nouvelles technologies à des fins malveillantes demeure un sujet de préoccupation. Les avancées de la biotechnologie rendent les agents pathogènes plus faciles à manipuler, en même temps qu'elles accroissent leur virulence, leur transmissibilité ou leur résistance aux ripostes médicales. Par ailleurs, la convergence de la biotechnologie avec d'autres TE/TR pourrait accroître le risque d'une attaque biologique ciblée et très sophistiquée. Il se pourrait donc que des États hostiles essaient d'exploiter les découvertes effectuées dans le domaine des sciences de la vie à des fins malveillantes.

3. La pandémie de Covid-19 fait naître le spectre du bioterrorisme. Certains experts ont averti que la pandémie pourrait redonner aux terroristes un intérêt pour les armes chimiques et biologiques. Le risque qu'une attaque biologique soit commise par des États ou des acteurs non étatiques met en évidence la nécessité de concevoir des stratégies de défense biologique efficaces et de renforcer les cadres internationaux de gouvernance en matière de biosécurité et de maîtrise des armements, y compris la Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines et sur leur destruction (CABT). La préparation est essentielle, que ce soit à des fins de dissuasion ou pour actionner des mécanismes appropriés de suivi et, le cas échéant, de déni d'accès aux moyens de fabrication de telles armes, ainsi que de riposte en cas d'attaque biologique.

4. Ce rapport donne un aperçu des principales questions que soulèvent les progrès scientifiques en biotechnologies, tout en appelant l'attention sur les risques d'attaques bioterroristes et en mettant en lumière le rôle de l'OTAN et de ses membres dans le renforcement de la résilience. Il propose par ailleurs des voies possibles pour renforcer et rendre la CABT plus opérationnelle afin de mieux faire face aux menaces contemporaines.

II. LES ARMES BIOLOGIQUES – ÉTAT DES LIEUX

5. D'après la définition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le terme « armes biologiques » désigne des microorganismes – bactéries (anthrax), virus (Ebola et variole) – ou d'autres toxines (ricine) produits et diffusés intentionnellement pour provoquer la maladie et la mort chez l'homme, les animaux et les végétaux (OMS, 2021a). Les armes biologiques sont utilisées en temps de guerre depuis des époques très reculées. Dès le IV^e siècle avant Jésus-Christ, les chevaliers scythes plantaient vraisemblablement leurs flèches dans des cadavres afin d'infecter leurs adversaires avec des agents pathogènes. Les Perses, les Grecs et les Romains jetaient des carcasses d'animaux dans l'eau que consommaient leurs ennemis afin de les contaminer. Les Tatares utilisaient des catapultes pour projeter des cadavres infectés sur la ville assiégée de Caffa, sur la péninsule de Crimée, afin de forcer ses habitants à se rendre. Au XX^e siècle, la

culture de bactéries a servi à développer des agents de guerre biologique, qui sont aujourd'hui considérés comme des armes de destruction massive. Pendant la première guerre mondiale, les troupes allemandes ont expérimenté l'anthrax. Pendant la seconde, les armées de l'empire du Japon ont déversé sur le territoire chinois des puces à l'origine de la peste (Frischknecht, 2003).

6. La recherche sur les armes biologiques s'est poursuivie jusque pendant la guerre froide. Les États-Unis et l'Union soviétique ont continué à mener de vastes programmes en la matière. Mais progressivement, les inquiétudes de l'opinion publique et des milieux d'experts au sujet des effets épidémiologiques potentiellement dramatiques des armes biologiques ont conduit à un changement d'état d'esprit. En 1957, le Royaume-Uni a

Encadré 1 : Signataires de la Convention sur les armes biologiques (CABT)

Tous les États membres de l'OTAN ont ratifié la CABT. Les autres signataires notables sont la Russie et la Chine, respectivement en 1975 et 1984. Les États qui n'ont pas signé la convention sont notamment Djibouti, l'Érythrée, Israël, le Soudan du Sud et le Tchad. L'Égypte, Haïti, la Somalie et la Syrie l'ont en revanche signée mais pas ratifiée.

abandonné ses travaux de recherche sur les armes biologiques offensives et a détruit les stocks en sa possession ; les États-Unis ont publiquement renoncé à leur programme d'armes biologiques en 1969 (Riedel, 2004). En revanche, l'ex-Union soviétique a poursuivi ses vastes programmes dans le domaine jusqu'à sa dislocation fin 1991.

7. La menace que représentent les armes biologiques est très variable selon les agents, le vecteur et le mode de diffusion utilisés. Une attaque, même de faible ampleur et ne causant que quelques victimes, peut avoir de lourdes conséquences. Cela s'est vérifié lors des attaques commises en 2001 aux États-Unis, où des enveloppes contenant des spores d'anthrax ont été envoyées par la poste (*US Department of Justice*, 2010). L'incident a provoqué de profonds bouleversements et semé la panique au sein de la population (Bush and Perez, 2012 ; Dando, 2020). En 2018-2020, l'épidémie du virus Ebola qui a frappé la République démocratique du Congo a eu lieu dans un contexte de conflits intérieurs violents. L'association des deux événements a amplifié la crise et suscité la crainte que des ennemis ne puissent disséminer délibérément le virus lors de conflits futurs afin d'empêcher toute riposte et prise de décision (Singh et al., 2019). Les agents biologiques peuvent aussi être utilisés sur les animaux et l'agriculture et provoquer d'énormes perturbations.

8. Sous l'effet des avancées technologiques, l'impact potentiel des armes biologiques a considérablement évolué. La combinaison de données biologiques avec l'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage profond et le génie génétique de pointe permet aujourd'hui de rendre les agents pathogènes existants agressifs ou infectieux, voire d'en créer de totalement nouveaux (Lentzos, 2020). L'utilisation de modes de diffusion plus élaborés comme les drones et les nanorobots peut aussi accroître le niveau de dangerosité. De plus, l'augmentation de la puissance des ordinateurs offre la possibilité de mener une guerre biologique ultraciblée ne visant que certains groupes ethniques, voire certains individus, ce qui ouvre la voie, pour le futur, aux exterminations de masse et aux génocides (Lentzos, 2020). S'approprier de telles armes exige toutefois des ressources abondantes et des compétences très poussées (Lentzos, 2020).

9. La pandémie de Covid-19 a montré combien il est important d'avoir une vision complète des vulnérabilités biologiques et d'évaluer l'ensemble des menaces qui en découlent. Estimer la menace biologique passe par des évaluations du risque et des capacités dans toute une série de domaines – état des systèmes de santé nationaux, risques liés au commerce et aux déplacements internationaux ou résilience des chaînes globales d'approvisionnement. Il est également essentiel de pouvoir mobiliser les ressources indispensables à la mise en place de contremesures appropriées (programmes de test, par exemple) (Pilch et Tyson Kreger, 2020). La riposte rapide à une menace biologique passe par la constitution et la mise à disposition de stocks de certains agents biologiques, car ces derniers ne peuvent être produits à brève échéance, en particulier lorsque la chaîne d'approvisionnement n'est pas sûre et/ou en cas de problèmes de qualité. Il est

crucial que les pays alliés puissent s'appuyer sur des capacités R&D efficaces et efficaces et disposent de moyens de fabrication de contremesures. Comme on a pu le constater depuis le début de la pandémie de Covid-19, les forces armées ont un rôle essentiel à jouer dans la défense biologique au niveau national, et interviennent par ailleurs de manière déterminante dans l'atténuation des effets de la pandémie (Jones, 2020). Il est impératif, dès lors, que les plans de relance développés par les membres de l'OTAN en prévision du monde de l'après Covid-19 ne remettent pas en question leur engagement d'allouer 2 % de leurs PIB respectifs à la défense.

Encadré 2 : Définitions

- La **biotechnologie** est une branche de la biologie qui utilise les systèmes, les organismes et les processus du vivant pour fabriquer des produits industriels, médicaux ou autres. La biotechnologie peut également être utilisée à d'autres fins, comme le stockage d'informations et la modification de l'environnement.
- Le **génie génétique** est une branche de la biotechnologie qui consiste à manipuler le génome d'un organisme – voire à transférer des gènes au sein d'une même espèce ou entre des espèces distinctes – dans le but de produire des organismes améliorés ou d'un genre nouveau. Cette discipline est utilisée depuis longtemps dans l'agriculture (par exemple pour accroître la production ou rendre une plante plus résistante) et pour fabriquer des médicaments (comme l'insuline). Elle pourrait aussi être exploitée pour augmenter la virulence ou l'infectiosité des agents pathogènes servant à l'élaboration d'armes biologiques.
- Les nouveaux **vaccins à base d'acide nucléique** sont conçus à l'aide du matériel génétique (ADN ou ARN) d'un virus ou d'une bactérie pathogène. Ce matériel fournit un modèle qui est utilisé par le corps humain pour produire des protéines qui vont déclencher une réaction immunitaire et donc la fabrication d'anticorps pour lutter contre le virus (GAVI, n.d.)

10. À ce jour, aucun membre de l'OTAN ne conduit de programme d'armes biologiques. Les Alliés poursuivent néanmoins leurs recherches sur les agents biologiques à vocation défensive et continuent d'investir des ressources dans ce domaine dans le cadre de leurs programmes de défense CBRN (chimique, biologique, radiologique et nucléaire) (OTAN, 2018).

11. Plusieurs pays pourraient cependant mettre en œuvre des programmes d'armes biologiques. Durant la guerre froide, l'Union soviétique menait ouvertement un programme de grande envergure baptisé « Biopreparat », officiellement abandonné au moment de la dislocation du pays. Or, selon un rapport du Département d'État américain de 2019, les comptes rendus remis depuis 1992 par la Russie dans le cadre de la CABT n'indiquent pas précisément si les armes biologiques relevant du programme précité ont été détruites ou affectées à un usage pacifique (*US State Department*, 2019). Par ailleurs, le produit chimique neurotoxique qui aurait été utilisé à l'encontre de l'ancien espion russe, Sergei Skripal, et de sa fille au Royaume-Uni en mars 2018 suscite des interrogations quant à l'éventuelle conservation par le Kremlin d'armes chimiques et/ou biologiques (Trakimavičius, 2018). D'autre part, il semblerait d'après certaines sources que la République démocratique de Corée ait noué une collaboration avec des chercheurs étrangers pour développer ses capacités dans le domaine de la microbiologie et la biotechnologie (Baumgaertner and Broad, 2019). Cela dit, compte tenu de la culture du secret entretenue par ce pays, il reste difficile d'évaluer avec précision la menace. Bien que ces capacités puissent certes être mises en service à des fins défensives – pour dissuader d'éventuels agresseurs –, leur utilisation offensive ne saurait être exclue.

III. LES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES – À LA FOIS UNE AUBAINE ET UN FLÉAU

12. La biotechnologie représente le fer de lance de la lutte mondiale contre la pandémie de Covid-19. Dans le contexte de cette crise, les progrès se sont accélérés, de même que les approches nouvelles en matière de diagnostic, de méthode thérapeutique et de développement de vaccins, dont le rôle est crucial pour endiguer la propagation du virus. La rapide élaboration de vaccins contre la Covid-19 est un exemple de l'utilisation qui peut être faite de la biotechnologie pour fournir des solutions vitales dans des situations d'urgence médicale. En juillet 2021, on dénombrait près de 300 vaccins en cours de développement, dont 170 au moins au stade des essais cliniques (OMS, 2021b). Cela inclut des vaccins à acides nucléiques, qui s'appuient sur la technologie de l'ARN messager. Bien que ce type de vaccin fasse l'objet de travaux de recherche depuis plusieurs années, aucun n'avait été approuvé pour une utilisation sur les êtres humains avant la Covid-19.

Encadré 3 : L'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage automatique et les mégadonnées

L'intelligence artificielle est une expression générique désignant tout un ensemble de techniques informatiques permettant aux ordinateurs et aux robots d'interpréter des données à l'aide de processus algorithmiques semblables à ceux de l'intelligence humaine. Cela inclut des méthodes d'apprentissage automatique qui, à l'aide de traitements itératifs, peuvent extraire du sens à partir de vastes ensembles de données hétérogènes.

Si la combinaison du traitement avancé des données à l'aide de l'IA et de la biotechnologie permet de faire face à des menaces biologiques (comme des pandémies), elle présente aussi de graves risques en termes de sécurité :

1) Les techniques d'apprentissage automatique peuvent accélérer les processus manuels – laborieux – de tri des séquences génétiques. L'application aux données génomiques de procédés de reconnaissance des formes avancée pourrait permettre d'identifier plus rapidement les toxines susceptibles d'être utilisées à des fins malveillantes, ou d'optimiser le processus de modification ou d'amélioration des caractéristiques des agents pathogènes (Warmbrod et al, 2020).

(2) L'IA et l'accès à de grandes quantités de données génomiques pourraient permettre à des scientifiques de cartographier les prédispositions de certaines populations à certaines infections. Un acteur mal intentionné pourrait alors concevoir des armes biologiques ciblant un individu ou un groupe d'individus particulier en fonction de ses gènes, de son exposition préalable à des vaccins ou des vulnérabilités connues de son système immunitaire (Brockmann et al, 2019). Un rapport de l'Université des Nations unies établit par exemple que l'apprentissage profond pourrait faciliter l'identification des fonctions génétiques qui codent les vulnérabilités (Pauwels, 2019). Cela pourrait conduire à des guerres biologiques ultraciblées.

13. Le développement rapide des TE/TR – comme l'intelligence artificielle, la biotechnologie, les mégadonnées et l'analytique avancée des données – pourrait se traduire par une amélioration considérable de notre capacité à prévenir, détecter et endiguer les menaces biologiques, qu'il s'agisse d'attaques délibérées ou de pandémies survenant naturellement. L'IA, qui permet de traiter un volume important de données afin d'en extraire des informations et d'analyser les grandes tendances, rend notamment possible l'identification rapide des agents pathogènes (Warmbrod et al, 2020). À titre d'exemple, les algorithmes de traitement du langage naturel (TLN) – qui interprètent les propriétés des systèmes biologiques (formulées sous forme de mots et de phrases) – sont aujourd'hui capables de générer des séquences de protéines et d'accélérer de façon importante la prédiction des éventuelles mutations des virus (Heaven, 2021). Ces possibilités d'apprentissage automatique peuvent être associées à des bases de données – dont le volume augmente rapidement – contenant des séquences numérisées de virus, ce qui permet aux scientifiques de comparer les souches et de mettre en évidence les propriétés communes des virus (Singer, 2013). L'IA peut également être utilisée plus largement dans le contexte d'incidents biologiques en fournissant une connaissance de la situation et en aidant les autorités à prendre des décisions avisées dans les situations de crise. Elle peut par exemple servir à fusionner des données provenant de plusieurs sources afin de détecter, de suivre l'évolution ou de prédire des

incidents biologiques à partir d'un ensemble de données passées ou fournies en temps réel (Brockmann et al, 2019).

14. D'autres avancées scientifiques ont permis de concevoir des systèmes garantissant une détection fiable des agents biologiques. Des chercheurs du MIT *Lincoln Laboratory* ont mis au point un mécanisme d'une grande sensibilité et fiabilité qui est utilisé dans le système d'alerte précoce de l'armée américaine dédié aux agents de guerre biologique. Ce mécanisme, appelé « Rapid Agent Aerosol Detector » (RAAD), contrôle en continu la composition de l'air dans un lieu donné et détecte les particules en suspension pouvant être des agents dangereux, puis utilise une logique intégrée pour lancer des phases successives de détection (Ryan, 2020). La détection à distance est également possible grâce à des systèmes de détection lointaine utilisant l'imagerie hyperspectrale (à savoir des images de haute résolution capturées par des satellites ou des aéronefs) ou des techniques de détection et télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR) qui analysent les signaux émis par une cible dans le but de détecter les gaz dégagés par des armes biologiques (*The Economist*, 2002).

15. Les technologies émergentes ont déjà été utilisées dans le contexte de la Covid-19. Ainsi, elles ont contribué à orienter le développement de systèmes d'alerte rapide lors des premières phases de la pandémie. Pour citer un exemple, la plateforme canadienne d'IA BlueDot a, grâce à un algorithme, détecté un ensemble de cas inhabituels de pneumonie neuf jours avant que l'OMS n'alerte officiellement le monde sur l'apparition d'un nouveau coronavirus (Stieg, 2020). L'IA a ensuite été utilisée dans des outils de diagnostic : une méthode mise au point par des chercheurs de l'Université des sciences et technologies de Huazhong (HUST) et l'hôpital Tongji de Wuhan, en Chine, permet ainsi d'analyser rapidement des prélèvements sanguins et de prédire – avec un taux de fiabilité de 90 % – les taux de survie des patients atteints de la Covid-19. Un autre outil permet de distinguer en quelques secondes les cas de Covid-19 de ceux de pneumonie grâce à l'analyse de la scanographie des poumons des patients (Dananjayan and Raj, 2020). L'utilisation de ces procédés dans les prémices de la réponse médicale à la Covid-19 permet d'améliorer le diagnostic et le traitement, ainsi que d'alléger la pression qui pèse sur les hôpitaux. Les efforts internationaux se concentrent aujourd'hui sur le déploiement de technologies de séquençage des génomes dans les pays en développement et les régions rurales. Il s'agit d'améliorer la surveillance virale et, plus particulièrement, le suivi de l'évolution de nouveaux variants de la Covid-19. Non contents d'assurer la formation des personnes travaillant au niveau local, les experts et les chercheurs étudient aussi des systèmes technologiques peu onéreux de séquençage, comme certains dispositifs portables, qui seraient plus faciles à distribuer. Une telle solution a déjà été largement utilisée au cours de l'épidémie d'Ebola qui a frappé l'Afrique occidentale (Schmidt, 2021).

16. La biotechnologie et les autres sciences du vivant se caractérisent par leur double usage, en ce sens qu'elles peuvent être utilisées à des fins pacifiques (par exemple pour la médecine et la protection) mais également être transformées en armes de pointe. De fait, les avancées de la recherche sur la biotechnologie peuvent aussi faciliter la manipulation d'agents pathogènes de manière à les rendre plus efficaces en tant qu'armes ciblées. Les techniques avancées de séquençage de l'ADN permettent en outre de faciliter la modification génétique des virus et autres organismes pathogènes. Elles peuvent ainsi accroître leur virulence et leur transmissibilité, élargir leur portée ou renforcer leur résistance aux interventions médicales (Brockman et al, 2019). Les autres possibilités offertes par ces techniques sont la reconstitution d'agents pathogènes qui avaient disparu ou la fabrication d'autres totalement nouveaux (Frinking et al, 2016). Une de ces techniques de modification génique, appelée CRISPR, peut être achetée sous la forme de kits domestiques pour la somme modique de 169 dollars – tendance qui a de quoi inquiéter, sachant qu'un tel prix facilite son acquisition par des acteurs malveillants (UN News, 2018). Ces progrès technologiques et la diminution des coûts des agents biologiques de synthèse augmentent le risque que des agents biologiques encore inconnus puissent être utilisés à l'avenir comme des armes et conduire au développement de nouveaux agents de guerre biologique.

17. Les progrès dans le domaine des biotechnologies et la mise à disposition aisée des recherches scientifiques accroissent également le risque de prolifération des connaissances et des technologies permettant de produire et d'utiliser des armes biologiques. Combinée à des TE/TR comme l'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage automatique, la nanotechnologie, l'informatique quantique, la fabrication additive et la robotique, la biotechnologie pourrait être utilisée pour simplifier ou automatiser les processus de développement, production et diffusion d'armes biologiques (Brockmann et al, 2019). De plus, les systèmes et processus associés à ces technologies et méthodes émergentes sont de plus en plus numérisés ou hébergés sur le nuage, ce qui les rend plus vulnérables à des cyberattaques et des cybercambriolages.

18. Dans la mesure où les progrès scientifiques sont le fait du secteur privé (par exemple d'entreprises comme BioNTech et Moderna), il est difficile de contrôler les technologies qui sont mises au point. Certes, des normes industrielles existent au niveau international : l'Organisation internationale de normalisation (ISO) publie par exemple des normes et exigences à respecter dans diverses disciplines de la biotechnologie telles que la publication des données, les méthodes de quantification et le contrôle de qualité (ISO, n.d.). Mais les TE/TR se développent rapidement et en parallèle, et ont souvent des liens entre elles, ce qui complique la tâche des organismes de réglementation nationaux et internationaux chargés de suivre et d'évaluer les conséquences de telles avancées. Le double usage de ces technologies complique en outre la tâche de réglementation car une même technologie peut avoir plusieurs applications. De manière générale, l'association de la biotechnologie et des technologies émergentes modifie considérablement l'environnement sécuritaire. Selon Hamish de Bretton-Gordon, ex-commandant du régiment britannique chargé des armes chimiques, biologiques, radiologiques et nucléaires : « Les risques biologiques doivent être considérés comme l'une des menaces existentielles du XXI^e siècle, au même titre que l'était le nucléaire au XX^e siècle » (Warrell, 2021).

Encadré 4 : La robotique et la nanotechnologie

L'association de la biotechnologie et de la robotique de pointe ouvre la voie à l'apparition de nouveaux – et inquiétants – vecteurs d'armes biologiques (Warmbrod et al, 2020). Des drones facilement accessibles dans le commerce pourraient être associés aux vecteurs d'armes biologiques pour disperser des agents nocifs sur de larges zones (DeFranco, 2020). La nanotechnologie (définie comme l'ensemble des outils permettant de manipuler des matériaux ayant des dimensions comprises entre 1 et 100 nanomètres) offre en outre des possibilités accrues de dispersion ciblée (Brockmann et al, 2019). Des robots miniatures ou des drones de la taille d'un insecte pourraient être utilisés pour diffuser des agents pathogènes dans le corps humain ou cibler un individu particulier. Dans un rapport de 2010, la *Defense Threat Reduction Agency* des États-Unis indique que « des insectes transgéniques pourraient être conçus pour produire et disperser des agents de guerre biologique à base de protéines » à des fins offensives (Daniels, 2017). La recherche sur les robots de la taille d'un insecte est déjà en cours dans des pays comme les États-Unis, la France, les Pays-Bas et Israël. À titre d'exemple, des chercheurs du bureau de la recherche scientifique de l'US Air Force travaillent actuellement à l'élaboration d'un drone miniature qui, destiné à des tâches d'espionnage, est capable de se poser sur la peau d'un être humain, et même de prélever des échantillons d'ADN (Calderone, 2017).

19. Les progrès technologiques pourraient en outre permettre une diffusion plus ciblée des armes biologiques. Ainsi, il sera peut-être possible un jour de développer des agents pathogènes ciblant des populations bien précises en fonction de leurs caractéristiques génétiques (SIPRI, 1993 ; encadré 3). Par exemple, certaines sources nous apprennent que la Chine est en train de réunir activement des données génomiques et/ou a accès à ces dernières au travers de ses industries financées « nationalement » (NCSC, 2021). Ainsi, la République populaire de Chine a été soupçonnée dernièrement d'utiliser des données génétiques prélevées sur des femmes enceintes lors de tests sanguins néonataux dans le but d'identifier les anomalies génétiques de populations hostiles que l'on pourrait ainsi prendre pour cible à l'aide d'armes biologiques génétiquement taillées sur mesure (Ankenbrand, 2021). La Chine s'est par ailleurs procuré d'importants ensembles de données génétiques provenant des pays alliés, et ce de manière

légitime, en rachetant des entreprises étrangères commerciales développant des systèmes de test génétique. Le pays est également soupçonné d'avoir dérobé des millions de dossiers médicaux et génétiques de par le monde. La mise au point de vecteurs très élaborés pourrait en outre faciliter le ciblage extrêmement précis de ces agents (voir l'encadré 4).

20. Les avancées technologiques peuvent aussi rendre la recherche biologique et les découvertes technologiques existantes plus accessibles. Bien qu'un certain niveau d'expertise soit toujours requis pour produire, traiter et disperser efficacement des agents biologiques, la manipulation microbiologique devient de plus en plus facile et son coût diminue rapidement. À titre d'exemple, un appareil sophistiqué permettant d'effectuer la synthèse d'ADN peut aujourd'hui être fabriqué dans un espace de la dimension d'un conteneur (*World Economic Forum*, 2019). Parallèlement, les connaissances relatives aux agents pathogènes sont devenues plus largement disponibles. Ainsi, des génomes complets et des séquences de codage d'agents biologiques sont aujourd'hui accessibles sur des bases de données en ligne comme GenBank, le projet Ensemble et la ressource Viral Genomes (Frinking et al, 2016). Ces informations ont permis à une équipe de scientifiques canadiens de recréer, en 2016, le virus éteint de la variole équine. La technique utilisée à cette fin pourrait également être employée pour synthétiser de toutes pièces la variole – un virus léthal apparenté de la famille des poxvirus éradiqué à l'échelle mondiale depuis les années 1980 (Kupferschmidt, 2017).

21. Par ailleurs, les installations stockant des bactéries, toxines ou virus potentiellement dangereux sont parfois scandaleusement mal protégées, d'où un risque élevé de vol, d'accident ou de fuite (Jenkins, 2017). On dénombre à l'heure actuelle 59 laboratoires de confinement maximal (sécurité biologique niveau 4, ou BSL-4) répartis dans 23 pays, principalement en Europe, mais aussi en Amérique du Nord et en Asie. Implantés en majorité en zones urbaines, ces laboratoires BSL-4 conservent et étudient des pathogènes hautement infectieux contre lesquels il n'existe généralement aucun traitement (Lentzos et Koblenz, 2021). Pourtant, un quart à peine des pays hébergeant ces installations observent un niveau de sécurité biologique élevé et mettent en œuvre des pratiques de biosûreté (NTI, GHS, 2019). Bien que tous les pays concernés déclarent leurs laboratoires suivant les modalités prévues par la CABT, nombre de ceux-ci n'adhèrent pas à des protocoles de sécurité adaptés (Warrell, 2021). Il n'existe pas de standards internationaux contraignants qui permettraient de codifier les normes de travail respectueuses des impératifs de sûreté et de sécurité dans les installations BSL-4, et la norme pour le management volontaire du risque biologique introduite par l'ISO en 2019 n'est toujours pas signée. Il n'existe en outre aucun mécanisme international de supervision et de contrôle pour s'assurer que ces laboratoires respectent les réglementations de haute protection de leur pays ou les consignes de l'OMS en matière de sécurité biologique. À l'heure où les pays s'emploient, dans le sillage de la Covid-19, à relever leur niveau de préparation face aux pandémies, la hausse attendue du nombre de laboratoires

BSL-4 et l'accélération de la recherche dans des laboratoires à moindre niveau de biosûreté (BSL-3 et -2, par exemple) pourraient aggraver les risques de sûreté et de sécurité dans le futur (Rodgers, Lentzos, Koblenz et Ly, 2021).



Emplacements des laboratoires de confinement maximal



Source: <https://www.globalbiolabs.org/map>

22. L'accessibilité croissante des technologies, équipements et informations pourrait faciliter l'acquisition par toutes sortes d'acteurs non étatiques, dont des groupes terroristes, de moyens permettant de développer des armes biologiques (The Economist, 2016). Le fait qu'un nombre grandissant d'individus puisse se procurer de puissantes biotechnologies qui étaient autrefois accessibles uniquement par des laboratoires bien en place et dotés de moyens de financement suffisants a de sérieuses implications pour les systèmes de gouvernance et de contrôle. Les développements rapides dans ce domaine ont mis en évidence des écarts entre les lois et réglementations existantes et la façon dont ces technologies sont effectivement utilisées.

IV. LE SPECTRE DU BIOTERRORISME

23. En avril 2020, le secrétaire général des Nations unies a averti que « les lacunes et le manque de préparation mis au jour par la pandémie laissent entrevoir la façon dont une attaque bioterroriste pourrait se dérouler, et peuvent en augmenter les risques » (Nations unies, 2020). L'expérience globale de la Covid-19 montre l'importance d'une meilleure préparation contre tous les types d'événements menaçant la santé publique, y compris le bioterrorisme.

24. La crainte des experts est que les effets dévastateurs de la crise de la Covid-19 sur le plan social et économique n'aient mis en évidence le terrible impact que peuvent avoir les agents biologiques et ne conduisent à un intérêt renouvelé des terroristes pour ces types d'attaques (Brzozowski, 2020 ; Warrell, 2020). Ces inquiétudes sont étayées par des informations indiquant que des groupes radicaux ont appelé leurs partisans à propager volontairement la Covid-19 (par exemple en toussant sur les individus visés ou par d'autres biais). Aux États-Unis, deux individus au moins ont déjà été accusés de terrorisme après s'être vantés de vouloir propager délibérément le virus (Silke, 2020 ; Binding, 2020). Au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, les groupes affiliés à Daech et Al-Qaida ont répandu des théories du complot selon lesquelles le virus serait un « soldat d'Allah » utilisé pour punir les ennemis de l'islam (UNICRI, 2020 ; Iftimie, 2020). Alors que les biotechnologies continuent de progresser et que les organisations terroristes suivent de près les efforts visant à parer aux menaces biologiques, il est important que les Alliés réévaluent de manière continue l'efficacité des procédures en place.

25. L'objectif commun de la plupart des attaques terroristes est de bouleverser le fonctionnement normal de la société, d'ôter aux États leur capacité d'action en détournant leurs

ressources, et, *in fine*, de créer un climat de peur. Dans cette perspective, les agents biologiques peuvent représenter une solution intéressante pour les terroristes, car la dispersion dans un environnement occupé par des civils d'un agent pathogène virulent et létal risque fort de déclencher une panique généralisée et de réduire la capacité des États, des systèmes de santé et autres acteurs intervenant dans les situations d'urgence à réagir efficacement. La difficulté à détecter les agents biologiques ou à suivre leur parcours, ainsi que l'effet retard qu'ils peuvent avoir une fois dispersés, peuvent aussi convaincre un groupe terroriste de recourir à ce procédé. Les auteurs de ce type d'attaque peuvent en outre conserver un certain anonymat et éviter s'ils le souhaitent d'en revendiquer la responsabilité, ce qui risque aussi d'exacerber la peur et l'incertitude au cours des premières phases d'un incident et de la mise en place de mesures de riposte.

26. On a connu, dans le passé, plusieurs cas avérés d'utilisation d'agents biologiques par des terroristes, dont les retombées sont toutefois restées limitées. En 1984 aux États-Unis, une secte religieuse a volontairement contaminé le bar à salades d'un restaurant avec la bactérie *Salmonella Typhimurium*, dans le but d'empêcher la population de la ville de The Dalles (dans l'Oregon) de se rendre aux urnes. Plusieurs centaines de personnes ont été contaminées, mais aucune n'a trouvé la mort (Green et al, 2018). Au début des années 1990, la secte religieuse japonaise Aum Shinrikyo, qui prône le culte de l'apocalypse, a essayé sans succès d'utiliser des agents biologiques puis s'est tournée vers des substances chimiques ; sa diffusion de gaz sarin, un agent neurotoxique, dans le métro de Tokyo en 1995 s'est soldée par un bilan de 13 morts et 5 500 blessés (Zanders, 2001). En 2001 aux États-Unis, des enveloppes contenant des spores d'anthrax ont été envoyées aux médias et à des sénateurs de renom, provoquant la contamination de 22 personnes, dont cinq mortellement. Cette attaque a donné lieu à la plus vaste enquête épidémiologique de l'histoire de la santé publique américaine consacrée à une maladie infectieuse, la conclusion étant qu'il s'agissait d'un acte de terrorisme intérieur (Bush and Perez, 2012). En 2013, deux enveloppes adressées au président des États-Unis et à un sénateur républicain ont été interceptées et testées positives à la ricine, une protéine hautement toxique provenant de la transformation des graines de ricin (Davis and Brown, 2013).

27. Si l'on a toujours considéré que le virus de la grippe ne pose pas de véritable risque en tant qu'arme biologique potentielle, l'effet « nivelant radical » de la Covid-19 pourrait, en revanche, aiguïser l'intérêt pour des agents biologiques hautement contagieux et donc particulièrement perturbateurs, dont la capacité de propagation rapide faciliterait la dissémination (Pilch et Tyson Kreger, 2020).

28. Comme indiqué plus haut, les progrès technologiques et la rapidité des communications via Internet accroissent le risque de prolifération d'armes biologiques aux mains d'acteurs non étatiques, dont des groupes terroristes (Green et al, 2018). Contrairement aux États, ces groupes ne sont pas liés par la CABT, dont les interdictions s'adressent principalement aux États et ne sont pas destinées à être inscrites dans le droit pénal international (Meselson, 2001).

29. Il existe différentes manières pour les terroristes de se procurer des armes biologiques. Premièrement, ils peuvent mettre en culture des agents pathogènes à partir d'échantillons prélevés dans la nature (par exemple le bacille du charbon ou le bacille de Yersin, responsables respectivement de l'anthrax et de la peste). Deuxièmement, avec des connaissances suffisantes, ils peuvent produire eux-mêmes des agents de synthèse en s'appuyant sur des manuels d'utilisation et d'autres ressources disponibles en ligne. L'ensemble des compétences requises pour utiliser ces techniques avec fruit n'en finissent pas de se simplifier et la procédure à suivre pourrait bientôt s'apparenter, ni plus ni moins, à la consultation d'un livre de cuisine (Dass, 2021). Troisièmement, des acteurs non étatiques peuvent acquérir des agents biologiques ou des toxines auprès de sources licites comme des collections de micro-organismes (servant de bibliothèques pour la recherche et l'industrie) ou les stocks des entreprises de fournitures médicales. Enfin, des terroristes peuvent également voler un agent biologique ou une toxine auprès de laboratoires

médicaux ou de recherche, ou encore utiliser à mauvais escient les travaux de recherche qui y sont menés, avec l'aide de personnes ayant accès aux locaux où il/elle est conservé(e) (Carus, 2001).

30. Après s'être procuré des volumes suffisants d'un agent biologique ou d'une toxine, les terroristes auront besoin de matériel afin d'en faire une arme et de le traiter en vue de sa dispersion. Ils devront acquérir un haut niveau de sophistication ou d'efficacité technologique au cours de l'attaque pour atteindre leurs objectifs. Si des attaques de grande ampleur avec des agents virulents comme la toxine botulique ou la variole risquent d'être impossibles à réaliser, une attaque non coordonnée de faible portée, commise à l'aide d'agents biologiques peu élaborés ou dispersés de façon désordonnée, pourrait tout à fait provoquer la maladie ou la mort de dizaines de personnes (Dando, 2020). Une telle attaque serait effectivement à la portée de nombreux groupes terroristes ou de « loups solitaires ». En outre, la seule conscience que des acteurs malveillants possèdent des agents biologiques pourrait provoquer la panique et la déstabilisation (Frinking et al, 2016 ; Dass, 2021).

31. Le fait que les connaissances et les technologies nécessaires pour manipuler des agents biologiques soient faciles d'accès ne signifie pas nécessairement qu'elles seront utilisées par les groupes terroristes. Des obstacles limitent en effet la capacité des acteurs non étatiques à développer et à utiliser des armes biologiques, tout au moins à un niveau technologiquement avancé et/ou à grande échelle : il s'agit notamment de l'accès à l'expertise, au matériel technique et au financement requis (Lentzos, 2020). Dans la pratique, les terroristes doivent acquérir ou produire des quantités régulières d'un agent suffisamment puissant, l'isoler et trouver un moyen efficace de le disperser sur la cible (Block, 2001). La militarisation d'agents biologiques jugés particulièrement préoccupants par les centres américains de prévention et de contrôle des maladies comme la variole, la peste ou Ebola, reste donc difficile (Blum et Neumann, 2020). De plus, les caractéristiques des groupes en question peuvent limiter leur capacité à produire des agents biologiques. Ainsi, un groupe intégré verticalement et présentant une idéologie uniforme aura plus de facilité à mettre sur pied un programme d'armes biologiques qu'un autre mal structuré, informel et peu centralisé (Zanders, 2001). Il n'empêche que l'on ne peut exclure que des terroristes décident de se replier sur des méthodes peu onéreuses mobilisant des technologies peu poussées ; dès lors, et au vu du développement des biotechnologies, des TE/TR et des collaborations que pourraient nouer acteurs étatiques et non étatiques, l'atténuation du risque biologique au 21^e siècle exige forcément une approche d'ensemble.

32. Plusieurs dispositifs ont été mis en place pour limiter le risque que les connaissances et les équipements ayant trait aux armes biologiques ne tombent entre les mains des terroristes. Il s'agit tout d'abord des mesures légales nationales (notamment les lois interdisant la possession d'agents biologiques) pouvant dissuader des terroristes de fomenter des attaques biologiques. La coopération internationale entre autorités et instances de régulation des pays est également très importante pour empêcher de telles attaques. Interpol a créé une unité de prévention du bioterrorisme qui, pour réduire la menace du bioterrorisme, fournit une formation ciblée aux services chargés de l'application de la loi afin de les aider à prévenir une attaque bioterroriste, à s'y préparer et à réagir (Interpol, 2017). Cette unité travaille en outre au développement d'une plateforme innovante d'analyse des incidents biologiques, qui permettra aux services chargés de l'application de la loi des pays membres de l'organisation de bénéficier d'un solide appui en matière d'analyse et d'échanger des renseignements. Les instances de régulation peuvent mettre leurs connaissances et leur expérience en commun dans le cadre de l'IEGBBR, le Groupe international d'experts des régulateurs de la biosécurité et de la sûreté biologique. Malheureusement, l'affiliation et l'efficacité de cette enceinte restent insuffisantes ; en effet, neuf pays seulement sur les 23 où sont implantés des laboratoires BSL-4 l'ont rejoint à ce jour. Aux Nations Unies, la Stratégie antiterroriste mondiale placée sous la responsabilité du Bureau de lutte contre le terrorisme appelle les États membres et les organisations internationales à faire en sorte que les progrès accomplis dans le domaine de la biotechnologie ne soient pas utilisés à des fins terroristes et à lutter contre le trafic de matières biologiques (UNOCT, n.d.). De même, la

résolution 1540 du Conseil de sécurité des Nations Unies condamne les États qui apporteraient un appui à des acteurs non étatiques tentant d'obtenir des armes nucléaires, chimiques ou biologiques, l'objectif étant d'empêcher la coopération entre ces parties prenantes ainsi que l'accumulation de capacités terroristes (Blum et Neumann, 2020).

33. Dans la mesure où un grand nombre des éléments entrant dans la préparation des agents pathogènes ont des propriétés se prêtant à de multiples usages, il est plus commode d'instaurer un suivi et un contrôle de l'acquisition de ces matières que de les interdire complètement (Tu, 2018). Le Groupe de l'Australie, une instance informelle créée en 1985 et regroupant 43 pays, exerce cette fonction au niveau international. Ce groupe fournit une plateforme permettant de coordonner les contrôles à l'exportation mis en place par les pays, de manière à limiter l'offre de matières, d'équipements et de connaissances nécessaires à la production d'agents chimiques et biologiques dont pourraient bénéficier des États et acteurs non étatiques suspectés de vouloir se doter de telles capacités (*Arms Control Association*, 2018). Compte tenu du double usage possible des connaissances requises pour mettre au point des armes biologiques, la réglementation de la recherche sur les maladies infectieuses a été renforcée. Elle reste toutefois extrêmement peu poussée, sachant que moins de 5 % des pays exercent une surveillance sur la recherche à double usage et pratiquent une culture de la science responsable (NTI GHS, 2019). Il est pourtant important de prendre en considération l'effet possible de cette réglementation en termes de frein à la collaboration internationale et aux progrès scientifiques (Green et al, 2018).

34. Le rythme des progrès technologiques entraîne des conséquences très importantes sur l'applicabilité de la CABT. Adoptée il y a presque un demi-siècle, cette convention répond mal aux enjeux de sécurité que représente une recherche scientifique accélérée. Il est clairement et urgemment nécessaire de renforcer la capacité de cet instrument à gérer les évolutions technologiques, notamment en faisant mieux connaître les implications qu'ont les technologies émergentes au regard de la production et l'utilisation d'armes biologiques. Des processus plus systématiques doivent être mis en place pour traduire ces implications en dispositions et pour élaborer des politiques et des consignes permettant de gérer les risques et les possibilités qu'elles représentent. Parallèlement, la multiplication du nombre d'acteurs intervenant dans le développement de technologies pouvant servir à fabriquer des armes biologiques signifie qu'il serait extrêmement bénéfique d'étendre l'applicabilité de la CABT au-delà des États et de convier un large éventail de parties prenantes aux discussions relatives aux normes, aux contrôles et à la supervision.

V. LES AVANCÉES DE LA BIOTECHNOLOGIE ET DE LA MAÎTRISE DES ARMEMENTS

35. Entré en vigueur en 1925, le « Protocole concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques », communément appelé Protocole de Genève, est le premier accord international interdisant l'utilisation d'armes biologiques dans le contexte d'une guerre (UNODA, n.d.). Il ne contient cependant aucune disposition sur la recherche, le développement et le stockage de telles armes, pas plus qu'il ne traite des questions de vérification ou de conformité.

36. Le principal accord international interdisant l'usage des armes biologiques est la Convention sur les armes biologiques (CABT), entrée en application en 1975. Il s'agissait à l'époque du premier traité multilatéral de désarmement prohibant toute une catégorie d'armes. La CABT vient compléter le Protocole de Genève qui interdisait l'utilisation de telles armes. Elle interdit de mettre au point, fabriquer, stocker, acquérir d'une manière ou d'une autre ou conserver des agents biologiques ou des toxines « de types et en quantités qui ne sont pas destinés à des fins prophylactiques, de protection ou à d'autres fins pacifiques » (UNODA, n.d.). Elle autorise en revanche la recherche sur les armes biologiques dans un but de défense ou de protection. Cela dit, elle ne régit pas le recours à la biologie synthétique ou à d'autres technologies émergentes et de rupture. En janvier 2021, la convention avait été signée ou ratifiée par 183 États,

le plus récent étant la Tanzanie en août 2019. Dix-huit pays ne l'ont pas signée, ce qui l'empêche d'avoir une portée universelle, et de nombreux États parties n'ont pas adopté la législation nécessaire pour mettre en œuvre ses dispositions au niveau national. Quatorze pays ne l'ont toujours pas ratifiée, dont certains se trouvant dans des régions soumises à de fortes tensions (Trezza, 2020). La CABT demeure malgré tout un important rempart contre le développement et l'utilisation d'armes biologiques (Jenkins, 2017). Les États qui ne l'ont pas signée sont notamment Israël, l'Érythrée et le Tchad, et ceux qui l'ont signée mais pas encore ratifiée sont l'Égypte, la Somalie et la Syrie.

37. La Convention sur les armes biologiques représente la pierre angulaire de la protection contre les armes biologiques, mais sa mise en œuvre est compromise sur plusieurs fronts. Le premier défi est l'absence d'un mécanisme de vérification. De plus, la supervision des travaux des pays sur les agents biologiques est difficile à réaliser, notamment parce que les équipements, les matériaux et les connaissances techniques sont de plus en plus détenus par le secteur privé (Lentzos, 2020). La difficile distinction entre la recherche à caractère défensif – autorisée – et les projets à visée offensive – interdits – signifie par ailleurs qu'il n'est pas possible de vérifier le désarmement sur le même mode binaire que celui employé pour la vérification du respect des traités nucléaires comme le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (NPT). Cela implique donc qu'il faut évaluer qualitativement les motifs avancés par les pays qui mènent des recherches dans le domaine de la biotechnologie (Lentzos, 2020). Qui plus est, la définition même de ce que l'on entend par « arme biologique » évolue parallèlement à la science. Conséquence logique des possibilités de double usage offertes par de nombreux agents biologiques, les biotechnologies peuvent être à l'origine d'armes non conventionnelles. Traditionnellement, et c'est particulièrement le cas au sein des forces armées, biologie et menaces biologiques sont des notions bien à part, qui ne s'envisagent généralement qu'en termes d'armes de destruction massive (ADM) ou de santé/médecine. La Covid n'a fait que renforcer cette approche. Il est donc indispensable de développer une démarche plus « originale » face à l'évolution parallèle de la menace biologique et des derniers développements scientifiques.

38. L'absence d'organe chargé de la mise en œuvre de la CABT est un autre obstacle. Il n'existe pas, en ce qui concerne les armes biologiques, d'équivalent de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) – qui supervise l'application au niveau international de la Convention sur les armes chimiques de 1993. Or, la présence d'une agence chargée de la mise en œuvre de la CABT permettrait aux signataires d'évaluer, de vérifier et de traiter les violations bien plus efficacement. En l'absence d'une telle entité, les signataires de la CABT ne peuvent que se consulter lorsqu'ils se trouvent confrontés à ce qu'ils perçoivent comme une violation, ou porter la question à l'attention du Conseil de sécurité des Nations Unies dans l'espoir que ce dernier vote une résolution contraignante. Les pays ont aussi la possibilité de s'adresser à la Cour internationale de justice. On relèvera toutefois que tous les États ne sont pas juridiquement tenus par la CABT. De même, tous ne reconnaissent pas le caractère obligatoire des arrêts de la Cour internationale de justice pour tous les litiges juridiques. C'est pourquoi il est urgent de mettre sur pied un organe qui serait chargé de la mise en œuvre de la CABT. Malheureusement, au vu de la situation internationale actuelle, cela ne semble pas réalisable à ce stade.

39. C'est aux pays parties à la CABT qu'il incombe avant tout d'évaluer si cette dernière est respectée. Depuis 2006, une petite Unité d'appui à l'application, créée au sein du Bureau des affaires du désarmement de l'ONU, contribue à la mise en application de la CABT. Elle fournit un appui administratif aux réunions de la convention, coordonne l'échange d'informations sur les mesures de mise en œuvre prises par les pays, et organise des échanges sur les mesures de confiance. Dotée d'un effectif permanent de trois personnes, cette unité ne bénéficie que d'un financement modeste en dehors des contributions volontaires de divers États parties, ce qui l'empêche de fournir un appui plein et entier aux activités relevant de la CABT (Jenkins, 2017).

40. L'article XII de la CABT prévoit l'organisation, tous les cinq ans, de conférences d'examen ayant pour objectif de faire le bilan du fonctionnement de la Convention et de s'assurer de la

bonne mise en œuvre de ses objectifs et dispositions. Lors de la dernière conférence d'examen tenue en novembre 2016, les États parties ont passé en revue les activités volontaires qui avaient eu lieu dans le but d'améliorer la transparence et la coordination de la mise en œuvre de la CABT au niveau national (Nations Unies, 2016). Ces initiatives (évaluations collégiales, visites, échanges entre experts et démonstration des bonnes pratiques) permettent aux États de faire preuve de transparence et d'établir la confiance, et apportent une contribution essentielle au moment de juger de l'application de la convention (Lentzos, 2020). La neuvième conférence d'examen devrait avoir lieu du 8 au 26 novembre 2021. Même s'il ne faut pas s'attendre à ce que les États parties se prononcent sur la mise en place d'un cadre concret de supervision et de vérification, la pandémie de Covid-19 devrait venir alimenter le débat sur des normes et standards nouveaux susceptibles de renforcer la CABT et d'en accroître la transparence.

VI. LES ARMES BIOLOGIQUES ET LE RÔLE DE L'OTAN DANS LA DÉFENSE BIOLOGIQUE

41. La défense biologique fait implicitement partie du principe de résistance inscrit à l'article 3 du traité fondateur de l'OTAN, dans lequel les Alliés s'engagent à maintenir et accroître « leur capacité individuelle et collective de résistance à une attaque armée » (OTAN, 2019a). L'OTAN regroupe généralement les risques biologiques avec les menaces chimiques, radiologiques et nucléaires (CBRN), qu'elle gère dans le cadre de la prévention de la prolifération des armes de destruction massive (ADM) entre les États. Le risque que des terroristes utilisent des agents biologiques est pris en compte dans la stratégie OTAN de lutte contre le terrorisme. Lors du sommet de Bruxelles en 2018, les chefs d'État et de gouvernement des pays de l'OTAN ont souligné la nécessité de se protéger contre les menaces biologiques, dans le contexte à la fois de la lutte contre le terrorisme au sens large et contre la prolifération des ADM (OTAN, 2018).

Encadré 5 : La défense biologique

La défense biologique désigne les mesures défensives qui sont prises pour réduire au minimum ou supprimer les vulnérabilités à l'égard d'un incident biologique, ainsi que les effets produits par l'incident. Cela inclut les plans, procédures, politiques et textes législatifs visant à établir et à mettre en œuvre des mesures de protection contre des attaques commises à l'aide d'agents biologiques. Il n'existe pas de solution unique pour éliminer les risques que représente l'utilisation d'un agent biologique dangereux par un adversaire. Une défense biologique efficace est constituée de plusieurs couches, à savoir : sensibilisation à la menace ; prévention et protection ; surveillance et détection ; enfin, réaction et redressement (Singh, 2019). Elle s'appuie sur un large éventail de parties prenantes telles que les autorités de santé publique, les services médicaux, le renseignement, les organisations internationales (dont les Nations unies et l'OTAN) et le secteur privé (Katz et al, 2018).

42. Si la préparation contre les attaques biologiques et la prévention du bioterrorisme relèvent surtout de la responsabilité des États membres, l'OTAN a un rôle à jouer dans l'élaboration des politiques de dissuasion et de défense biologique. Lors du sommet de Prague en 2002, les chefs d'État et de gouvernement des membres de l'Alliance ont réaffirmé « leur volonté d'étoffer et d'améliorer rapidement [leurs] capacités de défense NBC [nucléaires, biologiques et chimiques] » et souscrit à la mise en œuvre de cinq initiatives de défense visant à renforcer les capacités de défense de l'Alliance contre les ADM. Il s'agit notamment d'un centre d'excellence virtuel pour la défense contre les armes NBC, d'un laboratoire d'analyse NBC déployable et d'un stock OTAN de moyens de défense biologique et chimique (OTAN, 2002). Au siège de l'OTAN, la Division Affaires politiques et politique de sécurité reste responsable de la coordination et de la mise en œuvre d'ensemble de la politique de défense CBRN adoptée en 2009.

43. Les capacités de défense CBRN de l'OTAN sont principalement la Force opérationnelle interarmées multinationale de défense CBRN (CJ-CBRND-TF), la capacité OTAN de téléexpertise

CBRN, le Centre d'excellence interarmées pour la défense CBRN (JCBRND COE) et le Centre d'excellence pour la défense contre le terrorisme (DAT COE). La CJ-CBRND-TF conduit des opérations de reconnaissance et de suivi et gère un système de surveillance des maladies. Elle comprend également une équipe d'intervention rapide qui peut être déployée – sur demande et après accord – pour soutenir les efforts nationaux de lutte contre des menaces CBRN (OTAN, 2018). Le JCBRND COE, installé à Vyskov en République tchèque, permet d'accroître l'interopérabilité et les capacités des Alliés dans le domaine CBRN en organisant des activités de formation ainsi que des entraînements et des exercices au niveau multinational. Ce centre aide en outre les Alliés à élaborer des doctrines, des procédures et des normes en matière de défense (OTAN, 2020b). Le Centre OTAN d'excellence pour la médecine militaire implanté à Budapest (Hongrie) aide l'Alliance à réaliser son objectif de transformation continue dans le domaine médical. Il constitue également le point de contact et l'organe de coordination principal pour les enseignements tirés dans le domaine médical au sein de l'OTAN (OTAN, Centre d'excellence pour la médecine militaire).

44. Pour améliorer la défense biologique, l'OTAN est également très active dans le domaine politique et diplomatique. Tous les membres de l'Alliance sont parties à la Convention sur les armes biologiques, et l'OTAN contribue par ses politiques et ses activités à l'efficacité des actions vérifiables de maîtrise des armements, de désarmement et de non-prolifération. Ainsi, lors du sommet de Bruxelles en 2018, les chefs d'État et de gouvernement des pays membres ont appelé la République démocratique de Corée (ou Corée du Nord) à respecter la CABT. L'OTAN coopère en outre avec les Nations unies, l'Union européenne (UE), ainsi que des organisations régionales et des initiatives multilatérales pour lutter contre la prolifération des armes biologiques et autres ADM.

45. L'OTAN joue un rôle crucial en coordonnant les capacités de défense biologique des États membres. L'échange de renseignements – par exemple à l'aide du système d'alerte du renseignement de l'OTAN (NIWS) et du système OTAN de réponse aux crises (NCRS) – peut être capital pour permettre l'identification précoce par les Alliés des menaces biologiques (Iftimie, 2020). Le partage des bonnes pratiques lors d'exercices et de séances d'entraînement multinationaux – y compris par l'intermédiaire du centre d'entraînement virtuel de la CJ-CBRND-TF – est également primordial pour permettre aux Alliés de se préparer à des attaques biologiques.

46. Bien que la menace des armes biologiques soit au centre de toutes les attentions depuis 2001, la combinaison des avancées technologiques et d'un contexte de la menace déjà imprévisible complique la définition de la portée des réactions et limite les possibilités de préparation des États. Dans la pratique, cela s'est traduit par un déséquilibre entre les différents aspects de la défense biologique, l'accent étant mis sur la réaction et le redressement plutôt que sur la biosurveillance et la détection (Frinking et al, 2016).

47. La pandémie de Covid-19 a montré que l'OTAN pouvait jouer un rôle clé en aidant les États membres à réagir en cas d'urgence sanitaire. Le Centre euro-atlantique de coordination des réactions en cas de catastrophe (EADRCC) fonctionne comme un mécanisme de centralisation qui coordonne les demandes et propose aux membres et partenaires de l'OTAN une aide internationale lorsqu'une crise survient (Coffey and Kochis, 2020). Avec sa coordination de 21 demandes d'aide en octobre 2020, son action a été déterminante dans la réaction des Alliés à la pandémie (EADRCC, 2020). Sa mission, qui inclut la coordination des efforts de prévention, de protection et de préparation aux incidents CBRN, en fait le principal outil OTAN de réponse aux situations d'urgence civile en cas d'attaque biologique.

48. La crise de la Covid-19 a également fait ressortir des défis sécuritaires et sociétaux en marge de la situation épidémiologique à proprement parler, à savoir la perturbation et la polarisation consécutives à des campagnes de désinformation ciblées. Ces récits destinés à semer la division entre membres de l'OTAN et à saper les efforts déployés par les autorités

nationales pour parer aux effets de la pandémie fragilisent la résilience de l'OTAN et de ses membres et entament l'efficacité des mesures qu'ils adoptent pour répondre à la crise. De plus, les campagnes publiques d'information et les directives de santé publique ont été trop souvent insuffisamment coordonnées et, en particulier au début de la pandémie de Covid-19, ont parfois même communiqué aux populations des informations contradictoires. Il est donc impératif qu'une stratégie globale de défense biologique repose notamment sur la communication stratégique. Tout au long de la pandémie, la Division Diplomatie publique de l'OTAN (PDD) a fonctionné en coopération avec la *Task force East Stratcom* de l'UE (Ozawa, 2020 ; De Maio, 2020).

49. La capacité de l'OTAN à réagir aux menaces biologiques est liée à son réseau scientifique et technologique. En cas d'attaque biologique, l'Organisation peut compter sur son personnel spécialisé et ses installations pour trouver des solutions scientifiques en matière de détection, de connaissance de la situation et de décontamination. L'Organisation OTAN pour la science et la technologie (STO) joue ici un rôle clé. Premier forum mondial de recherche collaborative dans le domaine de la défense et la sécurité, la STO regroupe plus de 6 000 scientifiques, ingénieurs et analystes, auxquels s'ajoutent les installations de recherche correspondantes (Jones, 2020). Lors de la pandémie de Covid-19, la STO a créé une plateforme classifiée sur laquelle les scientifiques des membres de l'Alliance et des pays partenaires peuvent soumettre leurs contributions à la gestion de la crise (OTAN, 2020a). Installé à Paris, le Bureau OTAN de soutien à la recherche collaborative (CSO) a également coordonné la recherche dans le cadre de l'actuelle pandémie, notamment des scénarios de réalité virtuelle pour des soins médicaux d'urgence et la réalisation de tests au laser sur des prélèvements de salive. Le réseau scientifique et technologique de l'OTAN permet d'accroître la résistance de l'Alliance aux menaces biologiques et constituerait en cas d'attaque l'une des parties constituantes d'une réaction efficace des Alliés.

50. D'une manière plus générale, la STO mène un vaste programme de recherche couvrant toute la gamme des domaines scientifiques intervenant dans la défense biologique. Ainsi, la Commission Facteurs humains et médecine (HFM) de la STO a mis la dernière main, il y a peu, à une étude scientifique à long terme (2030 et au-delà) sur la défense CBR. Les sujets abordés comprenaient la défense CBR en tant que système ; les environnements porteurs de menaces CBR ; la gestion des connaissances ; la détection, l'identification, le suivi et le diagnostic ; la protection physique ; la gestion du risque ; les contremesures médicales ; la formation et l'entraînement et enfin, la maîtrise des armements, le désarmement et la non-prolifération.

51. Le Comité OTAN des plans d'urgence dans le domaine civil (CEPC) a publié des lignes directrices non contraignantes concernant l'intensification de la coopération civilo-militaire face aux conséquences d'événements CBRN de grande ampleur associés à des attentats terroristes (OTAN, 2019b). En 2016, l'OTAN a défini sept exigences de base au nombre desquelles figure la capacité de parer à des situations faisant de multiples victimes. Elle a également élaboré depuis lors des orientations destinées à aider les Alliés dans les domaines en question en adoptant une approche tous risques et pangouvernementale. Par ailleurs, on procède actuellement à la compilation et à l'examen des enseignements tirés de la pandémie de Covid-19. Ceux-ci mettent notamment en exergue la nécessité de renforcer, à l'échelle des pays, la sécurité des dispositifs d'approvisionnement touchant aux contremesures médicales. L'OTAN a aussi créé un fonds d'affectation spéciale pour la réponse à la pandémie, qui doit permettre de maintenir un stock de fournitures et de matériels médicaux prêts à être livrés rapidement aux Alliés et aux partenaires (OTAN, 2021). Il est prévu, compte tenu de ce qui précède, que les orientations en vigueur soient mises à jour de manière à inclure des mesures d'atténuation basées sur les enseignements ainsi identifiés.

52. Quoi qu'il en soit, la protection contre l'utilisation d'agents biologiques à des fins malveillantes est en fin de compte une responsabilité nationale. Il est important de souligner que les capacités des Alliés en matière de défense biologique – ainsi que le réseau scientifique et technologique dont ils disposent – sont très variables, de même que les ressources financières et les compétences qu'ils détiennent. Plusieurs membres de l'Alliance ont pris des mesures

importantes dans le domaine de la défense biologique. Les États-Unis occupent une place de premier plan en la matière et utilisent une approche pangouvernementale. Des accords ont ainsi été conclus avec des organismes publics aux niveaux fédéral, des États fédérés et local. La *Biomedical Advanced Research and Development Authority* (BARDA) a lancé le projet de défense biologique BioShield, dont le but est de se préparer à une éventuelle attaque bioterroriste (Haseltine, 2020). Parallèlement, le *Biodefense Knowledge Center* (BKC) fournit aux organismes chargés du territoire et de la sécurité nationale des avis d'experts et des analyses de données sur les menaces biologiques qui sont utilisables pour la préparation, l'élaboration des plans de réponse et la prise de décisions opérationnelles (Frinking et al, 2016). En 2003, les États-Unis ont constitué des stocks stratégiques de médicaments et de fournitures médicales d'une valeur de 7 milliards de dollars, entreposés dans des lieux stratégiques à travers le pays dans le but de pouvoir réagir rapidement en cas d'incident CBRN (Chatfield, 2020).

VII. CONCLUSIONS

53. Selon l'indice de sécurité sanitaire mondiale de 2019, la sécurité et la sûreté biologiques demeurent des domaines de la sécurité sanitaire trop souvent négligés. La pandémie de Covid-19 a donc représenté une façon d'alerter la communauté internationale sur le fait qu'elle ne peut plus se permettre d'ignorer les risques biologiques. La Covid-19 a exposé au grand jour la réalité des risques biologiques ainsi que les graves lacunes des pays de l'OTAN pour faire face à une menace biologique de grande ampleur. S'agissant des aspects positifs, les forces armées des pays de l'OTAN, et l'Organisation elle-même, contribuent utilement à l'atténuation des effets de la crise. Elles ont aussi un grand rôle à jouer au regard de la défense biologique. Leur intervention est cruciale pour protéger nos pays et nos populations contre des attaques biologiques futures commises par des États voyous ou des groupes terroristes. Il est donc vital que les Alliés s'acquittent de leur engagement à consacrer 2 % de leurs PIB respectifs à la défense – et ne réduisent pas leurs dépenses de défense.

54. L'OTAN et les Alliés continuent d'améliorer leur posture dans le domaine de la défense biologique en étoffant les capacités dont ils disposent. Pour autant, les progrès rapides des technologies émergentes et de rupture ne permettent pas à l'OTAN de rester au fait des menaces biologiques naissantes. Le génie biologique en est encore à ses débuts ; le nombre de laboratoires qui conduiront des travaux dans ce domaine ne fera qu'augmenter. Aujourd'hui déjà, le contrôle de ce type d'installations n'est pas suffisant, les organisations internationales comme l'OMS et les accords existants comme la CABT ne disposant ni du mandat ni des ressources pour surveiller efficacement ce qui s'y passe.

55. Les parlementaires des pays de l'OTAN peuvent jouer un rôle important dans l'atténuation des difficultés que rencontrent les Alliés dans le domaine de la défense biologique. Ils peuvent par exemple :

- intensifier la sensibilisation au spectre des menaces biologiques et à l'importance de la défense biologique auprès des parlements nationaux et auprès du public ;
- faire remonter les risques biologiques et la nécessité d'un renforcement de la défense biologique en meilleure place à l'ordre du jour des questions de sécurité de nos pays et de l'Alliance ;
- lancer un appel aux gouvernements nationaux pour qu'ils renforcent leur expertise dans le domaine de la défense biologique en accroissant le nombre de spécialistes de cette discipline au travers des formations prodiguées aux chercheurs et étudiants des sciences du vivant ; les exhorter à renforcer leurs capacités actuelles de défense biologique ;
- inviter les gouvernements nationaux à déterminer si les politiques de défense biologique en place et les capacités de défense biologique communes sont suffisantes pour faire face aux menaces biologiques actuelles et futures, et mobiliser des ressources suffisantes pour qu'il en soit ainsi ;

- évaluer les enseignements tirés de la pandémie de Covid-19 en termes de communication stratégique/de crise et de communication publique, lesquelles devraient être améliorées afin de parer à d'éventuelles campagnes de désinformation ou de mésinformation pouvant saper les efforts des autorités nationales ;
- mobiliser des ressources supplémentaires pour la résilience, y compris des capacités de défense CBRN, et empêcher que des coupes supplémentaires soient effectuées dans ce domaine ;
- renforcer le cadre international de réglementation de la défense biologique au travers d'un soutien accru à l'Unité d'appui à l'application de la CABT, qui manque dramatiquement d'effectifs et de moyens de financement ;
- déterminer s'il convient d'améliorer les mesures de détection et de prévention de la prolifération des matières biologiques et des équipements à double usage et dans l'affirmative, identifier les moyens de parvenir à cet objectif ;
- moderniser les capacités de développement et de production de contremesures biologiques de l'Alliance et garantir l'existence des chaînes d'approvisionnement et stocks indispensables à cette fin ; s'appuyer sur les directives de l'OTAN pour améliorer plus avant la résilience au travers de la préparation civile, y compris face à de possibles incidents CBRN ;
- encourager les gouvernements nationaux à recourir davantage à l'OTAN pour échanger des expériences et des bonnes pratiques entre les États membres et avec les pays partenaires, notamment en augmentant le nombre d'exercices consacrés à la défense biologique et en contribuant à l'échange d'informations entre chercheurs civils et militaires de manière à éviter les redoublements d'efforts ;
- inciter nos gouvernements à déterminer si le Conseil de l'Atlantique Nord et ses comités subsidiaires pourraient faire office d'enceintes politiques où seraient traitées les réunions et conférences d'examen de la CABT à venir et ce faisant, contribuer à aligner les politiques en vue d'un renforcement de la Convention ;
- évaluer si et comment les membres de l'OTAN pourraient mieux contribuer au renforcement des capacités de défense biologique, notamment au travers de la STO ;
- organiser régulièrement des formations et des exercices sur table OTAN réunissant des unités civiles et militaires, de manière à tester et à améliorer les déploiements rapides, la collaboration multi-agences, l'interopérabilité et une communication coordonnée ;
- mieux sensibiliser à la nature changeante des menaces biologiques en ne s'arrêtant pas aux seules maladies déclenchées par des agents pathogènes, pour éviter que des innovations biotechnologiques à double usage ne prennent l'OTAN et les pays alliés par surprise.

56. La neuvième conférence d'examen de la CABT – prévue en 2021 – et le fait que la Covid-19 ait fait prendre conscience à nos populations des conséquences graves d'un déficit d'attention pour les risques biologiques nous offrent une chance de combler ces lacunes qui existent dans la défense biologique de nos pays. Et nous ne devons pas manquer cette occasion de le faire.

BIBLIOGRAPHIE

- Ankenbrand, Hendrik, "Baut China den Supersoldaten? [Is China Building a Supersoldier?]", *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 13 July 2021, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/wie-china-gendaten-militaerisch-nutzen-koennte-17436118.html>
- AP-OTAN, "Résolution 465 L'innovation dans le domaine de la défense", Recommandations de politique générale, 23 novembre 2020, <https://www.nato-pa.int/fr/document/2020-recommandations-de-politique-generale-de-lap-otan-2020>
- Arms Control Association, "The Australia Group at a Glance", January 2018, <https://www.armscontrol.org/factsheets/australiagroup>
- Baumgaertner, Emily and Broad, William J., "North Korea's Less-Known Military Threat: Biological Weapons", *The New York Times*, 15 January 2019, <https://www.nytimes.com/2019/01/15/science/north-korea-biological-weapons.html>
- Binding, Lucia, "Coronavirus: Two charged with terror offences over threats to spread COVID-19", *Sky News*, 10 April 2020, <https://news.sky.com/story/coronavirus-two-charged-with-terror-offences-over-threats-to-spread-covid-19-11970802>
- Block, Steven M., "The growing threat of biological weapons", *American Scientist*, 2001, 89(1), 28–37, https://www.americanscientist.org/sites/americanscientist.org/files/20051220155539_306.pdf
- Blum, Marc-Michael and Neumann, Peter, "Corona and Bioterrorism: How serious is the threat?", *War on the Rocks*, 22 June 2020, <https://warontherocks.com/2020/06/corona-and-bioterrorism-how-serious-is-the-threat/>
- Brockmann, Kolja, Bauer, Sibylle and Boulanin, Vincent, "BIO PLUS X: Arms Control and the Convergence of Biology and Emerging Technologies", *Stockholm International Peace Research Institute*, March 2019, https://www.sipri.org/sites/default/files/2019-03/sipri2019_bioplusx_0.pdf
- Brzozowski, Alexandra, "Has COVID-19 increased the threat of bioterrorism in Europe?", *Euractiv*, 3 June 2020, <https://www.euractiv.com/section/defence-and-security/news/has-covid-19-increased-the-threat-of-bioterrorism-in-europe/>
- Bush, Larry M. and Perez, Maria, T., "The anthrax attacks 10 years later", *Annals of Internal Medicine*, 3 January 2012, 156: 41-4, <https://www.acpjournals.org/doi/full/10.7326/0003-4819-155-12-201112200-00373>
- Calderone, Len, "Is That a Bug or a Robotic Spy?", *Robotics Tomorrow*, 5 December 2017, <https://www.roboticstomorrow.com/article/2017/12/is-that-a-bug-or-a-robotic-spy/11089>
- Carus, W. Seth, "Bioterrorism and Biocrimes: The Illicit Use of Biological Agents Since 1900", *Center for Counterproliferation Research, National Defense University Washington D.C.*, February 2001, <https://fas.org/irp/threat/cbw/carus.pdf>
- Centers for Disease Control and Prevention, "Bioterrorism overview", *CDC, Washington, DC*, 28 February 2006, https://emergency.cdc.gov/bioterrorism/pdf/bioterrorism_overview.pdf
- Centre européen de prévention et contrôle des maladies, "COVID-19 situation update worldwide", accessed 18 March 2021, <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases>
- Chatfield, Steven, "How can Europe best prepare for potential biological attacks?", *Friends of Europe*, 18 March 2020, <https://www.friendsofeurope.org/insights/how-can-europe-best-prepare-for-potential-biological-attacks/>
- Coffey, Luke and Kochis, Daniel, "NATO's Role in Pandemic Response", *The Heritage Foundation*, 5 May 2020, <https://www.heritage.org/global-politics/report/natos-role-pandemic-response>
- Conseil de l'Europe, "Le Conseil de l'Europe continue ses efforts pour renforcer la coopération internationale contre le terrorisme, y compris le bioterrorisme", 6 avril 2020, <https://www.coe.int/fr/web/human-rights-rule-of-law/-/bioterrorism-a-continuous-threat>
- Dananjayan, Sathian and Raj, Gerard Marshall, "Artificial intelligence during a pandemic: the COVID-19 example", *International Journal of Health Planning and Management*, 20 May 2020, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hpm.2987>
- Dando, Malcom, "2005: The bioterrorist cookbook", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 7 December 2020 (originally published 2005), <https://thebulletin.org/premium/2020-12/2005-the-bioterrorist-cookbook>

- Danzig, Richard, "Catastrophic Bioterrorism—What Is to Be Done?", Center for Technology and National Security Policy, August 2003, http://www.response-analytics.org/images/Danzig_Bioterror_Paper.pdf
- Dass, Reuben Ananthan Santhana, "Bioterrorism: Lessons from the COVID-19 Pandemic", *Counter Terrorist Trends and Analyses*, vol. 13, no. 2, 202, https://www.jstor.org/stable/27016617?seq=1#metadata_info_tab_contents
- Davis, Aaron C. and Brown, David, "Arrest made in ricin case; mailings are an eerie echo of 2001 anthrax attacks", *The Washington Post*, 17 April 2013, https://www.washingtonpost.com/politics/letter-to-obama-containing-suspicious-substance-intercepted-by-secret-service/2013/04/17/dd4b2152-a76e-11e2-a8e2-5b98cb59187f_story.html
- DeFranco, Joseph, "Dark Side of Delivery: The Growing Threat of Bioweapon Dissemination by Drones", *Defence IQ*, 24 January 2020, <https://www.defenceiq.com/cyber-defence-and-security/articles/the-dark-side-of-delivery-the-growing-threat-of-bioweapon-dissemination-by-drones>
- De Maio, Giovanna, "NATO's Response to COVID-19: Lessons for Resilience and Readiness," Brookings Institution, October 2020, https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2020/10/FP_20201028_nato_covid_demaio-1.pdf
- EADRCC, "EADRCC SITUATION REPORT #22 COVID-19", 29 October 2020, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/10/pdf/201029-EADRCC-0121_sitrep22.pdf
- Frinking, Erik, et al., "The Increasing Threat of Biological Weapons: Handle with Sufficient and Proportionate Care", *The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS)*, 2016, https://mk0hcssnlsb22xc4fhr7.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2017/02/Threat-and-Care-of-BWdef4eversie_0.pdf
- Frischknecht, Friedrich, "The history of biological warfare. Human experimentation, modern nightmares and lone madmen in the twentieth century", *EMBO reports* vol. 4 Spec No, Suppl 1 (2003): S47-52, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1326439/>
- GAVI, "What are nucleic acid vaccines and how could they be turned against COVID-19?", n.d., <https://www.gavi.org/vaccineswork/what-are-nucleic-acid-vaccines-and-how-could-they-be-used-against-covid-19>
- Gerstein, Daniel M., "Countering Bioterror", *RAND Corporation*, 18 January 2016, <https://www.rand.org/blog/2016/01/countering-bioterror.html>
- Green, Manfred S., LeDuc, James, Franz, David R., "Confronting the threat of bioterrorism: realities, challenges, and defensive strategies", *The Lancet*, 16 October 2018, [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(18\)30298-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(18)30298-6/fulltext)
- Haseltine, William A., "Putting COVID-19 Behind Us: A Research Agenda To Prepare For The Next Pandemic", *Forbes*, 8 May 2020, <https://www.forbes.com/sites/williamhaseltine/2020/05/08/putting-covid-19-behind-us-a-research-agenda-to-prepare-for-the-next-pandemic/>
- Heaven, Will D., "AIs that read sentences are now catching coronavirus mutations", *MIT Technology Review*, 14 January 2021, <https://www.technologyreview.com/2021/01/14/1016162/ai-language-nlp-coronavirus-hiv-flu-mutations-antinbodies-immune-vaccines/>
- Iftimie, Ion A., "The implications of COVID-19 for NATO's counter-bioterrorism" in "COVID-19: NATO in the Age of Pandemics," ed. Thierry Tardy, Rome: NATO Defence College, 1 May 2020, <https://www.jstor.org/stable/resrep25148.12>
- Interpol, "Bioterrorism prevention programme", October 2017, <https://www.interpol.int/en/Crimes/Terrorism/Bioterrorism>
- ISO, "STANDARDS BY ISO/TC 276: Biotechnology", n.d., <https://www.iso.org/committee/4514241/x/catalogue/>
- Jenkins, Bonnie, "The Biological Weapons Convention at a crossroad", *The Brookings Institution*, 6 September 2017, <https://www.brookings.edu/blog/order-from-chaos/2017/09/06/the-biological-weapons-convention-at-a-crossroad/>
- Johns Hopkins Center for Health, "2019 Global Health Security Index", *Security/Nuclear Threat Initiative/Economist Intelligence Unit*, October 2019 <https://www.ghsindex.org/wp-content/uploads/2020/04/2019-Global-Health-Security-Index.pdf>
- Jones, Kevan, "COVID-19, International Security, and the Importance of NATO's Science and Technology Network", *Special Report of the Science and Technology Committee (STC)*, NATO

- Parliamentary Assembly, 20 November 2020, <https://www.nato-pa.int/document/2020-revised-draft-report-covid-19-international-security-and-importance-nato-sto-jones>
- Kupferschmidt, Kai, "How Canadian researchers reconstituted an extinct poxvirus for \$100,000 using mail-order DNA", *Science*, 6 July 2017, <https://www.sciencemag.org/news/2017/07/how-canadian-researchers-reconstituted-extinct-poxvirus-100000-using-mail-order-dna>
- Laipson, Ellen, "After the pandemic: COVID-19 exposes threat of biological warfare", Euractiv, 30 March 2020, <https://www.euractiv.com/section/politics/opinion/after-the-pandemic-covid-19-exposes-threat-of-biological-warfare/>
- Lentzos, Filippa, "How to protect the world from ultra-targeted biological weapons", Bulletin of the Atomic Scientists, 7 December 2020, <https://thebulletin.org/premium/2020-12/how-to-protect-the-world-from-ultra-targeted-biological-weapons/>
- Lentzos, Filippa and Koblentz, Gregory D., "Mapping Maximum Biological Containment Labs Globally", King's College London, May 2021, [https://static1.squarespace.com/static/6048d7a0e9652c472e619f6f/t/60ae71cea2219b008f29d4ca/1622045135314/Mapping+BSL4+Labs+Globally+EMBARGOED+until+27+May+2021+1800+CET.pdf](https://static1.squarespace.com/static/6048d7a0e9652c472e619f6f/t/60ae71cea2219b008f29d4ca/1622045135314/Mapping+BSL4+Labs+Globally+EMBARGOED+until+27+May+2021+1800+CET.pdf%22%20HYPERLINK%20%22https://static1.squarespace.com/static/6048d7a0e9652c472e619f6f/t/60ae71cea2219b008f29d4ca/1622045135314/Mapping+BSL4+Labs+Globally+EMBARGOED+until+27+May+2021+1800+CET.pdf)
- Lentzos, Filippa and Koblentz, Gregory D., "Mapping BSL4s around the world", King's College London, 2021, <https://www.globalbiolabs.org/map>
- Nations Unies, Eighth Review Conference of the States Parties to the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on Their Destruction, 10 novembre 2016 <https://digitallibrary.un.org/pages/?page=reg&ln=en>
- Nations Unies, "Secretary-General's remarks to the Security Council on the COVID-19 Pandemic", 9 avril 2020, <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2020-04-09/secretary-generals-remarks-the-security-council-the-covid-19-pandemic-delivered>
- Nations Unies, "Terrorists potentially target millions in makeshift biological weapons "laboratories", UN forum hears", UN News, 17 août 2018, <https://news.un.org/en/story/2018/08/1017352>
- NCSC (National Counterintelligence and Security Center), "China's Collection of Genomic and other Healthcare Data from America: Risks to Privacy and U.S. Economic and National Security", February 2021, https://www.dni.gov/files/NCSC/documents/SafeguardingOurFuture/NCSC_China_Genomics_Fact_Sheet_2021revision20210203.pdf
- Meselson, Matthew, "Averting the hostile exploitation of biotechnology", Chemical and Biological Weapons Convention Bulletin, 48, 2001, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.1300&rep=rep1&type=pdf#page=163>
- OMS, "Draft landscape of COVID-19 candidate vaccines", 19 février 2021a, <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>
- OMS, "Biological Weapons", 2021a, https://www.who.int/health-topics/biological-weapons#tab=tab_1
- Organisation OTAN pour la science et la technologie, "Science & Technology Trends 2020-2040: Exploring the S&T Edge", mars 2020, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
- OTAN, "Déclaration du Sommet de Prague", diffusée par les chefs d'états et de gouvernements participants à la réunion du Conseil de l'Atlantique Nord tenue à Prague le 21 novembre 2002, https://www.nato.int/cps/fr/natohq/official_texts_19552.htm
- OTAN, "Déclaration du sommet de Bruxelles, publiée par les chefs d'État et de gouvernement participant à la réunion du Conseil de l'Atlantique Nord tenue à Bruxelles les 11 et 12 juillet 2018", 11 juillet 2018, https://www.nato.int/cps/fr/natohq/official_texts_156624.htm
- OTAN, "Réponse de l'OTAN face aux menaces que constituent les armes de destruction massive, octobre 2018, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2018/10/pdf/1810-factsheet-wmd-fr.pdf
- OTAN, "Le Traité de l'Atlantique Nord", 10 avril 2019a, https://www.nato.int/cps/fr/natolive/official_texts_17120.htm
- OTAN, "NATO's Response to the COVID-19", February 2021, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/2/pdf/2102-factsheet-COVID-19_en.pdf

- OTAN, "NATO Centre of Excellence for Military Medicine", consulté le 29 juillet 2021, https://www.coemed.org/about-us#what_is_the_nato_milmed_coe
- OTAN, "Non-binding guidelines for enhanced civil-military cooperation to deal with the consequences of large-scale CBRN events associated with terrorist attacks", NATO International Staff Defence Policy and Planning Division, 2019b, https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/200414-guidelines-civmilcoop-cbrn.pdf
- OTAN, "Réponse à la pandémie : l'OTAN mobilise son réseau de scientifique", 21 avril 2020a, https://www.nato.int/cps/fr/natohq/news_175293.htm
- OTAN, "Les centres d'excellence", 3 novembre 2020b, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_68372.htm?selectedLocale=fr
- Ozawa, Marc, "NATO and Russia in the time of Corona. Countering disinformation and supporting Allies," in "COVID-19: NATO in the Age of Pandemics", ed. Thierry Tardy, Rome: NATO Defence College, 1 May 2020, https://www.jstor.org/tc/accept?origin=%2Fstable%2Fpdf%2Fresrep25148.9.pdf%3Frefreqid%3Dexcelsior%253Ad9eb64b9c0e6dab5e08d7616a2323f20&is_image=False
- Pauwels, Eleonore, "The New Geopolitics of Converging Risks: The UN and Prevention in the Era of AI", United Nations University Centre for Policy Research, 29 April 2019, <https://i.unu.edu/media/cpr.unu.edu/attachment/3472/PauwelsAIGeopolitics.pdf>
- Pilch, Richard and Tyson Kreger, Rhianna, "The Pandemic's Preparedness Lessons", James Martin Center for Nonproliferation Studies, Middlebury Institute of International studies at Monterey, 12 June 2020, <https://nonproliferation.org/the-pandemics-preparedness-lessons/>
- Riedel, Stefan, "Biological warfare and bioterrorism: a historical review", Proceedings (Baylor University. Medical Center), vol. 17,4, 2004, 400-6, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1200679/>
- Rodgers, Joseph; Lentzos, Filippa; Koblenz, Gregory D. and Ly, Minh, "How to make sure the labs researching the most dangerous pathogens are safe and secure", *Bulleting of the Atomic Scientists*, 2 July 2021, <https://thebulletin.org/2021/07/how-to-make-sure-the-labs-researching-the-most-dangerous-pathogens-are-safe-and-secure/>
- Ryan, Dorothy, "Highly sensitive trigger enables rapid detection of biological agents", MIT News, 16 December 2020, <https://news.mit.edu/2020/highly-sensitive-trigger-enables-rapid-detection-biological-agents-0916>
- Schmidt, Charles, "New Coronavirus Variants are Urgently Being Tracked around the World", *Scientific American*, 21 June 2021, available at <https://www.scientificamerican.com/article/new-coronavirus-variants-are-urgently-being-tracked-around-the-world/>
- Silke, Andrew, "COVID-19 and terrorism: assessing the short-and long-term impacts", Pool Re Commentary, 5 May 2020, <https://www.poolre.co.uk/wp-content/uploads/2020/05/COVID-19-and-Terrorsim-report-V1.pdf>
- Singer, Emily, "AI Could Help Predict Which Flu Virus Will Cause the Next Deadly Human Outbreak", *Wired*, 3 September 2013, <https://www.wired.com/2013/09/artificial-intelligence-flu-outbreak/>
- Singh, Anup, Parthemore, Christine and Weber, Andrew, "Making Bioweapons Obsolete: A Summary of Workshop Discussions", Council on Strategic Risks, 27 August 2019, https://councilonstrategicrisks.org/wp-content/uploads/2020/02/Making_Bioweapons_Obsolete.pdf
- SIPRI, "SIPRI Yearbook 1993: World Armaments and Disarmament", Stockholm International Peace Research Institute, 1993, <https://www.sipri.org/sites/default/files/SIPRI%20Yearbook%201993.pdf>
- Stieg, Cory, "How this Canadian start-up spotted coronavirus before everyone else knew about it", *CNBC*, 3 March 2020, <https://www.cNBC.com/2020/03/03/bluedot-used-artificial-intelligence-to-predict-coronavirus-spread.html>
- The Economist, "Hide and seek: Remote detection of bioweapons will soon be useful in the event of an attack", 28 November 2002, <https://www.economist.com/science-and-technology/2002/11/28/hide-and-seek>
- The Economist, "Hell's kitchens: Makeshift weapons are becoming more dangerous with highly sophisticated, commercially available kit", 21 May 2016, <https://www.economist.com/science-and-technology/2016/05/21/hells-kitchens>

- Trakimavičius, Lukas, "Is Russia Violating the Biological Weapons Convention?", *New Atlanticist*, 23 May 2018, <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/is-russia-violating-the-biological-weapons-convention/>
- Trezza, Carlo, "COVID-19 shows that the Biological Weapons Convention must be strengthened", *European Leadership Network*, 27 April 2020, <https://www.europeanleadershipnetwork.org/commentary/covid-19-shows-that-the-biological-weapons-convention-must-be-strengthened/>
- Tu, Anthony, "Chemical and Biological Weapons and Terrorism", CRC Press, 2018
- UNICRI, "Stop the virus of disinformation: the risk of malicious use of social media during COVID-19 and the technology options to fight it", *United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute (UNICRI)*, November 2020, <http://www.unicri.it/sites/default/files/2020-11/SM%20misuse.pdf>
- UNOCT, "Chemical, biological, radiological and nuclear terrorism", *United Nations Office of Counterterrorism*, n.d., <https://www.un.org/counterterrorism/chemical-biological-radiological-nuclear-terrorism>
- UNODA, "Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on Their Destruction", n.d., <http://disarmament.un.org/treaties/t/bwc>
- UNODA, "Meetings under the Biological Weapons Convention", n.d., <https://www.un.org/disarmament/biological-weapons/about/meetings/>
- US Department of Justice, "Amerithrax Investigative Summary", 19 February 2010, <https://www.justice.gov/archive/amerithrax/docs/amx-investigative-summary.pdf>
- US State Department 2019, "Report on Adherence to and Compliance With Arms Control, Nonproliferation, and Disarmament Agreements and Commitments", *Bureau of Arms Control, Verification and Compliance*, 2019, <https://www.state.gov/wp-content/uploads/2019/08/Compliance-Report-2019-August-19-Unclassified-Final.pdf>
- Warmbrod, Kelsey L., Revill, James and Connell, Nancy D., "Advances in Science and Technology in the Life Sciences and their Implications for Biosecurity and Arms Control", *UNDIR*, 19 August 2020, <https://doi.org/10.37559/SecTec/20/01>
- Warrell, Helen, "Fears that terrorists will exploit pandemic worry security experts", *Financial Times*, 4 December 2020, <https://www.ft.com/content/1c3c52cb-1aba-4ba5-9080-2b3e894b17bc>
- Warrell, Helen, "Laboratory viruses pose 'existential threat', warns bioweapons expert", *Financial Times*, 6 March 2021, <https://www.ft.com/content/e625f182-7443-467e-86bd-6f692dd8f64d>
- World Economic Forum, "Going Viral, The Transformation of Biological Risks", in *The Global Risks Report 2019: 14th Edition*, 2019, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf
- Zanders, Jean Pascal, "Chemical and Biological Weapon Terrorism: Assessing the challenges from sub-state proliferation", *Chemical and Biological Weapons Convention Bulletin*, 48, 2001, <https://www.nonproliferation.org/wp-content/uploads/npr/zander64.pdf>