

*Université Libre de Bruxelles - cours BIOL037*

# ***Les armes biologiques***

*Jacques van Helden*  
*Jacques.van.Helden@ulb.ac.be*

# Agents infectieux

---

- Un micro-organisme vecteur d'une maladie est appelé **agent infectieux**. Les principaux agents infectieux sont les bactéries et les virus.
- Bactéries
  - Elles pénètrent dans l'organisme par voie respiratoire, digestive ou cutanée.
  - Sensibles aux antibiotiques, mais l'utilisation répétée d'un antibiotique favorise l'apparition de souches résistantes.
- Virus
  - De beaucoup plus petite taille que les bactéries.
  - Ils ne peuvent se reproduire en dehors de la cellule qu'ils infectent. Ils sont donc des parasites obligés d'autres cellules.
  - Ils ne sont pas sensibles aux antibiotiques.

# *Phases d'une maladie infectieuse*

---

- Contamination
- Incubation
  - pas de manifestation clinique de la maladie
- Invasion
  - apparition des symptômes
- Période d'état
  - les signes cliniques atteignent leur plus grande intensité
- Période terminale, qui peut prendre différentes formes :
  - mort;
  - guérison totale : disparition des symptômes et des agents pathogènes;
  - guérison partielle : disparition des symptômes mais persistance de l'agent (porteurs sains).

# *Mode d'action des agents infectieux*

---

- Le pouvoir infectant d'un agent biologique peut provenir de plusieurs mécanismes.
  - Prolifération de l'agent infectieux (peste, charbon, tuberculose, ...). Le micro-organisme envahit l'organisme et provoque différents symptômes en fonction des organes atteints.
  - Maladies toxi-infectieuses : le micro-organisme reste localisé à son point de pénétration, d'où il diffuse une toxine.
  - Maladies par intoxication (botulisme) : le micro-organisme ne se multiplie pas dans le corps du malade, mais dans les aliments, où il secrète une toxine.

# Armes biologiques

---

- L'OTAN désigne sous le nom d'**arme biologique** tout *micro-organisme qui provoque une maladie de l'homme, des plantes ou des animaux ou qui produit une détérioration de matériel*. Sont également considérées comme armes biologiques les toxines produites par des micro-organismes (d'après Mollaret, 2002).
- N'importe quel agent infectieux ne peut pas être utilisé comme arme biologique. Il faut réunir un certain nombre de conditions.

# *Critères d'efficacité des armes biologiques*

---

- Critères d'efficacité
  1. Pouvoir infectant: nombre de sujets infectés.
  2. Morbidité: proportion de cas déclenchés dans la population.
  3. Contagiosité: chaque sujet infecté devient foyer d'infection.
  4. Facilité de production en masse.
  5. Rapidité du pouvoir de pénétration (exemple: transmission aérienne).
  6. Résistance du micro-organisme dans la nature (exemple: bactéries sporulantes).
  7. Difficulté à détecter et identifier l'agent infectieux.
  8. Difficulté à se protéger (absence de vaccins dans la population visée).
  9. Difficulté à traiter l'infection (exemple: il n'existe pas de traitement contre la variole).
  10. Risque réduit de choc-retour.
- Aucun agent infectieux ne remplit tous ces critères, on fait généralement des compromis en fonction de la stratégie d'attaque.

## Quelques maladies utilisées comme armes biologiques

---

<b>maladie</b>	<b>type</b>	<b>pénétration</b>	<b>mortalité</b>	<b>délai</b>	<b>action</b>
<b>peste pulmonaire</b>	<b>bactérie</b>	<b>inhalation</b>	<b>100%</b>	<b>3 jours</b>	<b>pulmonaire</b>
<b>charbon (anthrax)</b>	<b>bactérie</b>	<b>inhalation</b>	<b>80%</b>		<b>pulmonaire</b>
<b>tularémie</b>	<b>bactérie</b>	<b>cutanée</b>	<b>40 à 60%</b>		<b>pulmonaire</b>
<b>botulisme</b>	<b>bactérie</b>	<b>digestive</b>			<b>toxine botulique</b>
<b>variole</b>	<b>virus</b>	<b>respiratoire, digestive et cutanée</b>	<b>20 à 40%</b>		

# *Production en petites quantités*

---

- Selon Henri Hubert Mollaret (2002), la préparation d'une arme biologique à petite échelle (pour une attaque terroriste par exemple) ne demande qu'un appareillage très réduit :
  - une cocotte-minute
  - un réfrigérateur ménager
  - un four à micro-ondes
  - un bec Bunsen ou un camping-gaz
  - quelques milieux de culture faciles à préparer
- Il est relativement facile de se procurer des souches infectieuses, et de les transférer d'un pays à un autre (par voie postale par exemple).
- S'il existe un vaccin ou des antibiotiques efficaces contre l'agent utilisé, le terroriste peut facilement se protéger contre les effets.



# *Production à large échelle*

---

- Pour des utilisations militaires, on peut concevoir des installations qui assurent une production énorme (l'URSS produisait 1800 tonnes de charbon par an).
- Les armes biologiques sont de loin les moins coûteuses. Pour une agression sur un territoire d'un kilomètre carré, les coûts sont estimés à
  - 2.000 \$ armes conventionnelles
  - 800 \$ arme nucléaire
  - 600 \$ arme chimique
  - 1 \$ arme biologique

# *La dispersion des agents infectieux*

---

- Selon les moyens disponibles (action militaire ou terroriste) et le type d'agent infectieux, différents modes de dispersion peuvent être envisagés
  - nuage contaminant lâché d'un avion
  - contamination des eaux
  - aérosols en milieu confiné (exemple: métro)

# *Avantages et inconvénients de l'arme biologique*

---

## ■ Avantages

- Faible coût.
- Effet massif : la maladie se propage d'elle-même.
- Spécificité : l'agent infectieux s'attaque uniquement à l'espèce visée (l'humain en général). Le matériel, l'infrastructure et les ressources du territoire sont donc accessibles au vainqueur après l'attaque.

## ■ Inconvénients

- Le principal problème de l'arme biologique est l'effet-retour: si l'agent infectieux est contagieux, l'épidémie peut se retourner contre l'agresseur.

# Détection d'une attaque biologique

---

- Il est quasiment impossible de mettre au point des détecteurs généraux pour détecter une attaque microbienne :
  - notre environnement contient déjà énormément de microbes
  - les populations de microbes fluctuent en fonction des conditions climatiques, des mouvements d'air, ...
- On pourrait sans doute imaginer des détecteurs spécifiques pour un microbe donné, mais comment savoir quel microbe sera utilisé pour l'attaque ?
- En dernier ressort, le premier critère de détection est l'apparition des symptômes chez les premières victimes. Pour assurer une réaction efficace, il faut mettre au point des systèmes de surveillance basés sur la déclaration obligatoire de certaines maladies (Institut de Veille Sanitaire en France).

# *Protection contre les attaques biologiques*

---

- Les possibilités de protection sont très limitées
- Isolement
  - milieux confinés, masques: (en France) les équipements existants sont sans doute suffisants pour protéger efficacement les militaires, mais ne permettraient pas de protéger la population civile
- Vaccination
  - pour bon nombre d'agents infectieux, il n'existe pas de vaccin;
  - même s'il existe un vaccin, on peut sélectionner des souches qui ne sont pas reconnus par les anticorps;
  - il y a un délai entre le moment de la vaccination et l'apparition de la protection (15 jours pour la peste), et il faut parfois plusieurs injections (6 pour le charbon);
  - la vaccination présente des effets secondaires (un mort par million pour le vaccin de la variole), on ne peut donc l'appliquer de façon systématique que si le risque d'attaque dépasse le risque lié à la vaccination elle-même.

# *Les simulations d'attaques biologiques*

---

- Afin d'étudier la portée d'une attaque potentielle, on peut simuler une attaque biologique en dispersant un micro-organisme non pathogène.
- Aux États-Unis, plus de 250 expériences ont été réalisées
  - 1965: simulation d'une dispersion dans l'aéroport de Washington. Dispersion de particules simulant le virus de la variole. Contrôle des passages à leur arrivée à destination, pour détecter les particules de simili-variole. Cette expérience a montré que la côte Ouest pouvait être atteinte en quelques heures, et les 2/3 des États-Unis en 48h.
  - 1969: simulation d'un attentat contre Nixon, réussie. Ceci fut révélé en 1977.

# *L'arme biologique à travers les âges*

---

- L'utilisation des armes biologiques remonte à l'antiquité :
  - flèches trempées dans le sang des malades
  - corps ou vêtements de malades propulsés dans les villes assiégées
  - stratégies pour amener l'ennemi à siéger dans des terrains insalubres
  - vin mélangé à du sang de lépreux
- Les progrès de la microbiologie ont favorisé le développement d'armes biologiques beaucoup plus efficaces.
- Entre la première et la deuxième guerre mondiale, la plupart des grandes nations ont lancé un programme de développement d'armes biologiques.
- Ces programmes ont été amplifiés après la seconde guerre mondiale.

# *Programme américain*

---

- 1942: création du War Research Service, chargé de réduire la vulnérabilité des Etats-Unis en cas de guerre biologique.
- 1950: construction d'une usine de production en Arkansas
  - 1954: programme offensif (production et stockage d'agents infectieux);
  - 1955: programme défensif (vaccins, sérums, antibiotiques, équipement de protection).
- 1969: Nixon annonce l'abandon unilatéral des recherches en matière offensive.
- 1972: une convention est signée par les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et l'URSS qui interdit le stockage, la fabrication et l'acquisition d'agents biologiques à des fins militaires et impose la destruction des stocks existants. Cette convention entre en effet en 1975.
- 1984: reprise officielle des recherches.



# *Programme soviétique*

---

- A la fin des années 1980, le programme soviétique d'armement biologique (Biopreparat) employait 60.000 personnes, réparties sur plusieurs instituts à travers tout le pays.
- Activités des instituts de recherche
  - sélection de bactéries résistantes aux antibiotiques
  - développement d'agents échappant à la vaccination
  - recherche de moyens pour neutraliser le système immunitaire humain
  - production massive d'agents infectieux
  - développement de moyens de défense

# *Programme irakien*

---

- La production d'armes biologiques en Irak a débuté en 1974.
- En 1990, l'IRAK produisait
  - 8425 litres de spores d'anthrax (agent du charbon pulmonaire)
  - 6000 l de toxine botulique
  - 1500 l d'aflatoxine
- Les installations furent démantelées après la guerre du Golfe, et l'Irak dut se soumettre à des contrôles réguliers.

# *Incidents liés au développement d'armes biologiques*

---

- 1952: aux Etats-Unis, dans la région de Calhoun, les médecins observent une augmentation des cas de pneumonie, qui passent de 4,6% à 12,3%, pour retomber à 4% l'année suivante. Il s'agissait d'effets des tests de dispersion d'une bactérie en principe non pathogène, mais provoquant occasionnellement de pneumonies.
- 1970: aux Etats-Unis, à Dugway, la dispersion d'agents pathogènes sur un terrain expérimental entraîne la mort de 6000 moutons à plusieurs dizaines de km. L'affaire ne fut révélée qu'en 1976.
- 1979: à Sverdlovsk (ex-URSS), un accident dans une usine de production provoque des cas de charbon chez les employés d'une entreprise de céramiques de la région.
  - Les autorités déclarent 40 décès. L'OMS estime ce nombre à 1000.
  - Les déclarations officielles nient d'abord l'origine du charbon; et l'attribuent à la consommation d'animaux malades. Après la chute du mur, Boris Eltsine reconnut la nature de la maladie.

## Citation de l'OMS (1970)

---

- Rapport OMS *Santé publique et armes chimiques et biologiques* (1970)
  - *Si des considérations apparemment rationnelles de sécurité nationale semblent pouvoir justifier la décision de fabriquer des armes biologiques, il entre en fait dans une telle décision une grande part d'irrationnel. [...] On peut considérer que la préparation à la guerre biologique est en soi une façon de réagir à la menace d'une attaque ennemie, mais elle contribue en même temps à provoquer et même intensifier dans les masses une peur et une angoisse qui donnent lieu à certaines réactions [...]. Réactions qui sont des conséquences psychologiques de l'éventualité d'une guerre biologique mais qui peuvent accroître le risque d'un conflit car la prédiction de la guerre porte en elle le germe de la guerre.*

# *La responsabilité des chercheurs*

---

- D'une certaine manière, la difficulté à mettre en place des systèmes de protection contre l'arme biologique a constitué jusqu'ici une garantie de non-utilisation. Plusieurs laboratoires (entre autres des laboratoires publics ou ayant un statut intermédiaire privé-public) ont lancé des recherches sur le thème de la défense contre les armes biologiques, sous l'impulsion et grâce au financement de l'armée.
- Par conséquent, on peut se demander si le chercheur en biologie d'aujourd'hui ne risque pas de se trouver dans la même situation que le physicien durant la seconde guerre mondiale: au nom de la défense de ses concitoyens, son pays lui demande d'élaborer des moyens de défense, mais en contribuant à ces efforts, le chercheur donne à l'armée de son propre pays la composante qui lui manquait pour pouvoir utiliser ces armes à des fins offensives. Pour travailler dans ce domaine, il faut avoir une solide confiance dans la sagesse des instances dirigeantes de son pays, ainsi que de celles qui lui succéderont.
- Par ailleurs, le refus de participer à toute recherche concernant les moyens de défense contre les armes biologiques n'est pas un choix évident, car en cas d'attaque extérieure, le chercheur ne pourra s'empêcher de se sentir responsable du sort de ses concitoyens.
- On retrouve ici le débat qui animait Openheimer et son entourage, pendant le développement de la bombe atomique, et surtout juste après la mise au point de celle-ci, quand on lui a demandé de prendre part aux décisions stratégiques quant à l'endroit où cette bombe serait lâchée (sans toutefois lui laisser choisir l'option de ne pas l'utiliser).

# Sources d'information

---

- Mollaret, H. H. (2002). L'arme biologique - bactéries, virus et terrorisme, Plon.
- Quelques ressources web
  - Medical Management of Biological Casualties Handbook
    - <http://www.vnh.org/BIOCASU/toc.html>
  - Defense Against Toxin Weapons
    - <http://www.vnh.org/DATW/toc.html>
  - The Economic Impact of a Bioterrorist Attack: Are Prevention and Postattack Intervention Programs Justifiable?
    - <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol3no2/kaufman.htm>
  - The chemical and biological warfare project
    - <http://projects.sipri.se/cbw/>
  - FAS Chemical and Biological Arms Control Project
    - <http://www.fas.org/bwc/>
  - Le spectre du « bioterrorisme »
    - <http://www.monde-diplomatique.fr/1998/07/ACHCAR/10651>
  - Biological Weapons Convention
    - <http://www.fas.org/nuke/control/bwc/index.html>
  - Federation of American Scientists
    - <http://www.fas.org/>
  - Biological Weapons in the Twentieth Century
    - <http://www.fas.org/bwc/papers/bw20th.htm>
  - National Academies Press, Chemical and Biological Terrorism: (1999),
    - <http://www.nap.edu/books/0309061954/html/index.html>