

# Table des Matières

<b>Introduction.....</b>	<b>5</b>
--------------------------	----------

<b>Première Partie : Les animaux face aux risques d'une guerre conventionnelle moderne .....</b>	<b>9</b>
--	----------

<b>1 Animaux victimes de la guerre en Croatie .....</b>	<b>9</b>
---	----------

1.1	Origine et développement du conflit.....	9
1.2	Quelques aspects de blessures animales occasionnées par les combats.....	10
1.2.1	Blessures par balles chez des chiens .....	10
1.2.2	Blessures par différents projectiles chez des chevaux .....	13
1.3	Dommages subis par le bétail et estimation des pertes .....	14
1.3.1	Durcissement du conflit et des souffrances animales.....	14
1.3.2	Estimation des pertes.....	16
1.4	L'impact de la guerre sur la faune sauvage .....	21
1.4.1	Évacuation des zoos .....	21
1.4.2	Dommages subis par la faune sauvage.....	22

<b>2 La guerre du golfe persique fragilise les écosystèmes .....</b>	<b>24</b>
--	-----------

2.1	Étude initiale du plan d'action des Nations Unies .....	25
2.2	Résultat de la croisière du Mt Mitchell .....	26
2.2.1	Effets de la marée noire.....	27
2.2.2	Effets de la pollution atmosphérique.....	33
2.2.3	Effets de la guerre sur l'écosystème terrestre.....	36
2.2.4	Conclusions .....	39
2.3	Effet des munitions à l'uranium appauvri .....	41

<b>3 Les effets de la guerre sur le contrôle des maladies du bétail au Zimbabwe.....</b>	<b>44</b>
--	-----------

3.1	Les maladies transmises par les tiques .....	45
3.2	La trypanosomiase.....	46
3.3	La fièvre aphteuse .....	47
3.4	La maladie du charbon .....	48
3.5	La rage.....	49

<b>Deuxième partie : Un nouveau type d'arme permet de prendre pour cible directe les animaux : l'arme biologique.....</b>	<b>51</b>
---	-----------

<b>1 Définitions .....</b>	<b>52</b>
----------------------------	-----------

1.1	Arme biologique.....	52
1.2	Biocrimes .....	53
1.3	Terrorisme, bioterrorisme et agroterrorisme .....	53
1.3.1	Terrorisme .....	53
1.3.2	Bioterrorisme.....	53
1.3.3	Agroterrorisme .....	53

1.3.4	La guerre biologique .....	54
<b>2</b>	<b>Historique.....</b>	<b>55</b>
2.1	Premières tentatives.....	55
2.2	L'ère de la microbiologie moderne et son application pendant les Guerres Mondiales 57	
2.3	Le programme américain .....	59
2.4	Le programme russe .....	61
2.4.1	L'histoire du parapluie bulgare .....	61
2.4.2	La catastrophe de Sverdlovsk.....	62
2.5	Les terroristes aussi accèdent à l'arme biologique .....	63
2.5.1	1984 : Salmonellose .....	63
2.5.2	1995 : sarin .....	64
2.5.3	1996 : dysenterie .....	64
2.5.4	1997 : virus hémorragique du lapin.....	64
2.5.5	2001 : anthrax .....	65
2.6	Efforts de désarmement.....	71
2.6.1	Les conventions.....	71
2.6.2	Le désarmement ?.....	73
2.6.3	Situation actuelle .....	73
2.6.4	Le cas de l'Irak.....	74
<b>3</b>	<b>Agents .....</b>	<b>80</b>
3.1	Les différentes classes d'agents biologiques .....	81
3.1.1	Les bactéries .....	81
3.1.2	Les rickettsies .....	81
3.1.3	Les virus .....	82
3.1.4	Les toxines.....	83
3.2	Agents zoonotiques ou non .....	84
3.3	Tous les agents ne représentent pas la même menace.....	85
3.3.1	Agents utilisés pour les biocrimes.....	85
3.3.2	Agents utilisables sur le champ de bataille .....	85
3.3.3	Agents utilisables contre les animaux .....	86
3.4	Le risque biotechnologique .....	91
3.4.1	Les toxines.....	92
3.4.2	Les biorégulateurs .....	92
3.4.3	Les virus génétiquement modifiés.....	92
3.4.4	Les armes ethniques .....	93

## **Troisième partie : Les nouveaux types de guerre font des animaux des cibles privilégiées..... 95**

<b>1</b>	<b>La filière agricole : une cible large et vulnérable .....</b>	<b>96</b>
1.1	Une cible large .....	96
1.1.1	Attaques touchant les cultures.....	96
1.1.2	Attaques sur la filière agroalimentaire .....	98
1.1.3	Attaque sur les cheptels d'animaux d'élevage .....	101
1.1.4	Attaque sur les laboratoires de recherche.....	103
1.2	Une cible vulnérable.....	103
1.2.1	une vulnérabilité intrinsèque à l'agriculture .....	103

1.2.2	La vulnérabilité vis-à-vis de l'arme biologique .....	107
1.2.3	Les motifs des agroterroristes sont nombreux.....	111
1.2.4	La biodiversité en danger .....	117
<b>2</b>	<b>La plus grande menace pour la France : l'introduction d'un virus hautement contagieux.....</b>	<b>121</b>
2.1	L'élevage européen, indemne de nombreuses maladies .....	121
2.1.1	Situation épidémiologique des pays .....	121
2.1.2	Maladies qui seraient les plus néfastes.....	122
2.2	Facteurs de risque supplémentaires avec ce genre de virus .....	124
2.2.1	Proximité géographique du virus .....	124
2.2.2	Facilité de transport du virus.....	124
2.2.3	Contagiosité du virus.....	125
2.2.4	Mouvement des animaux .....	126
2.2.5	Transmission aérienne du virus de la fièvre aphteuse.....	128
2.3	Les épizooties récentes, les mesures prises et leurs effets .....	130
2.3.1	La fièvre aphteuse en Europe en 2001 .....	130
2.4	Estimation du coût des épizooties .....	139
2.4.1	Les modèles prédictifs.....	139
2.4.2	Coûts directs .....	141
2.4.3	Coûts totaux.....	144
<b>3</b>	<b>Moyens de lutte .....</b>	<b>146</b>
3.1	Empêcher les attaques biologiques .....	146
3.1.1	Législation.....	146
3.1.2	Renseignement .....	149
3.2	Minimiser les effets des attaques biologiques.....	150
3.2.1	Contre-mesures.....	150
3.2.2	Acteurs de la lutte.....	153
3.2.3	Les missions .....	155
	<b>Conclusion.....</b>	<b>157</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>159</b>



## ***Introduction***

Depuis que les animaux ont été domestiqués, ils ont participé aux activités guerrières de l'homme. Le chien, premier animal à partager le quotidien de l'homme, a très tôt rempli des fonctions d'alerte et de défense contre les tribus adverses. L'Antiquité a vu les premiers chiens d'attaque constituer une force offensive. Ils ont ensuite rempli toutes les fonctions imaginables, notamment au cours de la Première Guerre Mondiale : chien de traction pour les pièces d'artillerie légère, chien estafette, chien brancardier, chien colombophile, etc., où ils appuyèrent ou remplacèrent le soldat dans toutes sortes de missions dangereuses. Les hommes tentèrent de leur confier des missions offensives. Les précurseurs dans ce domaine furent les Russes : au cours de la deuxième guerre mondiale, sur le front de l'Est, ils dressèrent des chiens à aller chercher leur nourriture sous des chars. Ces chiens, une fois « configurés », étaient lâchés, à jeun et porteur d'une mine à déclenchement électromagnétique sur le dos, face aux blindés allemands. Le succès opérationnel de cette tactique reste discutable (les chiens n'étaient pas capables de distinguer les chars allemands des chars russes), mais la terreur qu'elle provoqua chez les conducteurs de chars allemands, qui détournait leurs véhicules blindés face aux insaisissables chiens porteurs de mines en criant « *die Hunde, die Hunde !* » (les chiens, les chiens !), laissait présager un avenir radieux à ce genre de tactique. La conquête du cheval autorisa le transport de troupes et de matériel sur de plus longues distances et la conquête de territoires éloignés. La force hippomobile fut, malgré son coût élevé, une arme décisive dans de nombreux conflits. Un engagement que la gent équine paya d'un tribut qui se chiffre en millions de bêtes dans les deux conflits mondiaux.

Selon l'origine géographique des guerriers, d'autres espèces animales dont les éléphants et les chameaux participèrent aux combats, apportant rapidité de déplacement et force d'intimidation aux combattants qui les utilisèrent.

Les Américains et les Russes au cours de la Guerre Froide dressèrent des dauphins équipés de charges explosives à miner les sous-marins ennemis. Ce mode opératoire avait l'avantage d'être beaucoup moins repérable par l'ennemi que l'envoi d'une charge explosive par une torpille classique.

La domestication du pigeon et la compréhension de ses capacités de déplacement rapide, furtif et précis permit aux différentes unités combattantes de communiquer rapidement sur de plus longues distances.

Un programme de recherche récent des armées visait à exploiter la vision et la prévisibilité de réaction sans pareille des pigeons pour diriger des bombes aériennes contre des bâtiments

navals de guerre ennemis. Ces pigeons entraînés à repérer les navires étaient logés dans la tête transparente des missiles dont ils corrigeaient la trajectoire en temps réel en piquant du bec sur un cadran.

Depuis la domestication de ces espèces animales, aucun conflit ou presque ne se déroula sans la participation de l'une d'entre elles.

Cependant, l'ère industrielle a entraîné un changement lent mais inexorable de cet état de choses.

La force motrice issue de la combustion d'énergies fossiles a avantageusement remplacé la force hippomobile : dans les armées contemporaines, les chevaux n'assurent plus qu'une fonction protocolaire (Garde Républicaine, etc.).

Le chien reste incontournable dans la recherche des blessés : aucun instrument moderne n'est encore en mesure de remplacer les qualités incroyables de cette espèce, depuis le développement de cette fonction à travers le « chien sanitaire » au cours de la Première Guerre Mondiale. Mais aujourd'hui ces qualités du chien sont surtout exploitées par les équipes cynophiles dans les missions de secours aux victimes civiles des catastrophes naturelles (avalanches, séismes). Des outils de pointe tendent même aujourd'hui à remplacer le chien dans la recherche d'explosifs dans la guerre contre le terrorisme, un domaine où là encore le flair du chien semblait jusqu'il y a peu de temps inégalable.

Le développement des télétransmissions a définitivement rendu obsolète l'utilisation des messagers ailés que sont les pigeons : la Première Guerre Mondiale représenta en même temps l'âge d'or et l'âge de la retraite pour la colombophile militaire.

Les capacités de guidage de ces animaux (chiens, pigeons, dauphins) sont aujourd'hui largement dépassées par les progrès des technologies de guidage récemment développées. Le public l'a découvert avec étonnement à l'occasion de la démonstration impressionnante qu'en on fait les armées alliées pendant la guerre du Golfe Persique en 1991. Si ces techniques (guidage laser, infrarouge...) étaient minoritaires au cours de ce conflit, elles se sont généralisées depuis (10 % du total des munitions larguées en 1991 , 80 % au cours de l'intervention anglo-américaine contre l'Irak en 2003). Nos valeureux pigeons-pilotes sont d'un autre âge.

Il existe depuis vingt ans des missiles portatifs autopropulsés au guidage très précis, reléguant au placard les chiens porteurs de mines antichars de la Deuxième Guerre Mondiale. Les

torpilles ont des systèmes de guidage perfectionnés et des systèmes de propulsion furtive qui dépassent les capacités des dauphins-torpilles entraînés pendant la Guerre Froide.

La révolution industrielle a donc écarté les chevaux de la guerre : les unités de cavalerie lourde ou légère ont gardé leur nom mais sont constituées aujourd'hui de chars et de blindés légers ; le ravitaillement, la logistique font aujourd'hui appel aux camions et avions-cargos. Les progrès technologiques du XXe siècle ont rendu obsolètes les chiens de guerre et les pigeons. On serait donc en mesure de penser que les animaux ne font plus partie prenante des conflits modernes.

Le sujet de cette thèse est de démontrer qu'il n'en est rien, au contraire : si les révolutions industrielle et technologique ont changé la face de la guerre, elles ont aussi changé la place que les animaux occupent dans les conflits modernes. Les animaux ont été acteurs des guerres humaines avant d'être rendus obsolètes par les progrès technologiques. Mais on va voir qu'ils restent néanmoins les victimes indirectes des guerres conventionnelles modernes ; ils peuvent aussi être pris efficacement pour cible depuis le développement des armes biologiques ; enfin de nouveaux types de guerre font d'eux des cibles privilégiées.

Premièrement, les animaux domestiques sont entretenus par les hommes, et même s'ils ne prennent plus part activement à nos guerres modernes, ils continuent à souffrir des activités militaires : victimes des bombardements, livrés à eux-mêmes lors de la fuite des populations humaines ; sujets aux maladies lors d'arrêt prolongé des activités vétérinaires ; sensibles à la rupture de l'équilibre de fragiles écosystèmes ébranlés par les combats. Ceci sera le thème de la première partie, et on développera cette idée sur trois théâtres d'opérations distincts : l'agression serbe en Croatie dans les années 1990-1992, les bombardements des fermes provoquant blessures, morts et abandons des animaux d'élevage ; la guerre du Golfe Persique au début de l'année 1991 et la terrible pollution qui l'accompagna et qui perturba gravement les écosystèmes marin et terrestre de la région ; la guerre d'indépendance de la Rhodésie à la fin des années 1970 qui entraîna l'arrêt des campagnes de vaccination et le retour de larges épizooties parmi le bétail.

Dans la deuxième partie, on verra qu'un nouveau type d'armes, l'arme biologique, permet de cibler directement les animaux et on étudiera ses applications possibles à travers des exemples historiques. On dégagera ainsi les notions de guerre biologique, bioterrorisme et agroterrorisme, et on verra que les agents biologiques (bactéries, virus, toxines, etc.) ne représentent pas tous la même menace.

On montrera dans la dernière partie que l'agriculture des pays développés est particulièrement vulnérable : de par ses secteurs d'activité très diversifiés d'une part ; et par les nombreux ennemis qui peuvent la prendre pour cible d'autre part, que ce soit dans le cadre du terrorisme, de la guerre économique que se livrent les grandes compagnies agroalimentaires, ou de la désorganisation de la société civile au cours d'un conflit ouvert avec un autre pays. On essaiera de mesurer les pertes financières et les conséquences sociales d'attaques à l'arme biologique en s'appuyant sur l'étude des grandes épizooties récentes. On développera enfin les moyens de lutte possibles pour se préserver de telles attaques ou en minimiser les effets.

## **Première partie**

### **Les animaux restent les victimes indirectes des guerres conventionnelles modernes**

#### **1 Animaux victimes de la guerre en Croatie**

##### **1.1 Origine et développement du conflit**

La Croatie vivait dans une relative indépendance depuis 1945 avec la Slovénie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie, le Monténégro, et la Macédoine à l'intérieur du bloc yougoslave.

Le style de gouvernement et d'économie répondait aux principes du communisme, bien que de manière moins rigide que dans le bloc communiste « classique » organisé autour de l'ancienne URSS.

La protection du régime et le soutien à la police étaient dévolus à l'armée populaire yougoslave (J. N. A.), où la majorité des officiers sont des Serbes loyaux envers le parti communiste. Les efforts réalisés par chaque nation de la Fédération pour plus d'indépendance politique ou économique pendant la longue période de coexistence ont été réduits à néant sous la pression du parti ou si nécessaire des organes répressifs d'état, comme par exemple l'écrasement du programme politique et économique appelé le « Printemps Croate » (Hrvatskog proljeca) en 1971.

Les années précédentes, il devenait évident de par le monde que le système communiste ne pourrait survivre, avec la précipitation des événements de Tienanmen, la chute du mur de Berlin, la destitution du président-dictateur en Roumanie, l'éclatement du bloc soviétique, et les élections démocratiques en Albanie. Selon Sostaric (1993), la réorganisation de la société croate sur de nouvelles bases politiques économiques était inacceptable pour une partie des responsables de la J. N. A. qui commença à inciter, intimider et induire en erreur la minorité serbe de 10 % existant en Croatie de manière à bloquer les routes, piller les villages croates et massacrer leurs habitants.

Après plusieurs mois de guérilla et de pression sur les autorités croates, une agression à une échelle plus large est entreprise contre la Croatie, au cours de laquelle sont utilisés tous les moyens militaires disponibles.

Voyons comment et combien les animaux domestiques ont souffert pendant ce conflit.

## **1.2 Quelques aspects de blessures animales occasionnées par les combats**

De nombreux animaux sont blessés (mortellement ou non) pendant les combats, que ce soit par des éclats d'obus de taille variable ou par balles. Ces dernières peuvent être des balles perdues, mais elles sont aussi malheureusement souvent tirées intentionnellement pour abattre un animal.

### **1.2.1 Blessures par balles chez des chiens**

Les chiens de garde sont souvent les victimes intentionnelles des « soldats » pillant les fermes abandonnées, qu'ils sont les derniers à surveiller ; et quand ils sont associés aux militaires comme chiens de travail, ils deviennent alors une cible aussi légitime que leur soldat-maître.

Les armes automatiques d'infanterie utilisées aujourd'hui envoient les projectiles à plus de 800 mètres par seconde, développant une grande énergie cinétique et une capacité de destruction importante. Le trou de sortie de la balle est en général plus grand et d'aspect beaucoup plus déchiré que le trou d'entrée (photo 1).



**Photo 1 : trou d'entrée et de sortie d'une balle dans l'épaule d'un chien**

D'une manière générale on distingue trois cas de figure :

- Dans le cas où la balle atteint la tête ou le tronc de l'animal, les blessures sont en général trop importantes pour être soignées avec succès, et l'animal est souvent euthanasié (si le coup n'est pas déjà mortel), dans un contexte de guerre où il faut faire le choix de soigner les animaux qui ont le plus de chances de guérir.
- Quand la balle atteint un membre, le trou d'entrée mesure environ 1 cm de diamètre ; le trou de sortie sur le côté opposé du membre, qui est en forme de cratère (comme si les tissus avaient été brutalement expulsés), est significativement plus grand : 3 ou 4 cm pour un tir lointain, et plus à bout portant (Sankovic, 1993). Si les structures vasculaires et nerveuses sont intactes, le chien a de bonnes chances de récupération avec des soins locaux et une antibiothérapie appropriée (photos 3a et 3b).
- Si la balle touche une structure anatomique plus dure que le muscle, comme l'os par exemple, la blessure est beaucoup plus importante : un os touché par une balle éclate et est souvent disloqué sur une grande partie de sa longueur, et avec lui les structures nerveuses et vasculaires sont désintégrées (photos 4a et 4b). Parfois une partie entière du membre est arrachée par la balle, sur plusieurs centimètres de longueur. L'amputation est alors indispensable à la survie du chien (photo 2).



**Photo 2 : radius de chien fracturé par une balle**



FRANJO SANKOVIĆ



FRANJO S

**Photos 3a et 3b :**      trous d'entrée et de sortie d'une balle dans le membre antérieur d'un chien. Les structures osseuses sont intactes.



FRANJO



FRANJO SANKOVIĆ

**Photos 4a et 4b :**      trous d'entrée et de sortie d'une balle dans le membre antérieur d'un chien. Les structures osseuses ont été touchées.

### 1.2.2 Blessures par différents projectiles chez des chevaux

Bien qu'aujourd'hui rarement utilisés sur le front, les chevaux peuvent être victimes d'éclats d'obus, de roquettes ou de bombes aériennes quand leurs pâtures ou leurs écuries se trouvent dans les zones de combat. Ils sont plus rarement visés volontairement par les tireurs.

Cependant, quand un obus éclate à proximité d'un animal, celui-ci reçoit généralement plusieurs éclats et les blessures peuvent être nombreuses (photo 5).

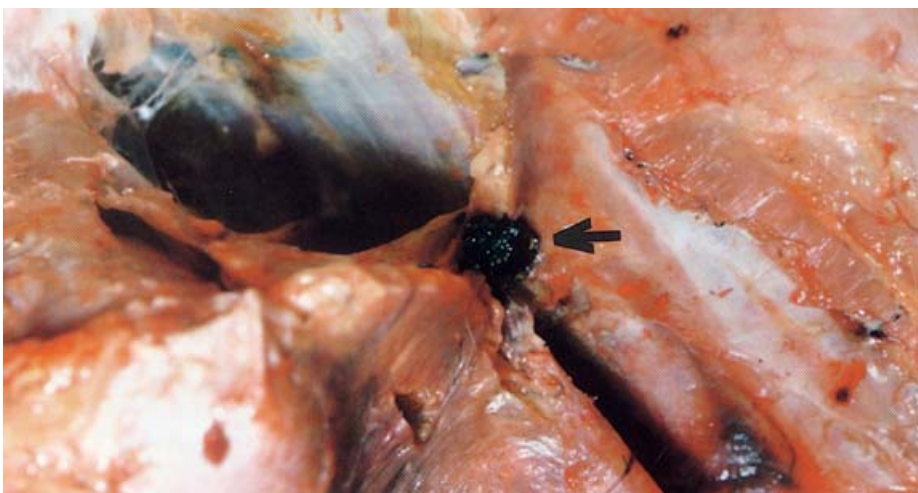
Les soins doivent d'abord comporter un examen minutieux des plaies et la recherche de corps étrangers, et la radiographie est nécessaire pour repérer les éclats d'obus souvent profondément enfouis dans les tissus (photo 6).



FRANJO SANKOVIĆ

**Photo 5** : blessure par éclat d'obus chez un cheval, dans la phase de suppuration.

**Photo 6** : éclat d'obus (marqué par une flèche) près du péricarde d'un cheval.



FRANJO SANKOVIĆ

Il faut aussi, dans un contexte où ces accidents sont quotidiens, donner un pronostic rapide de guérison de l'animal, de manière à soigner les chevaux qui garderont le moins de séquelles. Dans les meilleurs des cas les soins sont longs : deux mois environ pour guérir complètement des plaies superficielles (Sankovic, 1993).

Toutes les espèces animales de rente sont concernées par ces blessures. Si la situation oblige à réserver les soins à quelques animaux seulement, il faudra choisir raisonnablement ceux qui ont la plus grande valeur économique, génétique, et le meilleur pronostic de guérison.

### **1.3 Dommages subis par le bétail et estimation des pertes**

L'importance des combats est inégale selon les régions en Croatie : les régions qui souffrirent le plus sont celles qui furent proches des zones de combat ou qui furent pendant un certain temps sous le contrôle serbe. Les régions menacées (occupées et/ou bombardées) ont représenté deux tiers du territoire croate. Citons de manière non exhaustive les régions les plus touchées, celles de Lipik, Slavonia, Lika, Osijek, Lovinac.

#### **1.3.1 Durcissement du conflit et des souffrances animales**

Le conflit a connu deux époques distinctes : du début des affrontements au mois d'août 1991, un an environ de blocus routier et de pillages rendirent difficiles les transports de bétail, de médicaments, de semences congelées, et des productions de viande et de lait. Heureusement, une partie du bétail avait été préventivement abattue ou préparée à l'abattage à l'automne précédent.

La réduction du nombre de vétérinaires du fait de la dangerosité des déplacements rendit l'administration de soins plus difficile encore (Rukavina, 1993).

Mais dès le début des bombardements le 30 août 1991, les habitants durent fuir précipitamment les fermes et les villages, menacés par les bombes et par les massacres. Le bétail fut donc abandonné à l'intérieur ou autour des étables et laissés à eux-mêmes pendant l'hiver 1991-1992. Beaucoup souffrirent du manque d'eau et de nourriture, beaucoup périrent aussi dans l'incendie ou le bombardement des villages et des fermes autour desquels ils restaient (photos 7 et 8). D'autres encore furent abattus volontairement et laissés sur place ou volés par l'ennemi et emmenés en régions serbes (photo 9). Dans la région de Lovinac, on ne retrouve aucune trace de vie, même animale, après les affrontements.



**Photos 7 et 8 : bétail tué dans le bombardement des régions de Lovinac et Novska, fin 1991.**



### 1.3.2 Estimation des pertes

Toutes les régions croates n'ont pas été occupées et/ou bombardées aussi longtemps ni aussi intensément, à cause de leur intérêt stratégique variable. Il semble cependant que l'agresseur a porté une « attention » tout à fait spéciale aux zones rurales en Croatie. Des villages furent visés, leurs équipements agricoles détruits, les infrastructures incendiées qui plus est avec le bétail à l'intérieur. Une partie des troupeaux, non retrouvés, fut déplacée dans les territoires temporairement occupés ou en Serbie. La fuite des populations menacées et les restrictions d'eau et de fourrage entraînèrent la perte supplémentaire de nombreuses bêtes, qui moururent de maladie ou de famine.

De façon à pouvoir estimer avec précision les dommages subis par le cheptel croate, il faut recenser les différentes espèces animales avant le début de l'agression, dans les régions temporairement occupées (25 % du territoire) et ayant supporté des affrontements ou bombardements, aussi bien que dans le reste de la Croatie.

Avant l'agression, début 1991, les cheptels présents sur ces territoires menacés représentaient 55,09 % des vaches et des génisses gestantes ; 61,4 % des truies et des cochettes gestantes ; 58,2 % des juments et des pouliches gestantes ; 71,88 % des brebis.

Dans les territoires occupés et menacés, Karadjole (1993) estime que 120 431 vaches et génisses furent tuées ou détournées ; 65 280 truies et cochettes ; 8042 juments et pouliches ; 231 700 brebis ; 2 648 000 têtes de volaille.

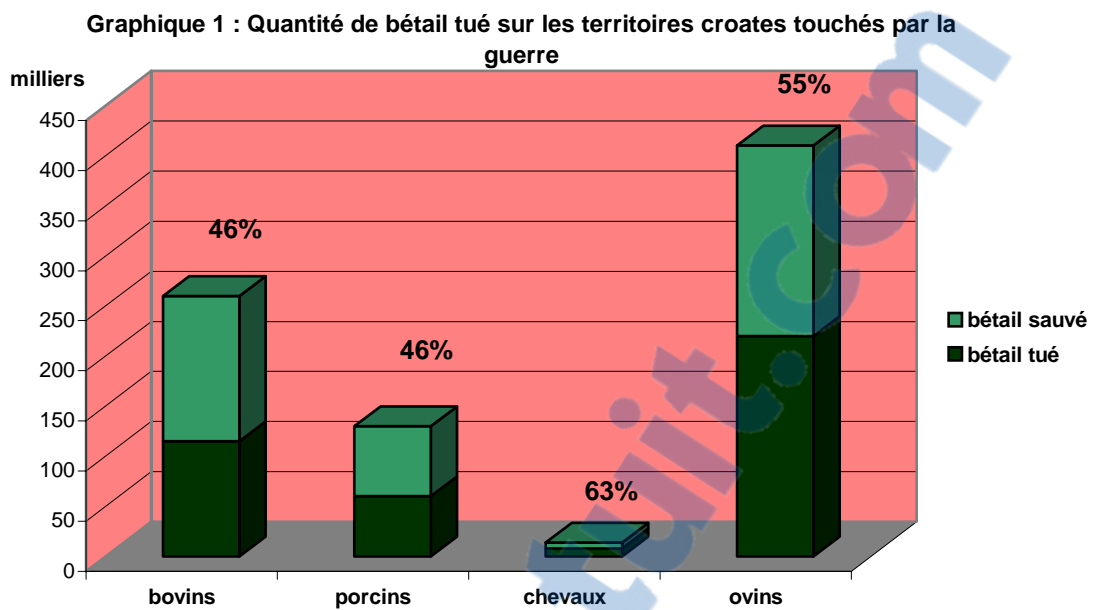
Ces chiffres montrent que sur l'ensemble du territoire croate, ont péri :

- 25,4 % des vaches et génisses ;
- 28,4 % des truies et cochettes ;
- 36,8 % des juments et pouliches ;
- 39,8 % des brebis.

Ramenés aux territoires mêlés à la guerre ou occupés, les cheptels détruits représentent :

- 46,2 % des vaches et génisses ;
- 46,3 % des truies et cochettes ;
- 63,5 % des juments et pouliches ;
- 55,1 % des brebis.

Il est donc estimé que 50 % environ du bétail a péri ou disparu dans ces régions directement touchées par la guerre, alors que les dommages subis par les cheptels survivants n'ont pas pu être calculés à la date du 7 octobre 1992 (graphique 1).



**Photo 9 : bétail abattu et abandonné aux environs de Sisak, janvier 1992.**



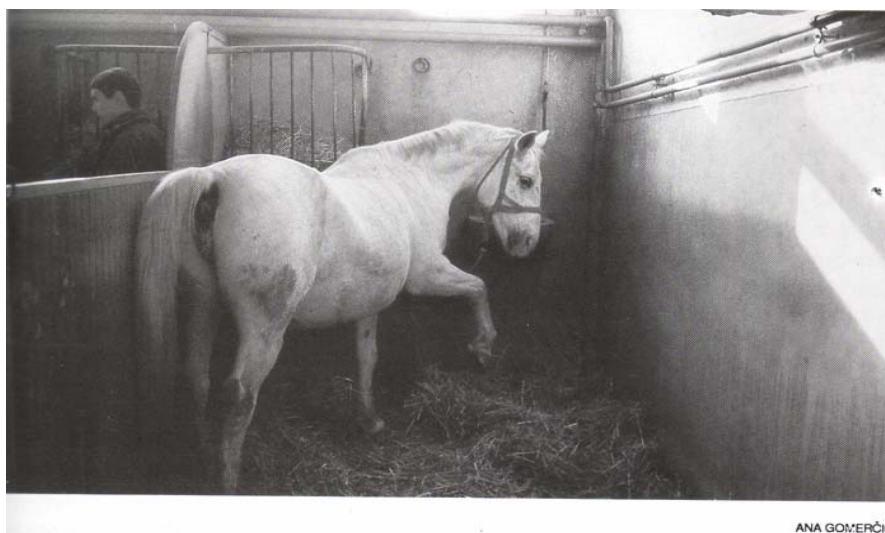
NATALIJA ŽEBČEVIĆ

### 1.3.3 Le cas spécial des chevaux Lippizans

L'élevage et la sélection de chevaux Lippizans noirs ou blancs était une activité historique de la région de Lipik depuis plus de 400 ans.

Un grand nombre de chevaux fut tué pendant les hostilités qui ont frappé les régions de Lipik, Dakovo et Zupanja d'août à septembre 1991, régions riches en haras nationaux ou privés.

Plusieurs actions furent entreprises pour sauver des animaux de grande valeur, et notamment des juments au dernier stade de gestation, qui furent rapatriées à l'école vétérinaire de Zagreb épargnée par les bombardements d'artillerie lourde (photo 10). On ne peut qu'applaudir le courage et la ténacité des corps enseignant et étudiant de l'école vétérinaire constituant une équipe de 150 bénévoles environ qui mirent leur vie en danger dans les zones bombardées et sur des routes dangereuses pour réaliser le sauvetage de 160 à 200 chevaux (Gomercic, 1993).



**Photo 10 : jument Lippizan 210 Slavonia XIV, lignée Favory, en fin de gestation, évacuée de Dakovo à la faculté de médecine vétérinaire de Zagreb, février 1992.**

Il semble évident que l'agression subie n'avait pas seulement un but militaire mais aussi la volonté à peine voilée de détruire en Croatie tout ce qui ne pouvait pas être pillé, puisque de nombreuses cibles furent civiles, notamment les équipements agricoles les plus précieux. Les autorités croates ont voulu notamment rendre public le rapport d'une commission indépendante sur la destruction des chevaux Lippizans du haras national de Lipik, rassemblant des observateurs étrangers. Ce rapport (Stephen *et al.*, 1993), qui a pour but d'établir les causes de la disparition des chevaux par des exhumations, autopsies et interrogatoires de témoins, vise aussi à récupérer de l'agresseur la réparation des dommages, des chevaux et des

documents volés pendant le conflit, et enfin à mettre en place un embargo sur la vente ou le transfert des chevaux disparus ou de leurs descendants (photo 13).

Les autopsies des chevaux retrouvés montrèrent qu'il succombèrent à des tirs d'armes automatiques, à des blessures par des éclats d'obus, mais aussi par l'ensevelissement sous les décombres de leurs écuries ou par suffocation pendant les incendies (photos 11 et 12). Une grande partie des chevaux dont les corps ne furent pas retrouvés ont probablement été enlevés et transportés en régions serbes ou bosniaques (environ une cinquantaine sur un total de 120 chevaux), même si tous les lieux d'enfouissement de cadavres ne sont pas connus des autorités croates. En effet les dirigeants du haras national étaient serbes (dans une région où 98 % de la population est croate) comme dans tous les organismes d'état où les populations locales de l'ancienne Yougoslavie avaient de grandes difficultés à être embauchés.



**Photo 11 : thorax d'un étalon déterré près de Lipik. Les flèches montrent les trous causés par des tirs d'armes automatiques.**



**Photo 12 : hémorragie extensive dans la muqueuse de la trachée d'un étalon déterré près de Lipik, causée par la suffocation**





**Photo 13 : carcasses de chevaux Lippizans exhumés d'une fosse commune pour leur autopsie par les membres de la commission internationale, 6 février 1992.**

## 1.4 L'impact de la guerre sur la faune sauvage

### 1.4.1 Évacuation des zoos

Le zoo d'Osijek, fondé en 1954, abrite environ 65 espèces animales dont un élevage de 500 cerfs.

Au mois de septembre 1991 les combats se rapprochaient de la ville et il fallut évacuer les animaux, ce qui posa un sérieux problème de transport sur les routes encombrées et dangereuses, mais aussi un problème d'accueil. Heureusement les zoos de Ljubjana et de Zagreb fournirent les éléments nécessaires et la majorité des espèces furent sauvées, grâce à un séjour de plusieurs mois dans les régions les plus sûres de la Croatie, mais aussi dans les pays voisins (Slovénie, Hongrie). Un petit nombre seulement mourut dans les transports qui occupèrent le personnel du zoo pendant un mois et demi (Knjaz, 1993) (photo 14).

Au moment du cessez-le-feu dans cette région au début de 1992, la majorité des bâtiments du zoo était endommagée par les bombardements et 300 cerfs avaient péri.



**photo 14 : déchargement d'animaux à Veszprém, Hongrie, après leur évacuation du zoo d'Osijek, octobre 1991.**

### **1.4.2 Dommages subis par la faune sauvage**

Une des caractéristiques de la guerre est de provoquer toutes sortes de destructions et de pollutions de l'environnement sur de larges surfaces. Les opérations militaires ont de manière directe ou indirecte les conséquences suivantes :

- dérangement et intimidation des animaux sauvages
- destruction des plantes et des animaux
- contamination et destruction des habitats.

Le dérangement des animaux pendant la période de reproduction met en péril la génération suivante, notamment chez les oiseaux migrateurs comme les Ansériformes. Le bombardement et l'incendie de zones étendues ont détruit des parties entières de forêt comme dans le parc national de Krka, des lacs Plitvice et de Velebit, classés patrimoine mondial de l'Unesco. Les grands mammifères comme les cerfs et les ours sont tués involontairement par les bombardements, les tirs croisés, et les mines antipersonnel (Frkovic, 1993) (photos 15 et 16). Parmi les pollutions recensées, 130 000 tonnes de produits pétroliers furent déversées dans les régions possédant des raffineries, avec les conséquences maintenant bien connues de ce genre de catastrophe. D'autres produits toxiques (propylène dichlorhyde, diméthyl sulfide) polluèrent les rivières.

Il est pratiquement impossible de mesurer les pertes parmi la faune sauvage, mais il faut considérer qu'elles sont très importantes puisque les réserves précitées étaient parmi les dernières à abriter la faune sauvage européenne déjà raréfiée par l'activité humaine en Europe. Les estimations arrivant dès le ralentissement du conflit prévoient une période d'au moins 40 ans pour retrouver la situation d'avant 1990 en termes de quantité et de diversité de la faune sauvage.



ALQJZ

**photos 15 et 16 : restes d'un loup tué par un tir d'arme automatique des défenseurs croates, et d'un ours (restes marqués par une flèche) tué par une mine placée autour d'une ancienne base de la JNA, printemps 1992.**

L'agression serbe en Croatie est l'un des plus récents conflits rencontrés sur le sol européen et est un bon exemple de ce que peut subir le bétail en ces occasions. Il faut néanmoins remarquer l'assiduité avec laquelle agresseur a détruit ce qu'il ne pouvait s'approprier par la conquête de territoire ou le pillage et que ces exactions seront moins souvent le fait de troupes régulières (J. N. A.) que de terroristes appartenant à une ethnie différente (en l'occurrence les Tchetches, extrémistes serbes prônant la « grande Serbie » et décidés à ne pas quitter leurs avantages en Croatie sans en profiter le plus possible et à ne rien laisser derrière eux).

Les autres conflits actuels ou à venir opposant différentes ethnies humaines sont susceptibles d'avoir des conséquences similaires pour la faune domestique et sauvage.

## 2 La guerre du golfe persique fragilise les écosystèmes

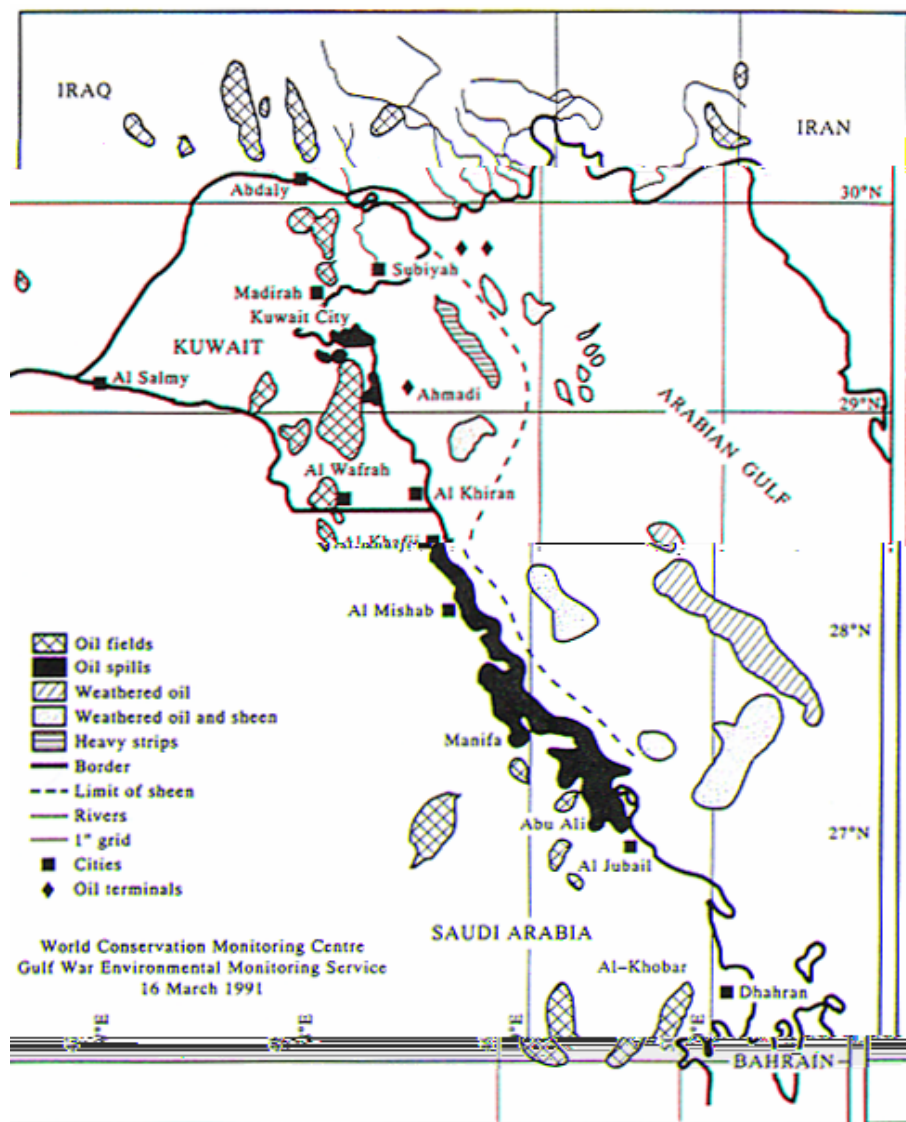
Parmi les conflits de forte intensité les derniers en date, on ne peut pas ne pas évoquer la guerre du Golfe Persique au début de l'année 1991.

Les combats provoquèrent, en plus des pertes humaines, une catastrophe écologique sans précédent : de nombreuses installations furent détruites, au Koweït et en Irak, engendrant une pollution aérienne, terrestre et maritime sans équivalent à ce jour.

Ceci inquiéta rapidement les spécialistes des Nations Unies qui déclenchèrent un plan d'action concertée visant à évaluer les conséquences environnementales de la guerre dans les écosystèmes marins, costaux, terrestres et atmosphériques, et à proposer un programme de réhabilitation et de protection de l'environnement affecté par le conflit.

Une étude approfondie, conduite à bord du bateau *Mt Mitchell* examina plus en détail la pollution par le pétrole due à la guerre.

**Figure 1 : étendue de la marée noire et types de nappes de pétrole, le 16 mars 1991.**



## **2.1 Étude initiale du plan d'action des Nations Unies**

Les études menées par des agences des Nations Unies (United Nations Environmental Programme (UNEP) & Regional Organisation for the Protection of the Marine Environment (ROPME)) montrèrent qu'entre le 19 et le 28 janvier 1991, au plus fort des combats, environ 6 à 8 millions de barils (un million de tonnes) de pétrole furent répandus dans le Golfe, provenant de deux sources principales : les pétroliers irakiens coulés ou touchés par des alliés et les raffineries ou terminaux d'oléoducs du Koweït ou d'Irak (photo 17).

Mais plus encore, les puits de pétroles koweïtiens incendiés produisirent des retombées ininterrompues de pétrole brut ou brûlé sur terre et sur mer sous forme de gouttelettes de pétrole et de suie.

Alors que la nappe de pétrole dérivait du nord au sud dans le Golfe sous l'action des courants, les vents les rabattaient répétitivement sur les côtes nord-est de l'Arabie Saoudite ou dans la baie formée par l'île d'Abu Ali qui en arrêta une grande partie (figure 1).

Les zones ayant le plus souffert furent les lagons, les baies, et les marais situés entre Al-Khafi et Abu Ali. Au moins 30 000 oiseaux marins périrent dans la marée noire (sans compter ceux pris au piège dans les lacs de pétroles formés dans le désert koweïtien (cf. infra)). Environ 20 % des mangroves de la côte est d'Arabie Saoudite subit la marée noire et environ 50 % des récifs de coraux. On releva aussi que des centaines de kilomètres carrés de prairie sous-marine nourrissant les tortues et les dugongs furent inondés de pétrole.

Ailleurs, la côte iranienne fut touchée au nord sur une étendue moins grande, et la côte irakienne pratiquement un indemne du fait des courants, qui épargnèrent aussi la côte et les récifs koweïtiens.

Mais ce n'est pas tout :

- en plus de la marée noire, les retombées de suie et de pétrole non brûlé provenant des puits de pétrole en feu formèrent sur la surface de l'eau des nappes huileuses libérant des hydrocarbures poly-aromatiques (PAH) et des particules de suie chargée de métaux lourds dans l'eau,
- des centaines de petits bateaux, et des dizaines de bâtiments militaires furent coulés avec leur chargement d'artillerie,

- les plages furent endommagées par les tranchées, les mines, les fils barbelés et d'autres moyens de défense qui mettent en danger la vie humaine et les tortues qui nichent sur ces îles,
- la destruction des usines de traitement des eaux usées au Koweït provoqua la libération de 50 000 mètres cubes par jour d'eaux usées dans la baie de Koweït City, polluant les plages, menaçant l'écosystème intertidal, et dégradant la qualité de l'eau potable issue des usines de désalinisation.

**Photo 17 : raffinerie koweïtienne déversant son pétrole dans le golfe**

## **2.2 Résultat de la croisière du Mt Mitchell**

Il fut jugé nécessaire de mesurer attentivement l'impact de la marée noire sur les écosystèmes marins fragiles du Golfe Persique, ainsi que sur les pêcheries de la région. Ceci fut réalisée grâce au navire Mt Mitchell de la National Océanic and Atmospheric Administration (NOAA) sous les auspices de la ROPME et de la Commission Océanographique Intergouvernementale (IOC) de l'Unesco, qui lança une étude de 100 jours à partir de février 1992, soit 1 an après la fin du conflit.

## 2.2.1 Effets de la marée noire

### 2.2.1.1 Effet sur l'eau

L'évaporation dans le Golfe est deux fois plus importante en hiver qu'en été. Ceci permit une évaporation rapide de la nappe huileuse en surface, et on n'y retrouva rapidement que de faibles concentrations de pétrole (moins de 4 µg par litre). En contrepartie, les produits d'oxydation du pétrole furent mesurés à des concentrations dix fois supérieures (Ehrhardt *et al.*, 1993).

Sous la surface, les hydrocarbures furent retrouvés en plus grande quantité, surtout dans les baies (jusqu'à 12 mg par litre) (Tawfiq *et al.*, 1993).

On ne retrouva pas, un an après le drame, de traces de métaux lourds supérieures à la normale dans les eaux du Golfe.

### 2.2.1.2 Effets sur les sédiments

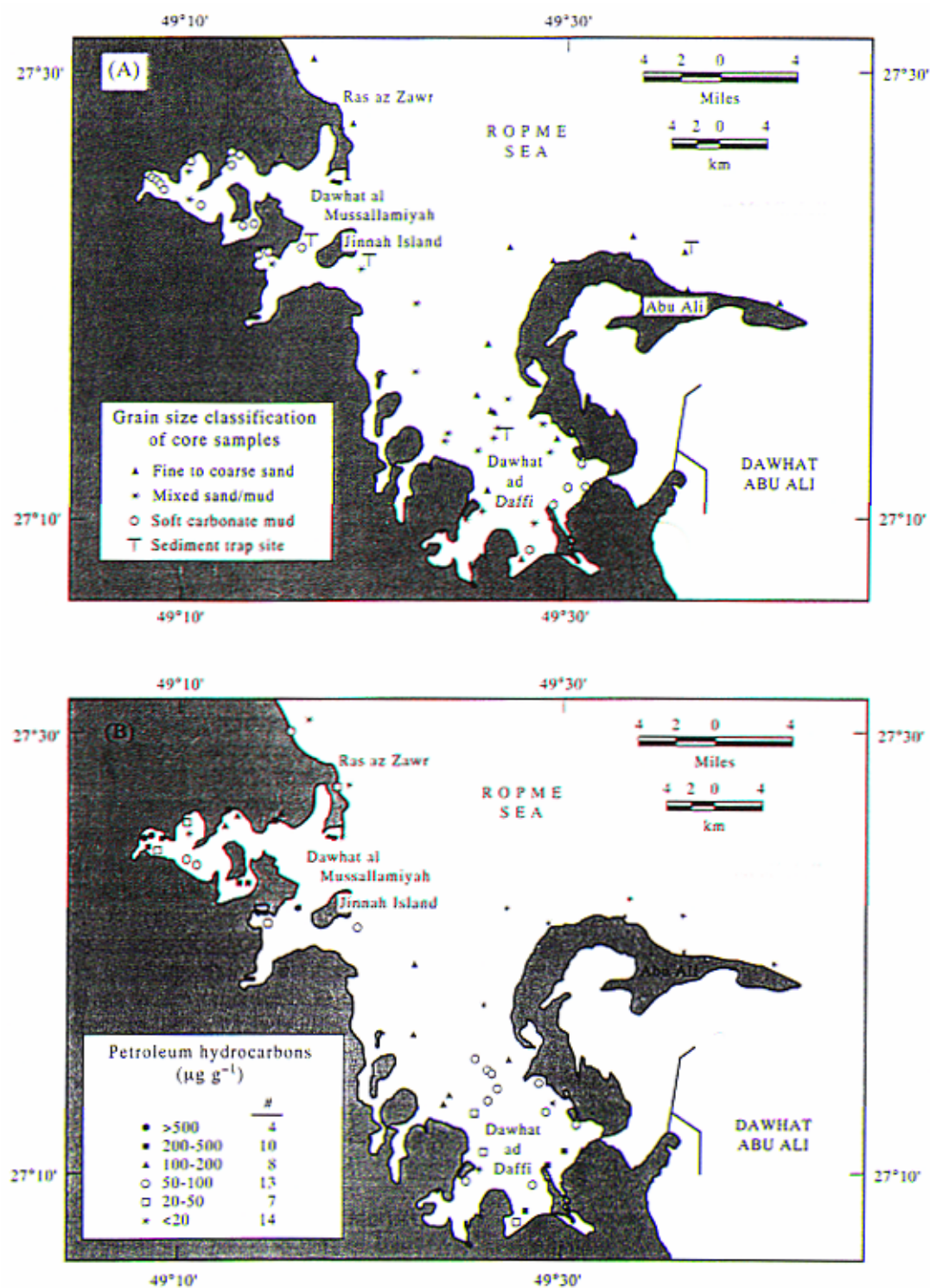
Les mesures réalisées un an après la marée noire le long des côtes du Koweït et jusqu'au Qatar montrèrent des concentrations faibles et uniformes de PAH. Sur plus de 150 sites observés, on ne retrouva que trois sites présentant du pétrole en quantité importante (Michel *et al.*, 1993), tous étant des chenaux où les boulettes de pétrole s'accumulent souvent (figure 2). D'après Hayes *et al.* (1993), la contamination des sédiments se fit surtout par la pénétration du pétrole dans les nombreux terriers de crabes, qui se trouvent dans les zones découvertes à marée basse, et par la présence de sable poreux, jusqu'à 40 cm de profondeur.

Les plages protégées du vent, où s'amoncelle le sable le plus grossier, ont vu le pétrole s'enfouir en profondeur (plus de 50 cm), avec un faible taux d'érosion du trottoir de pétrole déposé sur la plage (figure 3). Au contraire, les plages exposées, et celles subissant le plus l'effet des marées, ont vu le pétrole subir une érosion qui élimina jusqu'à 50 à 70 % du dépôt originel.

Une analyse plus poussée des sédiments récoltés dans les zones non découvertes à marée basse, par chromatographie liquide UV, montre que seuls les sédiments peu profonds (les cinq premiers cm) ont été contaminés. Les endroits qui restent les plus pollués sont les plus protégés, comme les baies par exemple.

Les mesures de métaux lourds (Vanadium, Nickel, Plomb, Cuivre, Chrome, Cadmium, Zinc), comparées avec celles réalisées en d'autres endroits du Golfe Persique et du monde, montrent que l'environnement n'a pas été significativement pollué par les incidents survenus pendant le conflit de 1991 (Basaham *et al.*, 1993).

**Figure 2** : distribution des sédiments sous-marins et leur contamination par les hydrocarbures.

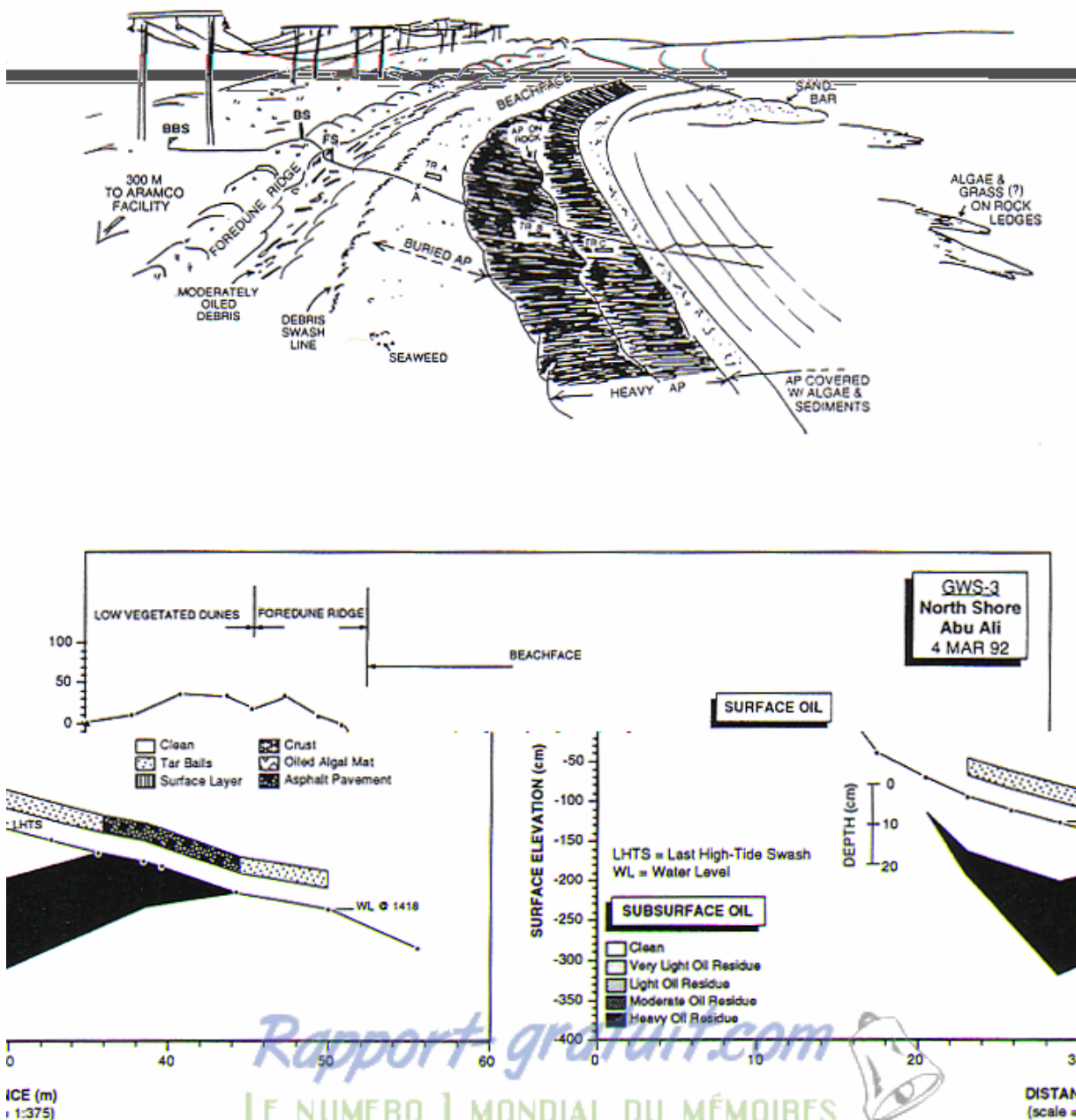


### 2.2.1.3 Effets sur la côte

A la date de l'étude, un an après la marée noire, une grande partie du pétrole déposé sur les côtes a disparu du fait de l'érosion.

L'identification du pétrole retrouvé sur les côtes les moins exposées à l'érosion montre que celui-ci provient aussi de marées noires antérieures à celle de 1991. Readman *et al.* (1992) supposent que la guerre, arrêtant le trafic pétrolier et les dégazages en mer, a permis de niveler la pollution ( Readman *et al.*, 1992).

**Figure 3 : schéma de la chaussée en asphaltée retrouvée sur les plages du Golfe en mars 1992, et sa pénétration du sable en profondeur**



#### 2.2.1.4 Effets sur les récifs de coraux

Les études réalisées en 1991 ne permirent pas de montrer que les récifs de coraux avaient souffert, à *ce moment-là*, de la marée noire ; mais celles qui suivirent trouvèrent que les effets de la marée noire augmentèrent la sensibilité de ces organismes au stress naturel (Downing & Roberts, 1993).

Pendant les recherches menées en 1992, on remarqua que les coraux examinés montraient de sérieux signes de stress récent : de nombreux coraux étaient blanchis ou avaient subi une mortalité partielle ou totale, notamment ceux des espèces *Acropora* et *Platigya daedala*, et cela sur de grandes étendues.

Dans le passé on avait déjà observé que les coraux souffraient de blanchissement, et mouraient, pendant les périodes de froid intense, quand la température de surface de la mer baisse fortement. On sait que l'hiver 1991-1992 a été rude dans le Golfe Persique, avec des températures d'eaux inférieures de 4 à 5°C à la moyenne, jusqu'à des minima de 14°C dans le nord du Golfe, ce qui pourrait être la cause de la dévastation extensive des coraux dans cette région (Reynolds, 1993).

Il est possible que la fraîcheur de l'hiver 1991-92 dans les eaux du Koweït, les fortes précipitations, et d'autres phénomènes climatiques aient contribué à la destruction du corail. Cependant, on ne peut pas exclure le fait que les conséquences de la guerre, c'est-à-dire la marée noire, les nuages de fumée persistants, les eaux usées et les autres polluants aient eu une certaine responsabilité dans cette destruction.

Il est difficile d'isoler les différents effets de ses sources de stress sur les coraux. Mais on peut penser que les sources de stress naturel et anthropogénique ont eu des effets additifs ou synergiques.

Les massifs de coraux observés plus au sud vers l'Arabie Saoudite n'ont pas montré de signes de stress important. On sait que le risque majeur pour ces organismes est de voir une marée noire coïncider avec la période de frai.

#### 2.2.1.5 Effets sur les algues

Les tissus des feuilles de trois espèces d'algues (*Halodule uninervis*, *Halophila ovalis* et *Halophila stipulacea*) ont été examinés après 12 à 48 heures d'exposition au pétrole brut, sans qu'on puisse montrer d'effet significatif sur les niveaux de respiration et de photosynthèse de ces algues (Durako *et al.*, 1993).

Les études menées par Kenworthy *et al.* (1993) sur ces espèces ont montré qu'elles étaient bien portantes, malgré la récente marée noire.

Cependant, les études réalisées par Hayes *et al.*, (1993) dans les zones de balancement des marées le long de la côte d'Arabie Saoudite montrent une corrélation frappante entre la persistance du pétrole et la géomorphologie de ces zones : les aires les plus touchées par la marée noire sont les zones marécageuses au fond de baies protégées, où tous les halophytes formés par les tapis d'algues de ces marais sont morts, et où on ne recense plus aucune vie. Les nombreux terriers de crabes sont remplis de pétrole liquide jusqu'à des profondeurs de 40 cm. Ces sites particulièrement protégés de l'érosion resteront certainement durablement et profondément pollués

#### 2.2.1.6 Effets sur les pêcheries

Les recherches menées pendant la croisière du Mt Mitchell en 1992 ne permettent pas de conclure sur l'impact total de la marée noire sur les activités de pêche.

Cependant d'autres études suggèrent que cette pollution ait affecté la pêche, le goudron détruisant les filets, et 10 000 tonnes de poisson environ ont été déclarées avariées et mises au rebut (rapport de la WCMC (World Conservation Monitoring Center, 1991)).

D'après Mathews *et al.* (1993) les quantités de crevettes pêchées ont remarquablement baissé en 1991, avec notamment une très faible proportion d'adultes sexuellement matures. En 1992 l'indice d'abondance de pêche était tombé à 1,5 tonnes/bateau/an, contre 195 et 205 respectivement pour les années 1989 et 1990. L'index de reproduction, quant à lui, était tombé à 1,8 % de sa valeur d'avant-guerre, un déclin pouvant causer la disparition de l'espèce pêchée. La biomasse totale prise dans les chaluts a elle aussi été évalué à moins de 1,5 % de sa valeur moyenne d'avant-guerre. Les déchargements à quai par les chalutiers sont passés de près de 4000 tonnes en 1989, à 25 tonnes en 1992, provoquant la fermeture des pêcheries.

L'étude menée par Price *et al.* (1993) sur le plancton montra aussi que les quantités de larves et d'œufs de crevettes étaient d'un ordre de grandeur inférieures à celles d'avant-guerre. Les analyses de rendement montrent pourtant que la biomasse n'avait pas été pêchée à outrance avant 1991.

Ces études suggèrent qu'un effondrement massif de la pêche se soit produit pour une ou plusieurs des raisons suivantes :

- réduction du taux de reproduction des crevettes en 1991 et peut-être en 1992,
- fort taux de pêche des adultes au printemps 1991,
- fort taux de pêche des jeunes crevettes à l'automne 1991,

- morbidité des adultes en 1991 due à la pollution par le pétrole,
- émigration des adultes à cause de la pollution,

tout ceci interférant avec le cycle de vie des crevettes *Penaeus semisulcatus*.

Les collectes de données sur la pêche ont été abandonnées dès le début de l'invasion du Koweït par l'Irak en août 1990 ; et jusqu'à la fin 1991 les équipes scientifiques ont donné la priorité au nettoyage des sites de pêche. À cause du manque de données biologiques, il est impossible de savoir avec exactitude comment a décliné le stock de crevettes, ni le temps qu'il faudra pour le reconstituer. Néanmoins il est évident que ce sont les événements liés à la guerre qui ont entraîné la disparition des crevettes.

Pour connaître les risques possibles encourus par la population humaine consommant un poisson du Golfe Persique à cette époque il est nécessaire de réaliser des études plus profondes incluant les modes de consommation, de préparation, la distribution des PAH (hydrocarbures poly-aromatiques) dans les produits et la réponse des sujets exposés.

**Photo 18 : puits de pétrole en feu dans le désert koweïtien, février 1991.**

### **2.2.2 2.2.2 Effets de la pollution atmosphérique**

Plus de 650 puits de pétrole ont été enflammés par l'armée irakienne en retraite en janvier 1991 (photo 18), libérant, en brûlant en moyenne 3,9 millions de barils par jour (Johnson *et al.*, 1991) et pendant plusieurs mois, de la fumée formant un panache s'étageant de 500 m à 4 km d'altitude (observé une fois jusqu'à 6 km) (figure 4). Une étude menée par des spécialistes en météorologie et en pollution atmosphérique a permis de mesurer les effets de cette pollution aérienne sans précédent (WMO, 1992).

**Figure 4 : forme du panache de fumée le 23 janvier 1991. a, entre 0 et 1,5km d'altitude ; b, entre 1,5 et 3 km.**

**Figure 5 : le panache de fumée. a, quantité de particules en suspension; b, différence de température au sol.**

*2.2.2.1*

#### Effets sur le climat global

Une fois en l'air, les particules de suie ont coagulé dans le vent, s'entourant d'un manteau de sulfate qui les rendait hydrophiles, donc rapidement capturées par les nuages et retournant au sol avec les pluies. Seulement 0,3% de la suie a pu atteindre la stratosphère, où elle peut survivre pendant plusieurs années (Bakan *et al.*, 1991). Cependant, des pluies acides épisodiques étaient à redouter à cause de la teneur en dioxyde de soufre de la fumée (Browning *et al.*, 1991).

À cause donc de sa faible altitude et de son court passage dans l'atmosphère, la fumée n'eut pas d'effet significatif sur le climat en dehors de la région de Golfe Persique, ni d'ailleurs sur la géographiquement proche mousson indienne (Johnson *et al.*, 1991, Bakan *et al.*, 1991).

Durant la période où ces feux brûlèrent, les émissions totales de CO<sub>2</sub> ont été estimées à 300 mégatonnes, ce qui représente 1,5 % des émissions mondiales industrielles de CO<sub>2</sub> chaque année. Les émissions de CO<sub>2</sub> et d'oxyde nitrique diminuèrent progressivement à mesure que les puits de pétrole étaient éteints.

Les effets de telles émissions de CO<sub>2</sub> sur l'effet de serre global sont trop faibles pour être calculés.

#### 2.2.2.2 Effets sur le climat local et régional

Le panache de fumée mesurait de 15 à 150 km de large à des distances respectives de 0 à 1000 km des puits de pétrole en feu, réduisant l'ensoleillement, la visibilité et la température à l'ombre du panache. La température et le flux solaire ont été localement diminués : sous le panache de fumée, la température a pu diminuer de 10°C en journée (Browning *et al.*, 1991)(figure 5) ; mais il n'y a pas de preuve que le climat régional en ait été affecté.

#### 2.2.2.3 Chimie de la fumée

À l'intérieur du panache de fumée, les pics de concentration en particules ont dépassé les standards reconnus de santé publique. Par contre, les niveaux d'ozone, d'oxyde nitrique et de monoxyde de carbone étaient en deçà des niveaux d'alerte.

Cependant la fumée du panache restait largement au-dessus du sol (500 mètres d'altitude au moins) pendant la majorité de son vol, et donc elle n'eût pas d'effet sur la population de la région.

La fumée du panache devait voler au moins 200 km pour pouvoir subir des modifications photochimiques. Celle mesurée à 1000 kilomètres de la zone d'émission au Koweït révéla des concentrations d'ozone *occasionnellement* supérieures aux standards admis aux Etats Unis (National Ambient Air Quality Standards ou NAAQS) de 120 ppb.

#### 2.2.2.4 Concentrations au niveau du sol

Bien qu'on ait craint des risques pour la population, les concentrations des particules en suspension ont rarement dépassé les standards reconnus de manière significativement alarmante. De plus on ne retrouva pas dans ces particules d'agents irritants en quantités significatives. Il en fut de même pour les concentrations en ozone, monoxyde de carbone, oxydes nitrique et nitreux, et sulfure hydrogène. Les concentrations en PAH et en métaux tels que Nickel, Chrome, Vanadium, Plomb de la fumée issue des feux restaient généralement en dessous de 1 µg/m<sup>3</sup>, c'est-à-dire comparable à celles mesurées dans les zones industrielles et urbaines du monde occidental.

Cependant, les retombées de suie et de brume huileuse ont recouvert de larges étendues de végétation, jusqu'en Arabie Saoudite. La plupart des plantes naissantes cette année-là a été affectée, et la flore n'a pas réussi à produire de graines. Seuls les végétaux persistants possédant des réserves dans leurs racines survécurent à l'été 1991. Les effets à long terme sur la flore ne sont pas élucidés. Même si tout indique une reprise en 1992, il se pourrait qu'on observe une redistribution des espèces végétales dans la région touchée.

#### 2.2.2.5 Effets immédiats et à long terme pour la santé humaine et animale

La pollution de l'air résultant des puits de pétrole brûlant au Koweït a représenté un danger possible pour la santé des populations animales et humaines. Les troupeaux en pâturage ont sûrement été affectés par la suie accumulée par ingestion des plantes polluées, et les réserves d'eau souterraine polluées par l'infiltration des particules de suie (Small, 1991).

Le dernier des 613 puits de pétrole en feu a été éteint le 6 novembre 1991 réduisant du même coup les risques pour la santé. De plus la fumée du panache restait confinée entre 500 mètres et 4 km de hauteur et toucha rarement le sol : les populations humaines et animales n'étaient pas directement dans la fumée.

Ce pendant les effets possibles à long terme ne sont pas complètement connus et auraient nécessité des études détaillées dans les années suivant la catastrophe.

### **2.2.3 Effets de la guerre sur l'écosystème terrestre**

Les Nations Unies menèrent entre août et septembre 1991 (UNEP, 1991) des recherches sur les conséquences de la guerre dans les écosystèmes terrestres Irak, du Koweït et d'Arabie Saoudite.

#### 2.2.3.1 Irak

Les raids aériens alliés en Irak ont conduit à la destruction de nombreuses infrastructures, notamment des centrales électriques, des usines de pompage d'eau pour les cultures, des raffineries, des dépôts et des puits de pétrole :

- les pompes à eau pour le drainage des cultures, ne fonctionnant plus, ceci a entraîné une augmentation de la salinité des sols dans de vastes zones agricoles ;
- la destruction des usines d'engrais a laissé l'agriculture du pays sans soutien de ce côté-là ;
- le bombardement d'infrastructures industrielles a provoqué la pollution par des substances chimiques du sol et des cours d'eau ;
- les cultures et le bétail ont été gravement affectés : sans pesticides, les cultures de blé ont été attaquées par la peste, entraînant une perte totale de production de 40 % ; le bétail a subi de sérieuses épidémies, notamment de peste bovine. Le bétail survivant, menacé par la guerre, a été massivement abattu pour la consommation domestique ou vendu aux pays voisins par des éleveurs cherchant de meilleurs prix qu'en Irak.

De larges étendues agricoles ont été dévastées. Malheureusement, on a peu de données exactes sur l'étendue des dégâts parmi les troupeaux irakiens. On verra dans le chapitre suivant comment le bétail d'un pays peut souffrir indirectement de la guerre, avec l'exemple du conflit en Rhodésie.

#### 2.2.3.2 Koweït

La suie et la brume huileuse provenant des puits de pétrole en feu ont couvert de larges étendues de Ahmadi à Wafra :

- la plupart des plantes germant cette année-là dans cette zone n'ont pas résisté. Les plantes annuelles n'ont pas réussi à se reproduire, et seule la végétation permanente possédant des réserves a survécu ;
- le pétrole s'échappant des puits détruits a formé des lacs dans le désert, profonds jusqu'à un mètre, et pénétrant le sol sur plusieurs dizaines de centimètres, ce qui représente 25 à 30 millions de barils ;
- le désert stable autour de Koweït City a été largement abîmé par les activités militaires : les lourds véhicules blindés roulant hors des routes ont « émietté » le sol, augmentant sa vulnérabilité à l'érosion par le vent ;

- l'arrêt de l'irrigation au nord de Koweït City a causé de sérieux dommages aux jeunes plantes maraîchères.

**Photo 19 : char et matériel militaire irakien abandonnés dans la campagne koweïtienne, février 1991**

#### 2.2.3.3 Arabie Saoudite

L'Arabie Saoudite a subi la marée noire et les retombées de suie des puits de pétrole en feu :

- la productivité de la végétation a été réduite à cause de la suie, certaines espèces comme *Hamada elegans* n'ont pas résisté ;
- certaines zones n'étant plus valables pour le pâturage, les zones adjacentes ont conséquemment subi un surpâturage, très néfaste dans ces écosystèmes fragiles ;
- les mouvements des véhicules militaires ont émiétté certaines zones sablonneuses, les rendant vulnérables au vent, alors que d'autres sites ont vu leurs sols compactées par le passage de nombreux blindés, ce qui empêche les plantes de prendre racine.

**Photo 20 : matériel agricole détruit au Koweït, 1991.**

#### **2.2.4 Conclusions**

On ne peut pas ne pas citer le point de vue de Peter Literathy (1993) pour conclure sur les dommages subis par l'environnement marin et terrestre du Golfe Persique pendant le conflit de 1991. Il explique notamment pourquoi les résultats obtenus pendant l'expédition du navire *Mt Mitchell* ont montré que l'écosystème marin profond avait moins souffert que prévu de la marée noire :

- la marée noire migra rapidement vers le sud et se déposa sur les plages d'Arabie Saoudite où elle causa plus de dommages à la côte qu'aux fonds marins ;
- entre l'invasion du Koweït (1er août 1990) et les conclusions de l'expédition (1993) les décharges *chroniques* de pétrole ont été significativement réduites du fait de l'arrêt de l'industrie et du transport pétroliers ;
- l'écosystème marin du Golfe acclimaté à la pollution par le pétrole est capable d'en assimiler de grandes quantités car :
- les micro-organismes marins ont été régulièrement exposés au pétrole suintant naturellement du sous-sol marin très richement pétrolifère,

- la dégradation et la transformation du pétrole sont accélérées par la chaleur environnante,
- la photo-oxydation des composés aromatiques est rapide grâce aux fortes radiations solaires.

D'après lui, les études menées sur cette pollution sans précédent se sont beaucoup focalisées sur les effets possibles de la marée noire et du tonnage de fumées issues des puits de pétrole en feu ; mais l'environnement du Golfe Persique pourrait avoir été exposé à d'autres matériaux dangereux, comme les PCB fuyant des transformateurs détruits, les catalyseurs, et d'autres matériaux militaires comme les fragments d'obus ou de missiles à l'uranium appauvri, sur lesquels les experts militaires sont particulièrement peu loquaces (cf. infra).

Les lacs formés par le pétrole déversé dans le désert koweïtien, considérés parfois comme moins dangereux pour l'environnement parce qu'ils sont figés, subissent l'érosion du soleil et du vent qui peuvent briser la croûte formée sur le pétrole en petites boulettes de goudron et les transporter vers la mer, polluant celle-ci régulièrement, et pendant de nombreuses années.

À l'heure où j'écris ces lignes (février 2003), chaque jour semble nous rapprocher d'un nouveau conflit dans la région, âprement voulue par l'administration américaine, désireuse de se protéger contre la menace posée par la possession supposée d'armes biologiques par le régime de Saddam Hussein avec les organisations terroristes.

On verra dans les chapitres suivants que cette menace, même si elle est floue aujourd'hui, a existé hier. Les scientifiques des Nations Unies, et notamment les experts en biologie militaire, sont actuellement en Irak pour mesurer, et au besoin, annihiler cette menace.

Néanmoins, il est du devoir de la communauté scientifique de rappeler le désastre de 1991 engendré par le conflit afin d'éviter qu'il ne se reproduise.

### 2.3 Effet des munitions à l'uranium appauvri

L'utilisation d'obus anti-chars contenant de l'uranium par les forces alliées contre les blindés irakiens souleva de nombreuses questions quant à la possible contamination par l'uranium de l'environnement.

La combustion de pétrole provenant des puits en feu a participé à l'émission d'uranium (le pétrole brut contient de l'uranium, entre autres métaux lourds), mais cette pollution est répartie sur l'ensemble du territoire couvert par les retombées de cendres. En opposition, lors de l'explosion d'un obus, les particules contenant de l'uranium sont dispersés sur une surface de quelques kilomètres carrés, causant une contamination locale du sol.

Bou Rabee *et al.* (1995) ont recueilli des échantillons en différents endroits du Koweït, y compris sur les champs de bataille, et ils ont mesuré leur concentration en uranium (figure 6).

Les résultats montrent que :

- le sol contient en surface des concentrations en uranium qui vont de 0,3 µg/g, proche de la moyenne mondiale (2,1 µg/g) ; sa contribution à la totalité de la radioactivité (naturelle *plus* artificielle) varie de 1 à 14 % de celle-ci.
- l'air au-dessus du sol contient des particules en suspension où l'uranium a des concentrations entre 1 et 2 µg/g.
- le ratio  $U^{235}/U^{238}$  dans les échantillons récoltés est fondamentalement proche de la valeur théorique de 0,007, témoin du fait que l'uranium présent a une origine naturelle et ne provient pas de façon significative de l'uranium appauvri contenu dans les obus antichars ( dont le ratio  $U^{235}/U^{238}$  est inférieur à 0,007).
- l'absorption annuelle d'uranium par inhalation pour la population du Koweït a été calculée à 0,07 Bq, c'est-à-dire 0,2 % de la limite annuelle d'absorption recommandée.

**Figure 6 : sites de collecte des échantillons pour la recherche d'uranium,  
Koweït 1993-1994.**

D'après cette étude, l'emploi des munitions à l'uranium appauvri ne provoquerait pas de pollution radioactive significative. Cependant, ces informations sont contradictoires avec les observations faites sur le terrain des batailles et qui montrent une recrudescence de cancers et de malformations congénitales parmi la population humaine (Eaton, 1999). Il semble que les études qui envisageaient la nocivité de ces munitions sur la santé aient été volontairement écartées. Des documents militaires américains recommandent fortement aux soldats de ne pas approcher les blindés ennemis détruits avec des obus comportant de l'uranium appauvri. Ces blindés gisent toujours en Irak dans la campagne, où le bétail va paître (photos 19 et 20), ou sont le terrain de jeu des enfants (photos 21 et 22).

**Photos 21 et 22 : chars irakiens détruits au bord des routes, pouvant représenter un danger par leur radioactivité.**

### **3 Les effets de la guerre sur le contrôle des maladies du bétail au Zimbabwe**

La guerre de sept ans qui eut lieu entre 1972 et 1979 au Zimbabwe provoqua l'effondrement des services vétérinaires dans les zones tribales et modifia considérablement l'incidence des maladies les plus destructrices du bétail dans cette région.

Parmi les maladies du bétail recensées au début de la mise en place des services vétérinaires dans ce pays (Sinclair, 1922), la plus sérieuse était la trypanosomiase, qui rendait les vallées du Zambèze et du Limpopo inappropriées au développement de l'élevage.

La pleuropneumonie bovine contagieuse fut introduite par le sud par un marchand en 1861, avant l'arrivée des colons blancs en 1890, et persista jusqu'en 1914, date du dernier cas recensé. Le bétail des premiers colons rencontra une forte mortalité par la babésiose (*Babesia bigemina*) apparemment endémique dans les troupeaux indigènes. En 1896 la peste bovine balaya le pays à partir du nord, détruisant 90 % du bétail et des ongulés sauvages. Ceci n'eut comme conséquence bénéfique que de priver la mouche tsé-tsé de ses hôtes et son habitat se réduisit à quelques foyers dans la vallée du Zambèze, à partir desquels elles se repropagera plus tard quand les conditions seront à nouveau favorables.

En 1920 du bétail importé du Tanganyika introduisit la theilériose bovine (*Theileria parva*) qui tua environ la moitié du bétail des colons. La theilériose fut ramenée sous contrôle par de

par le conflit on trouve aussi le contrôle de la trypanosomiase, la vaccination antirabique des chiens et le contrôle des éruptions de fièvre aphteuse et d'anthrax. Les conséquences indirectes du conflit sur l'incidence de ces maladies fut dramatique.

### **3.1 Les maladies transmises par les tiques**

Le traitement antiparasitaire du bétail, introduit en 1914 pour contrôler la theilériose bovine permit non seulement d'éradiquer cette maladie mais aussi de contrôler les autres maladies transmises par les tiques comme la babésiose (*Babesia bigemina*), la Cowdriose (*Cowdria ruminantium*), la theilériose de Rhodésie (*Theileria lawrencei*) et anaplasmose (*Anaplasma marginale*) (Lawrence et Norval 1979). Le contrôle des tiques permit de créer une si bonne situation sanitaire que le développement et l'écologie des aires d'élevage en fut profondément changés. Le commerce du bétail prospéra dans les fermes et les ranchs privés, et les troupeaux de la T. T. L. grandirent à tel point qu'ils furent uniquement limités par la surface du pays. Le surpâturage rendit les conditions environnementales impossibles pour la survie de la plupart des espèces de tiques à deux ou trois hôtes et seule la tique *Boophilus decoloratus* à un seul hôte persista (Norval 1977). Au contraire, les fermes commerciales étaient peu broutées et furent fréquemment infestées par de nombreuses variétés de tiques, et en restèrent des réservoirs.

La perturbation des traitements antiparasitaires dans les TTL entraîna d'abord un lent accroissement du nombre de tiques *B. decoloratus* la première année, puis de fortes infestations l'été suivant. Des épidémies de babésiose et/ou d'anaplasmose suivirent, entraînant, par une mortalité de près de 30 %, une réduction du broutage, améliorant les conditions de développement des tiques. Pendant la guerre, des milliers d'animaux furent volés dans les fermes commerciales et des troupeaux non traités furent déplacés dans les TTL, ce qui conduisit à la réapparition de nombreuses tiques à deux et trois hôtes notamment *Amblyomma hebraeum*, le vecteur de la cowdriose, et *Rhipicephalus appendiculatus*, le vecteur de la theilériose, deux maladies qui ravagèrent les troupeaux déjà épuisés. L'introduction de *Babesia bovis* et de son vecteur *Boophilus microplus* par la frontière avec le Mozambique provoqua aussi une grande mortalité.

Norval (1979) estima qu'environ un million de bêtes moururent de maladies transmises par les tiques entre 1974 et 1979, ce qui représente environ un tiers du troupeau des TTL. Il en tire la conclusion que le programme antiparasitaire qui devait éradiquer virtuellement les vecteurs de ces maladies et donc interrompre leur transmission naturelle était un échec.

### 3.2 La trypanosomiase

La mouche tsé-tsé, vecteur de la trypanosomiase, vit en Rhodésie jusqu'à 1100 mètres d'altitude, ce qui représente la moitié du pays et concerne un tiers du troupeau national. Bien que cette maladie ait disparu depuis l'épidémie de peste bovine de 1896, elle ne fut pas longue à retrouver son habitat originel.

La trypanosomiase fut contrôlée dans le passé par chimiothérapie et, indirectement, par l'élimination de la mouche tsé-tsé (Boyt 1979). Cependant la chimiothérapie trébucha sur la capacité du trypanosome à développer des résistances, qui peuvent être contrôlées par des traitements prophylactiques réguliers. La réussite des services vétérinaires dans ce domaine permit de mener brouter et se reproduire du bétail pour de longues périodes dans des zones de fortes pressions du trypanosome. Par exemple dans le district de Binga, dans le Nord-Ouest, où 300 têtes en 1957 devinrent 4000 en 1972.

Mais l'expérience de la guerre a montré que la chimiothérapie ne peut pas amener plus qu'un statu quo de la maladie jusqu'à ce que le vecteur soit éliminé. Avant 1959 les progrès de la mouche tsé-tsé étaient contrôlés par l'abattage de ses hôtes naturels, l'élimination totale de sa source de nourriture étant clairement le but. Environ 25 000 kilomètres carrés furent « dégagés » entre 1933 et 1946 par cette méthode, mais elle fut abandonnée en 1960 du fait de son caractère répugnant. On adopta alors une méthode de pulvérisation du sol avec des insecticides persistants pendant la saison sèche. Ceci combiné à l'assèchement des vallées dans les années 60 fit croire à une élimination complète de la trypanosomiase dans le pays. Pour s'en rendre compte il faut savoir que le nombre de doses de médicaments administrés baissa de 181 000 au plus dur de la lutte à 75 000 en 1973 et le nombre de cas confirmés chuta dans la même période de 8134 à 4124.

À partir de 1972 les opérations de traitement insecticide et les actions des inspecteurs vétérinaires devinrent progressivement de plus en plus dangereuses du fait de la guerre et furent abandonnées dans un district après l'autre. La situation se détériora rapidement et de nombreux animaux moururent. Dans le district de Rushinga dans le Nord-Est, la mouche tsé-tsé, qui avait été repoussée au-delà des frontières avec le Mozambique, la retraversa et tua au moins 30 000 têtes sur 164 000 et tous les progrès accomplis depuis les années 60 furent anéantis.

### 3.3 La fièvre aphteuse

La fièvre aphteuse était connue dans le pays avant l'arrivée des colons blancs mais disparut. Elle réapparut en 1931 dans les ranchs du sud et se propagea largement avant d'être ramenée sous contrôle. Depuis elle ré-émergea régulièrement avec une extension plus ou moins grande, toujours à partir du sud, du sud-est ou du nord-ouest du pays (Condy 1979). Les ruminants sauvages comme le buffalo font apparemment office de réservoirs et les épidémies apparaissent après un contact entre le bétail et le gibier. Ces épidémies furent toutes causées par les types SAT 1, 2 ou 3.

Une politique de contrôle efficace de la maladie fut mise en place dans les ranchs commerciaux et dans les aires tribales, fondée sur une inspection régulière et la quarantaine des zones sujettes à la maladie, ainsi que l'application immédiate de la quarantaine et de la vaccination quand une infection était détectée.

### 3.4 La maladie du charbon

La maladie du charbon a été diagnostiquée pour la première fois en Rhodésie en 1898. Depuis lors des déclenchements sporadiques ont eu lieu un peu partout dans le pays. C'était fréquemment des cas humains qui attiraient l'attention des autorités, car les Africains mangent couramment les animaux qui meurent, même de maladie. Une fois le foyer découvert, les carcasses étaient brûlées ou enterrées, tout le bétail aux alentours était vacciné et les mouvements de bétail ou de leurs produits étaient interdits. Ces mesures limitèrent avec succès la maladie et l'incidence annuelle de la maladie du charbon jusqu'en 1978 était d'environ 20 animaux. Entre 1950 et 1978, 174 cas de charbon humain furent diagnostiqués, dont 24 mortels.

Début 1979, la maladie du charbon réapparut dans une partie de l'Ouest de la Rhodésie où elle apparaissait sporadiquement les années précédentes (figure 7). À cause de l'effondrement de l'administration civile dû à la guerre ceci ne fut notifié aux autorités vétérinaires qu'au moment où un humain qui avait contracté la maladie dans cette région mourut dans un hôpital en ville. Les tentatives pour persuader les tribus d'amener leurs troupeaux à la vaccination furent sans succès et les efforts pour contrôler la maladie dans les zones les plus éloignées furent parfois abandonnés. Plus de 5 % du bétail dans cette zone a péri, ce qui représente 5000 têtes, certains propriétaires disant avoir perdu plus de la moitié de leur troupeau.

La maladie du charbon se propagea rapidement à partir de ce foyer, les mouvements d'animaux ne pouvant plus être contrôlés, et fin 1979 l'épidémie était estimée présente dans 1/3 des zones tribales du pays (figure 7). La vaccination poursuivie dans les fermes commerciales permit de prévenir l'infection, qui provoqua seulement 11 morts parmi le bétail. L'incidence des cas humains de maladie du charbon s'accrut de manière dramatique. En 1979

on diagnostiqua 4608 cas dont 63 mortels. Un grand nombre de cas parmi les populations éloignées n'a pas été recensé à cause du conflit.

**Figure 7 : aires reconnues infectées par la maladie du charbon en 1979.**

### 3.5 La rage

La rage a été diagnostiquée en Rhodésie pour la première fois en 1902 et disparut en 1913 après un contrôle strict des chiens. En 1950 la maladie entra par le sud et le sud-ouest du pays à partir du Bechuana et du Transvaal. Elle s'étala rapidement dans la population canine et en 1956 était présente dans tout le pays à part les extrémités nord et nord-ouest. On appliqua la quarantaine dans les régions affectées et la destruction des chiens errants ainsi que la vaccination antirabique obligatoire à partir de 1951. Dans les cinq ans l'incidence de la maladie tomba et en 1961 on ne releva que 7 cas, uniquement chez des chiens (Shone 1962).

Les remous politiques à partir de 1960 réduisirent de moitié le nombre de chiens présentés à la vaccination par des Africains. L'incidence de la rage grandit et en 1965 la maladie fut relevée de manière certaine dans la vie sauvage, particulièrement chez les chacals. Une campagne de vaccination bien menée en 1975 avec près de 334 000 vaccinations permit de contrôler la maladie, avec seulement 134 cas de rage cette année-là dont moins de la moitié chez des chiens.

Début 1976 l'escalade de la guerre exerça un sérieux effet sur le contrôle la rage. Les quelques campagnes de vaccination menées dans les zones tribales soumettaient à un risque important les équipes vétérinaires et les propriétaires de chiens. En 1979 le nombre de vaccinations tomba à 78 000, principalement dans les centres urbains. Cette année-là on confirma 281 cas de rage dont 175 chez des chiens non vaccinés, alors même qu'on ne pouvait recenser les cas de rage en milieu rural. La distribution de la rage dans des zones réduites de l'est et du sud-ouest du pays correspond alors à la situation de 1956 (figure 8).

De 1950 à 1975, on totalisa 54 cas de rage humains, et 74 cas entre 1976 et 1979 ; et on ne sait pas combien de cas ne furent pas recensés.

**Figure 8 : aires où la rage était présente avant la guerre (73-74) et en 78-79.**

L'effet le plus dramatique de la guerre fut, pour le bétail, les épidémies dévastatrices de maladies transmises par les tiques qui ont suivi l'arrêt des traitements antiparasitaires dans les TTL. Ceci illustre la situation instable créée par des campagnes antiparasitaires qui cassent le cycle de transmission des maladies mais ne parviennent pas à les éradiquer. Quand le contrôle échoue, un désastre suit. D'après Lawrence, Foggin & Norval (1980), si un programme de contrôle des tiques est institué, il doit viser une éradication complète, qui, si elle ne peut être achevée, doit être complétée par la vaccination. Ceci rendrait les perturbations dans le secteur de l'élevage moins importantes si le pays connaît des difficultés politiques ou économiques.

Le coût pour le pays des problèmes de santé animale induits par la guerre est impossible à quantifier. Les TTL participaient très peu au commerce du bétail, qui était plutôt employé à la charrue, pour le lait et pour son rôle dans les aspects sociaux et religieux de la vie tribale. Bien que les fermes commerciales aient peu souffert des pertes du marché du bœuf à cette époque, les pertes furent sévères pour les tribus. Les cultures ont souffert de l'absence de labourage naturel par le bétail et du manque de fumier. La situation économique liée à la guerre a encouragé de larges vols parmi le bétail des fermes commerciales.

L'épidémie de charbon qui toucha largement le bétail et les humains pendant les dernières années de la guerre d'indépendance de Rhodésie (aujourd'hui Zimbabwe) à la fin des années 70 mérite une attention spéciale. Avant la guerre, l'anthrax était endémique mais rare et bien contrôlé (Lawrence *et al.*, 1980).

La guerre amena son lot de maladies parmi le bétail et l'anthrax devint très préoccupant, tuant des milliers de têtes. La population humaine subit elle aussi une épidémie majeure d'anthrax qui toucha 10 000 personnes et en tua des centaines. L'examen épidémiologique approfondi de ce foyer indique que l'introduction de l'anthrax a très probablement été intentionnelle, et sûrement dans le but d'ébranler le moral et les réserves de nourriture des populations soutenant le mouvement indépendantiste (Wilson, 2000).

On a vu que les animaux peuvent être victime des conséquences de la guerre (pollution pétrolière dans le Golfe Persique, arrêt des activités vétérinaires en Rhodésie), victimes directes des batailles militaires (pendant les guerres sécessionnistes des Balkans), comme dans toute guerre conventionnelle. On voit maintenant qu'ils peuvent être les cibles même de nouvelles formes de guerre dans lesquelles un nouveau type d'armes, l'arme biologique, révèle toute son efficacité.

## **Deuxième partie**

### **Un nouveau type d'arme permet de prendre pour cible directe les animaux : l'arme biologique**

#### **1 Définitions**

##### **1.1 Arme biologique**

Une arme biologique est un agent, un organisme ou une toxine produite par un organisme qui peut être utilisé contre des personnes, des animaux, ou des cultures (Carus, 1998). On détaillera plus loin toutes les formes différentes que ces agents peuvent prendre.

Cette arme peut être utilisée dans divers buts et sous des conditions différentes : ainsi elle peut permettre de perpétrer un biocrime ou une attaque bioterroriste, ou encore de mener une guerre non conventionnelle, la guerre bactériologique.

Pour qu'un agent biologique soit utilisé en tant qu'arme, il faut le « militariser », c'est-à-dire transformer un germe banal et naturel en une poudre sophistiquée, capable, par exemple, de se répandre comme un aérosol de fines particules qui ne se collent pas les unes aux autres (la lutte contre l'électricité statique est un enjeu majeur pour les techniciens) : plus les particules sont fines, plus elles restent longtemps en suspension, et plus elles ont de chances de pénétrer dans les poumons du plus grand nombre.

Cependant, une arme biologique, si elle doit être utilisée sur un champ de bataille, nécessite plus de composants qu'un simple agent biologique militarisé. Elle comprend quatre éléments essentiels (Zilinskas, 1997) :

- la charge utile (l'agent biologique militarisé : en poudre, sous forme stable...) ;
- la munition (le récipient qui conserve intacte et virulente la charge utile durant la livraison) ;
- le système de livraison (missile, obus d'artillerie, avion...) ;
- le mécanisme de dispersion (force explosive ou pulvérisateur).

## **1.2 Biocrimes**

Des crimes biologiques, ou biocrimes, visant à détruire des personnes ou du bétail peuvent être commis par esprit de revanche ou par intérêt financier personnel (Carus, 1998) en utilisant une arme biologique.

D'une façon générale, est appelé criminel tout individu qui use de violence pour des causes autres que politiques, idéologiques, religieuses, sociales, qui, elles, appartiendraient au cercle du terrorisme.

## **1.3 Terrorisme, bioterrorisme et agroterrorisme**

### **1.3.1 Terrorisme**

Entre 1936 et 1980, plus d'une centaine de définitions avaient déjà été proposées pour définir le terrorisme, et c'était bien avant que naisse l'intérêt particulier que nous lui portons aujourd'hui. Les définitions successives étant toujours trop étroites ou trop larges, elles ajoutent à la confusion. Pour ce qui concerne notre sujet, prenons la définition donnée par Thurmond & Brown (2002) : « c'est une nouvelle forme d'attaque, appelée la « guerre asymétrique », dont on pense qu'elle supplantera les efforts militaires traditionnels, et dont le but est de provoquer un chaos économique, social, politique afin de déstabiliser un gouvernement. Les cibles de cette menace asymétrique peuvent ne pas concerner uniquement les humains mais aussi, et de plus en plus, tous les domaines dans lesquels la destruction peut ébranler les valeurs économiques, sociales, environnementales ou politiques ».

### **1.3.2 Bioterrorisme**

Parmi l'arsenal disponible pour atteindre son but, le terroriste peut décider de disséminer un micro-organisme biologique pathogène, de manière à provoquer une épidémie parmi une population ou contaminer des réserves de nourriture : ceci constitue le bioterrorisme.

### **1.3.3 Agroterrorisme**

Récemment, le terme agroterrorisme est apparu dans la presse quotidienne pour désigner une nouvelle forme d'attaque utilisant des armes biologiques pour décimer des élevages d'animaux et des cultures, afin de miner l'économie d'un pays (Goldstein, 1999).

#### **1.3.4 La guerre biologique**

Si le terrorisme n'a que récemment été universellement reconnu comme une forme de guerre, il a depuis toujours puisé dans l'arsenal militaire ou s'en est inspiré.

Cet arsenal contient entre autres des armes biologiques depuis environ un siècle, élaborées pour incapaciter des soldats ou les décimer par une épidémie, en entravant la logistique militaire d'un ennemi ou en affaiblissant son économie.

Le terme consacré en français pour désigner ce type de guerre est « guerre bactériologique ». Cependant, les agents utilisés ne sont pas uniquement bactériens, mais aussi viraux, protéiques... on préférera donc dorénavant utiliser le terme de « guerre biologique », que les Anglo-Saxons, avec leur sens de la formule, désignent par « biowarfare ».

## 2 Historique

Christopher *et al.*, (1997) nous rappellent que les humains ont toujours utilisé les technologies disponibles, aussi bien dans des buts de destruction que pour le bénéfice de toute la société. Les tentatives récentes de militarisation de toxines biologiques comme la ricine ou la toxine botulinique ont été anticipées par l'utilisation du curare et de toxines extraites d'amphibiens venimeux comme poison sur les flèches de chasse par les Sud-américains, utilisant une technologie néolithique.

Cependant, l'étude de l'histoire de la guerre biologique doit être entreprise avec précaution : il est en effet difficile de confirmer les allégations d'attaque biologique, par manque de données microbiologiques et épidémiologiques fiables concernant ces attaques prétendues ou tentées, à cause de la propagande qui utilise ces allégations, et du secret qui entoure les programmes d'armes biologiques. Quoi qu'il en soit, l'examen des sources historiques montre que l'intérêt pour les armes biologiques a persisté au cours de l'histoire et n'est pas près de s'éteindre.

### 2.1 Premières tentatives

La découverte de l'impact potentiel des maladies infectieuses sur les armées provient de l'utilisation primitive comme armes de la saleté, des cadavres humains et des carcasses d'animaux, et du principe de contagion. Ceux-ci ont été utilisés pour contaminer la nourriture, le fourrage des animaux, les réserves d'eau ou les populations militaires et civiles pendant les guerres qui ont jalonné l'Antiquité, le Moyen Âge et notre époque contemporaine.

Une des premières tentatives d'utilisation de fomites (terme qui désigne l'ensemble des objets qui peuvent abriter et transmettre les agents de maladies infectieuses) sur une population illustre les problèmes épidémiologiques soulevés par la guerre biologique.

Au XIV<sup>e</sup> siècle, les Tatars qui assiégeaient la ville de Kaffa (aujourd'hui Feodosia en Ukraine) connurent une épidémie de peste parmi leurs soldats. Essayant de transformer leur infortune en une opportunité, ils catapultèrent leurs propres cadavres dans la ville assiégée pour y provoquer une épidémie de peste. Cette technique consistant à catapulter les corps des malades dans les fortifications sous siège était commune à l'époque et est décrite dans de nombreux ouvrages (Poupard & Miller, 1992). Un foyer de peste se déclara effectivement dans la ville qui dut se rendre. Les notables fuyant la ville par bateau (probablement avec des rats) se réfugièrent à Constantinople, à Gènes, à Venise et dans d'autres ports de la

Méditerranée, et sembleraient avoir contribué à l'expansion de la seconde pandémie de peste (Derbes, 1966) qui tua 25 millions de personnes, un tiers de la population européenne de l'époque.

Cette explication paraît cependant assez simpliste à Robertson & Robertson (1995), qui nous rappellent que les puces qui transmettent la peste quittent les cadavres pour parasiter des hôtes vivants et que l'épidémie de Kaffa aurait très bien pu être provoquée par un cycle naturel impliquant des rongeurs sylvestres et urbains, et leurs puces.

C'est le virus de la variole qui fut utilisée comme arme biologique contre les Indiens d'Amérique au XVIII<sup>e</sup> siècle, par le commandant des forces britanniques Sir Jeffrey Amherst. Un foyer de variole à Fort Pitt lui donna l'occasion de « réduire » la population indienne résistante : il fit distribuer aux Indiens les couvertures et mouchoirs souillées par les malades de la variole hospitalisés dans un hôpital proche et une épidémie de variole a suivi cette adaptation du cheval de Troie.

Même si les Européens avaient déjà disséminé involontairement depuis plus de 200 ans la variole parmi les populations amérindiennes immunologiquement naïves, pour Olivier Lepick & Patrice Binder (2001) on peut voir dans cet épisode une volonté explicite parce que formulée de nettoyage ethnique. En effet, Sir Amherst a écrit à ses sous-officiers : « vous tenterez certes de contaminer les Indiens à l'aide de ces couvertures, mais n'hésitez pas à utiliser de n'importe quelle méthode susceptible de nous débarrasser de cette race exécrationnelle. » De la même manière, pendant le siège de Paris par l'armée prussienne en 1870, un médecin français proposa l'idée que des vêtements infectés par la variole soient abandonnés par les forces françaises en retraite de manière à infecter l'assaillant, mais cette proposition ne fut pas mise en œuvre (Mollaret, 1985).

Ces exemples précoces d'utilisation d'armes biologiques illustrent bien la difficulté de différencier les épidémies qui se produisent naturellement des attaques biologiques tentées ou prétendues. Ce problème aura une importance continue au fil de l'histoire car la propagande imputera les épidémies naturelles aux attaques biologiques supposées de l'ennemi.

Il faut cependant reconnaître que le concept d'arme biologique n'enchantait pas tous les chefs d'armée : Louis XIV accorda une pension à vie à un chimiste italien, inventeur d'une arme biologique, à la condition que celui-ci ne divulgue jamais son invention (Robertson & Robertson, 1995).

## 2.2 L'ère de la microbiologie moderne et son application pendant les Guerres Mondiales

La formulation du postulat de Koch et le développement de la microbiologie moderne au XIXe siècle permirent d'isoler et de produire des stocks de micro-organismes pathogènes.

Il faut bien admettre que la première utilisation d'armes biologiques du XXe siècle était dirigée contre les animaux, et non les humains.

Les Allemands ont mis en oeuvre pendant la Première Guerre Mondiale un programme de sabotage en disséminant les agents du charbon et de la morve (respectivement *Bacillus anthracis* et *Pseudomonas mallei*) parmi les chevaux et le bétail en France (Le Bourdelles, 1939), Roumanie, Espagne, Norvège, Argentine et aux États-Unis, donc sur trois continents. Les auteurs qui ont rapporté cette tentative de guerre biologique visant les ressources de l'ennemi en détail et en chevaux ne sont pas tous d'accord sur le succès de l'opération, mais certains assurent qu'elle a tué ou affaibli des centaines d'animaux (Robertson & Robertson, 1995). Mais quel que soit son succès, le programme de guerre allemand anti-animal est d'une importance capitale pour Wilson *et al.* (2000) (tableau 1), car :

- ce fut le premier programme national de guerre biologique ;
- ce fut le premier programme de guerre biologique développé sur des fondements scientifiques ;
- ce fut l'une des deux seules utilisations confirmées d'armes biologiques en temps de guerre ;
- ce fut la première et peut-être la seule utilisation extensive d'agents de guerre biologique par des agents secrets ;
- ce fut le premier événement de guerre biologique anti-animal correctement documenté.

**Tableau 1 : épisodes de guerre biologique, de bioterrorisme, et biocrimes ayant pour cible des animaux au cours du 20<sup>ème</sup> siècle (d'après Wilson et al., 2000)**

Date	Lieu	Auteur	Cibles	Agents biologiques utilisés	Type d'incident	Résultat
1915-1916 1915-1916 1915-1918 1916 1916-1618 1917	Etats-Unis Roumanie Espagne Norvège Argentine France	Agents Secrets Allemands	chevaux, bétail, mules, cerfs, moutons.	morve charbon	guerre biologique	Non-confirmé, succès probable
1952	Kenya	Indépendantistes Mau-Mau	bétail	toxine végétale	bioterrorisme	succès
1978-1980	Rhodésie	Forces de sécurité rhodésiennes	bétail	charbon	guerre biologique	succès
1982-1984	Afghanistan	Militaires Soviétiques	chevaux	morve	guerre biologique	inconnu
1997	Nouvelle-Zélande	Fermiers néo-zélandais	lapins sauvages	calicivirus hémorragique du lapin	biocrime	succès total

Le Japon a mené des recherches sur les armes biologiques en Mandchourie occupée de 1932 à 1945, au sein d'une unité baptisée « unité 731 », regroupant 150 bâtiments, cinq camps satellites, un personnel de plus de 3000 scientifiques et techniciens, ainsi que d'autres unités installées à Moukden, Changchun et Nankin, où sont « testés » sur des prisonniers de nombreux agents pathogènes (dont *Bacillus anthracis*, *Neisseria meningitidis*, *Shigella* spp (dysenteries), *Vibrio cholerae*, *Yersinia pestis*). D'après Harris (1992), au moins 10 000 prisonniers succombèrent aux expériences.

Les scientifiques du programme 731 capturés par l'Union soviétique pendant la Seconde Guerre Mondiale admirent avoir mené douze expériences à grande échelle sur au moins onze villes chinoises, contaminant eau et nourriture, maisons, pulvérisant les agents par avion. La peste fut notamment disséminée par des puces nourries en laboratoire sur des rats infectés, récoltées, puis larguées par avion au-dessus des villes chinoises (15 millions de puces par attaque).

Mais les victimes ne furent pas seulement chinoises : les militaires japonais trop peu entraînés ou équipés pour la manipulation de telles armes, connurent, lors de l'attaque biologique au choléra de Changteh en 1941, 10 000 malades dans leurs troupes et 1700 morts.

Les alliés développèrent aussi des armes biologiques, pour répondre à la possible utilisation de mêmes armes par les Allemands (même si Hitler lui-même avait proscrit l'utilisation de telles armes par son armée).

Les Anglais notamment militarisèrent des spores de *B. anthracis* et les testèrent sur l'île de Gruinard en Écosse. L'île resta contaminée et inapte à l'élevage jusqu'à sa décontamination en 1986 par l'épandage de 280 tonnes de formaldéhyde et de 2000 tonnes d'eau de mer (Manchee & Stewart, 1988).

Ces spores d'anthrax étaient contenues dans 5 millions de « portions » destinées à être distribuées par avion au bétail allemand, mais ce plan, baptisé « Opération Végétarien » ne fut jamais appliqué. Une fois ces « portions » consommées par les animaux, l'épidémie de charbon qui en résulte aurait dû priver les Allemands des transports hippomobiles, et détruire le bétail, les moutons et les porcs qui servent aussi bien pour la nourriture que comme matériau de base pour l'habillement ou l'industrie militaire (la graisse animale était utilisée pour produire la nitroglycérine)(Deen, 2000).

### **2.3 Le programme américain**

Les États-Unis lancèrent en 1942 leur programme biologique militaire offensif.

Ils commencèrent par rechercher, en association avec les Canadiens, les moyens de se défendre contre une attaque possible des Allemands, utilisant l'agent de la peste bovine . Ils élaborèrent notamment un vaccin contre la peste bovine à l'aide d'œufs de poule, et un système d'immunisation en anneau, encore utilisé aujourd'hui pour circonscrire des foyers infectieux par les services vétérinaires de nombreux pays.

Les Américains développèrent rapidement leur programme biologique offensif après la Seconde Guerre Mondiale. Ils avaient déjà commencé à construire les premières grandes installations de recherche sur la guerre biologique en 1943, notamment à Camp Detrick (Bernstein, 1987). L'essor initial provint en partie des scientifiques japonais de l'unité 731 capturés à qui l'on proposa l'immunité contre les crimes de guerre, à condition qu'ils révèlent le fruit de leurs recherches passées aux Américains (Christopher et al., 1997). Ils multiplièrent les installations et les essais sur le terrain : en 1951, ils militarisèrent la peste porcine

classique (PPC) grâce à la bombe biologique E73, dans laquelle le virus était mélangé à des plumes. Les essais menés sur la base de Eglin en Floride, sur des parcs à cochons à ciel ouvert, montrèrent l'efficacité de la bombe explosant à 500 mètres d'altitude : 93 porcs sur 115 développèrent la PPC (Département of Défense Special Report 159, 1952). La même technique fut utilisée avec succès contre des volailles, avec le virus de Newcastle.

Les « bons » résultats de ces expériences sur les animaux poussèrent les responsables à les poursuivre sur les humains : d'abord en milieu clos, où des volontaires civils ou militaires étaient exposés à des aérosols contenant les agents *Francisella tularensis* et *Coxiella burnetii*, afin de tester la résistance des cobayes et de leur protection vaccinale. Au faite de son développement, le programme d'armes biologiques américain avait militarisé les agents suivants : *Bacillus anthracis*, toxine botulinique, *Brucella suis*, *Pasteurella tularensis*, *Coxiella burnetii*, le virus de l'encéphalite équine vénézuélienne, l'entérotoxine B du staphylocoque doré, et des champignons destructeurs des cultures de blé, de seigle et de riz (rouilles) destinés à engendrer des pertes de production et la famine (Kadlec *et al.*, 1997).

On utilisa ensuite des germes considérés comme non pathogènes : *Aspergillus fumigatus*, *B. subtilis* var *globigii* et *Serratia marcescens*, pour étudier sans risque la production, les méthodes de stockage aussi bien que les méthodes d'aérosolisation, le comportement des aérosols sur de grandes étendues géographiques, et les effets des radiations solaires et des conditions climatiques sur la viabilité des micro-organismes militarisés. Des villes comme New York City ou San Francisco furent subrepticement et fréquemment utilisées entre 1949 et 1968 comme laboratoires « grandeur nature » pour mener ces expériences (Christopher *et al.*, 1997).

Malheureusement les bactéries non pathogènes sont parfois opportunistes et *Serratia marcescens* utilisée comme simulant par les militaires sur les populations civiles américaines serait à l'origine de plusieurs épidémies de pneumonie, infections urinaires, et d'un cas d'endocardite mortelle entre 1951 et 1968 (*Washington Post*, 1976).

Un exercice d'épandage de gaz VX près de Salt Lake City en mars 1968 tourne au drame quand un avion Phantom F-4 laisse échapper le gaz mortel à très haute altitude, provoquant la mort de 6400 moutons. Cet épisode marquera la fin des expérimentations chimiques ou biologiques à ciel ouvert sur le territoire des États-Unis et le début de la réflexion sur les armes de destruction massive (Leglu, 2002).

Les États-Unis durent faire face à de multiples accusations de la part de la Corée du Nord, de Cuba, et d'autres pays ennemis de la guerre froide quant à l'utilisation d'armes biologiques (Van Courtland Moon, 1992). Les investigations ne permirent jamais de conclure à la

responsabilité américaine en ce domaine ; cependant, les accusations d'utilisation par les États-Unis d'armes biologiques ont attiré une attention mondiale sur eux, et leur ont fait perdre la bienveillance internationale dont ils bénéficiaient. Cet épisode démontre la valeur de la propagande sur les allégations de guerre biologique, même sans souci de véracité.

## **2.4 Le programme russe**

Les États-Unis à leur tour accusèrent sans preuve tangible les Russes d'avoir utilisé une toxine du champignon *Fusarium*, la mycotoxine trichothécène, inhibitrice de synthèse protéique et d'ADN, provoquant les célèbres pluies jaunes au Laos (1975-1981), à Kampuchea et en Afghanistan (1979-1981).

### **2.4.1 L'histoire du parapluie bulgare**

Des armes biologiques furent utilisées pour perpétrer des assassinats clandestins pendant les années 70. Les services secrets soviétiques militarisèrent la ricine et en équipèrent les services secrets bulgares. Une bille métallique de 1,7 mm de diamètre était fraisée, remplie de ricine, et scellée à la cire, supposée fondre à température corporelle. La bille était injectée grâce à un ressort dissimulé dans un parapluie.

Ces armes furent utilisées pour assassiner Georgi Markov, un transfuge bulgare vivant à Londres, et pour tenter d'assassiner Vladimir Kostov, un autre transfuge, en 1978. Six assassinats auraient été commis grâce à ces armes biologiques.

### **2.4.2 La catastrophe de Sverdlovsk**

Le 3 avril 1979, une épidémie d'anthrax se développa parmi la population de Sverdlovsk (Wade, 1980) (maintenant Ekaterinburg, Russie), tuant le bétail et de nombreuses personnes sur une étendue de 50 km (Meselson, 1994)( figure 8).

Les Soviétiques attribuèrent l'incident à l'ingestion de viande contaminée achetée au marché noir ; mais en 1992 Boris Eltsine, président de la Russie, admit qu'une usine d'armes biologiques existait à Sverdlovsk et que l'épidémie avait été causée par l'échappement non-intentionnel de spores d'anthrax (Smith, 1992).

**Figure 8 : les six villages où des cas de charbon animal ont été recensés.  
Sverdlovsk, avril 1979.**

### **2.4.3 Un programme récent, gigantesque, complet**

La même année, la Russie admettait que l'ancienne Union Soviétique, bien qu'étant codépositaire de la BWC de 1972, avait poursuivi son programme offensif d'armes biologiques (Preston, 1998 ; Alibek, 1999).

Kanatjan Alibekov quitta l'ancienne Union soviétique après son effondrement et l'arrêt du programme d'armement biologique baptisé « Biopreparat ». Il révéla qu'il existait alors trois programmes d'armement biologique offensif : un au ministère de la Santé, un autre au ministère de l'Agriculture et un dernier au ministère de la Défense. Le programme du ministère de l'Agriculture, nommé « Ecology » employait à lui seul 10 000 scientifiques et techniciens et développait des armes contre le bétail, la volaille et les cultures, dans au moins huit endroits connus, y compris l'Institut de Virologie et de Microbiologie Vétérinaire de Pokrof (Alibek 1999).

Malgré l'ouverture dont a fait preuve la Russie depuis 1991, il n'est toujours pas possible pour des commissions étrangères de visiter ces sites. Cependant, on sait que le programme soviétique visait à militariser de nombreux agents infectieux anti-animaux, comme ceux responsables de la fièvre aphteuse, de la peste bovine, de la peste porcine classique, de la peste porcine africaine, les pox-virus des ovins et des caprins, celui de la chlamydiose pour la volaille, et des agents biologiques antiques cultures comme la rouille du blé et *Fusarium* spp.

## **2.5 Les terroristes aussi accèdent à l'arme biologique**

Les années 1970 à 1990 voient la montée du terrorisme. Le terroriste agit traditionnellement de manière spectaculaire essayant de provoquer la panique même si peu de vies sont touchées. Le 11 septembre 2001 cependant, l'hypothèse d'un terrorisme spectaculaire par effet de destruction massive de vies prend toute sa valeur, et l'on reparle alors des armes biologiques. En effet, celles-ci peuvent tuer massivement et ont déjà été utilisées par des criminels ou les terroristes mêmes si aucune catastrophe humaine de grande ampleur n'a eu lieu à ce jour.

### **2.5.1 1984 : Salmonellose**

La menace biologique posée par des terroristes non soutenus par des états fut démontrée par la contamination intentionnelle de restaurants self-service dans l'Oregon. La nourriture fut contaminée par des membres d'une secte, les Rajneeshee, avec une souche de *Salmonella typhimurium* (Török *et al.*, 1997).

L'épidémie de salmonellose provoqua une gastro-entérite chez 751 personnes et nécessita quarante-cinq hospitalisations. La nature intentionnelle de la contamination ne fut prouvée qu'en 1985, après les révélations d'un membre de la communauté religieuse.

Cet épisode de maladies transmises par la nourriture montre la vulnérabilité des restaurants du type self-service à la contamination intentionnelle.

### **2.5.2 1995 : sarin**

La menace bioterroriste refit surface en mars 1995 quand la secte d'Aum Shinrikyo mena une attaque au gaz sarin dans le métro de Tokyo. L'agent utilisé est chimique, mais la police découvrit dans les locaux de la secte un programme rudimentaire d'armes biologiques, notamment des recherches sur *Bacillus anthracis*, *Clostridium botulinum* et *Coxiella burnetii*.

L'arsenal saisi par la police aurait contenu de la toxine botulinique et un avion drone sans pilote équipé de réservoirs et de pulvérisateurs (Smith, 1995). La secte aurait déjà mené sans succès trois attaques biologiques utilisant l'agent de la maladie du charbon, *Bacillus anthracis*, et aurait envoyé en 1992 au Zaïre des membres chargés de se procurer le virus Ebola afin de le militariser (Christopher, 1997).

### **2.5.3 1996 : dysenterie**

Une épidémie de dysenterie dans un centre médical au Texas attira l'attention des enquêteurs car la bactérie responsable, *Shigella dysenteriae* type 2, n'est pas commune.

Les victimes avaient mangé des muffins volontairement contaminés et anonymement laissés dans la salle de repos à la disposition de tous. Les analyses montrèrent que la bactérie responsable provenait d'une souche volée dans les réserves du laboratoire (Kolavic *et al.*, 1997).

Cet incident souligne le besoin de précautions adéquates pour prévenir les fuites d'agents hautement pathogènes des laboratoires spécialisés.

### **2.5.4 1997 : virus hémorragique du lapin**

Le journal d'investigation *Philadelphia Inquirer* nous révèle (Goldstein, 2000) que le calicivirus du lapin fut introduit intentionnellement en Nouvelle-Zélande en 1997 par des fermiers désireux de se débarrasser des lapins sauvages ravageant les cultures.

Les auteurs de cette action qui avait été longuement planifiée, se vantèrent même d'avoir traversé sans encombre les systèmes de sécurité de l'aéroport, pourtant parmi les mieux équipés au monde. Le virus est introduit plusieurs fois par avion, par colis postal et porté par

un passager. Après avoir contaminé quelques animaux à l'intérieur du pays, il aura suffi de prélever les organes infectés de ces animaux et de les intégrer à une nourriture destinée aux lapins sauvages.

Il est très important de souligner ici que les auteurs purent manipuler le virus hémorragique sans risque (le passager de l'avion transportait tout simplement un mouchoir souillé par un lapin porteur du virus), car ce n'est pas un agent de zoonose, et il ne pouvait donc pas contracter lui-même la maladie.

Cet incident illustre la facilité avec laquelle on peut introduire, malgré de fortes mesures de sécurité douanière, un agent infectieux non zoonotique dans un pays.

### **2.5.5 2001 : anthrax**

Dans la foulée du 11 septembre 2001 est survenue la plus médiatisée des affaires de bioterrorisme à ce jour.

#### *2.5.5.1 Chronologie de l'affaire*

##### 4 octobre 2001

Le grand réseau épidémiologique américain du CDC (Center for Disease Control) fait savoir qu'un cas de maladie pulmonaire du charbon s'est déclaré en Floride. Le secrétaire américain à la santé déclare que c'est apparemment un cas isolé, même si les scientifiques pensent aussitôt qu'il s'agit d'une contamination criminelle. En effet, le dernier cas recensé en Floride datait de 1974 (*Le Monde* du 6 octobre 2001, p.5).

##### 5 octobre 2001

Après enquête épidémiologique, on découvre qu'un collègue du premier malade (les deux personnes travaillent dans un journal) avait été hospitalisé le 1er octobre pour pneumonie ; il est placé sous antibiotiques. Ce jour-là, le premier malade décède.

##### 6 octobre 2001

L'autopsie du premier malade confirme le diagnostic. La recherche systématique du bacille du charbon dans l'environnement professionnel et personnel des malades montre que la contamination se produit sur le lieu de travail, et que la bactérie a dû arriver par courrier. Toutes les personnes qui auraient pu être en contact avec l'une des deux victimes sont examinées (un seul cas positif sur 1075 tests effectués).

### 9 octobre 2001

Le département de la santé de New York City signale qu'un cas de charbon cutané a été repéré chez la collaboratrice d'un présentateur vedette de la chaîne de télévision NBC ayant manipulé un courrier suspect. La lésion évolue depuis le 25 septembre, et la patiente est sous antibiotiques depuis le 1er octobre.

### 11 octobre 2001

Le CDC annonce que 1000 personnes sont sous antibiotiques en Floride.

### 12 octobre 2001

Le CDC est averti qu'un bébé que sa mère avait emmené à son travail à la chaîne de télévision ABC à New York City souffre de charbon cutané. Celui-ci est aussitôt placé sous antibiotiques, avant même la confirmation du diagnostic qui sera faite le lendemain.

### 13 octobre 2001

Les premières lettres suspectes sont signalées en France... La psychose des lettres dangereuses commence.

### 15 octobre 2001

Une personne au Sénat, à Washington, ouvre une lettre suspecte et alerte le service de sécurité spécialisé. Trente minutes plus tard, les spécialistes ayant confirmé la présence du bacille du charbon dans le courrier, la ventilation est coupée, et toutes les personnes qui ont pu pénétrer dans les locaux sont examinées. En tout, trente-sept personnes auront été contaminées et 442 seront placés sous antibiotiques.

### 17 octobre 2001

A New York City, on découvre des traces d'anthrax dans le bureau du gouverneur ; 80 personnes sous antibiotiques. La Maison-Blanche demande au Congrès 1,6 milliards de dollars de fonds d'urgence pour le ministère de la Santé, qui commence à craindre sérieusement une attaque à la variole.

En France, les fausses alertes et les canulars se multiplient (200 en tout pour cette seule journée), affolant la population, mobilisant les équipes de sécurité qui doivent réaliser des prélèvements aussi inutiles que lourds en procédure et coûteux (chaque intention coûte environ 10 000 FF au ministère de l'intérieur).

### 18 octobre 2001

Aux États-Unis, on compte à ce jour cinq personnes malades du charbon dont l'une est décédée.

Ce jour, 360 nouvelles fausses alertes en France...

19 octobre 2001

Un nouveau cas de charbon cutané est confirmé par le CDC chez un employé du journal du *New York Post*.

22 octobre 2001

On apprend que deux employés du centre de tri postal de Washington par où a transité la lettre destinée au Sénat sont décédées, vraisemblablement de la maladie pulmonaire du charbon.

On apprend ce même jour que trois postiers du New Jersey, par où transitaient les lettres adressées aux victimes new-yorkaises présentent des lésions de charbon cutané.

Les centres sont fermés et les employés mis sous antibiotiques.

25 octobre 2001

Le directeur de la sécurité intérieure des États-Unis déclare que toutes les spores du bacille du charbon utilisées dans les courriers incriminés proviennent de la même souche, et qu'elles étaient très concentrées dans les poudres contenues dans les courriers.

31 octobre 2001

Une femme, employée dans un hôpital de New York, meurt du charbon sans qu'on puisse découvrir l'origine de son infection.

6 novembre 2001

Les équipes de spécialistes qui recherchent l'origine de la souche d'anthrax utilisée estiment qu'elle possède les mêmes qualités que celles généralement associées aux armes biologiques mises au point dans le cadre de programmes militaires, du fait de sa grande concentration et de la petite taille de ses particules.

16 novembre 2001

Une autre lettre contenant des spores d'anthrax est interceptée par les services du FBI. Elle était adressée à un sénateur.

21 novembre 2001

Cinquième victime du charbon, une vieille dame vivant dans le Connecticut. Son courrier aurait été contaminé parce qu'il transitait par le même centre de tri postal que les lettres chargées de spores envoyées à New York City.

Décembre

La tension commence à retomber. Depuis, pas de nouvelle alerte sérieuse. Mais les enquêteurs continuent leur enquête épidémiologique pour pouvoir déterminer le trajet des spores mortelles et leur provenance, ainsi que pour identifier l'auteur de ces lettres.

#### 2.5.5.2 Le mystère de la provenance du bacille

Pour retrouver l'origine du bacille utilisé dans les courriers, les enquêteurs ont tout de suite cherché à établir à quelle souche il appartenait. Ils ont donc demandé aux experts en séquençage de l'institut de recherche génomique de Rockville, le TIGR, la carte génomique des spores prélevées sur les courriers et des bacilles prélevés sur les victimes. Ils ont rapidement confirmé que les bacilles appartenaient à la « souche Ames », une souche favorite des programmes militaires biologiques offensifs du fait de sa grande virulence.

Cette souche provient d'une bactérie isolée en 1981 au Texas et conservée dans l'unité spécialisée en biodéfense de Fort Detrick. Malheureusement, cette souche a voyagé dans une vingtaine de centres de recherche depuis, aux États-Unis ainsi qu'en Grande-Bretagne. Le séquençage, qui permet de classer les différentes familles de bactérie à l'intérieur d'une même espèce en relevant leurs légères différences, trouve avec ce germe ses limites : en effet, sous forme de spores, il ne subit aucune mutation, ce qui diminue la variabilité de son génome.

D'après les résultats, la souche conservée à Fort Detrick serait la plus proche de celle utilisée par l'auteur des lettres, sans que cela ne puisse prouver absolument qu'elle provient de cet endroit.

#### 2.5.5.3 Le mystère de la fabrication de la poudre

Avant même qu'on ne retrouve la piste de la provenance du bacille, on a remarqué la qualité supérieure de la poudre de spores :

- la finesse de ses particules (1,5 à 3 microns) leur confère une grande volatilité ;
- leur enrobage (coating) leur permet de ne pas s'agglutiner les uns aux autres par attirance électrostatique ;
- leur concentration faramineuse : un milliard de spores par gramme : la dose minimale infectieuse de cette poudre est de un cent-millionième de gramme, alors que les courriers en contenaient 10 grammes chacun ;
- le procédé de fabrication fait appel au meilleur de la technologie américaine, conservé dans des documents classifiés.

La poudre est donc d'une qualité militaire hautement supérieure. Les experts s'accordent pour dire qu'elle ne provient probablement pas directement d'un arsenal militaire, mais qu'elle aurait été fabriquée par l'auteur des lettres lui-même à l'extérieur, par ses propres moyens, à partir d'une infime quantité de bacille provenant d'un des laboratoires possédant la souche (Barbara Hatch Rosenberg, 2002)

#### 2.5.5.4 Le mystère de l'auteur

Malgré les efforts apparemment considérables déployés par le FBI pour retrouver l'auteur de ces lettres (profil psychologique envoyé à 30 000 microbiologistes, prime promise de 2,5 millions de dollars, des centaines d'interrogatoires et de perquisitions...), on ne sait toujours pas qui est ni où se cache l'auteur de ces lettres mortelles. Et pourtant, peu de personnes ont le savoir-faire, les vaccins à jour et les accès nécessaires pour préparer avec succès cette attaque. D'après les enquêteurs du FBI eux-mêmes, 50 personnes seulement ont pu le faire, et aucune de ces personnes, toutes connues d'eux, ne semble, après enquête et interrogatoire, être le responsable.

Barbara Rosenberg (2002) pense comme beaucoup d'autres que l'auteur de ces lettres « pourrait savoir quelque chose de si dommageable pour les États-Unis qu'elle le rendrait intouchable par le FBI ». Il existe en effet des liens troublants entre certains scientifiques ayant travaillé sur les armes biologiques aux États-Unis et les services de renseignement américains (CIA). Nicholas D. Kristof (2002) évoque le cas de Steven Hatfill, un spécialiste ayant travaillé au centre de biodéfense de Fort Detrick de 1997 à 1999, et ayant notamment participé à une étude sur une éventuelle attaque au bacille charbon par voie postale. Il a travaillé ensuite dans des programmes dirigés par la CIA ; et on sait depuis peu que la CIA a mené des recherches dans le domaine des armes biologiques antipersonnelles (venin de cobra, saxitoxine) qui outrepassent les limites imposées par la Convention sur les Armes Biologiques (BWC). Il s'agit notamment du programme « Clear Vision » destiné à tester des répliques de l'armement biologique russe passé, entre 1997 et 2000 (Miller *et al.*, 2001) et les programmes du Pentagone, « Bacchus » qui consistait à voir s'il était possible de construire une petite usine destinée à produire des armes biologiques à partir de matériels disponibles dans le commerce, et une série de tests pour vérifier l'efficacité des vaccins de l'armée sur des souches génétiquement modifiées du bacille charbon (Leglu, 2002). Plus encore, ce spécialiste se trouvait en Rhodésie lors de la grande épidémie de charbon de la fin des années 70, qui aurait pu être provoquée par l'armée nationale rhodésienne, et aurait même fait partie des forces de défense d'Afrique du Sud au moment où elle possédait un programme offensif d'armes biologiques (et dont elle s'est débarrassé en 1995). Kristof se demande si Hatfill aurait des révélations à faire sur une participation des services secrets américains à ces actions de recherche ou d'utilisation des armes biologiques, révélations suffisamment dérangeantes pour lui assurer une certaine immunité.

#### 2.5.5.5 Le mystère du mobile de l'auteur

Enfin, on ne connaît toujours pas, dix-huit mois plus tard, le mobile de l'auteur de l'envoi des lettres lestées des spores mortelles d'anthrax.

Étaient-elles destinées uniquement à tuer les destinataires de ces plis, ennemis politiques ou ennemis personnels de l'auteur ? Dans ce cas il faut ranger cette affaire dans la catégorie biocrimes, comme le suggère Henri Garrigue (Leglu, 2002).

Était-ce dans le but de provoquer panique, déstabilisation du gouvernement, embrasement des médias comme dans le cas d'une attaque terroriste classique ?

Était-ce un avertissement anonyme au gouvernement et aux services de santé, destiné à leur faire prendre conscience qu'ils n'étaient pas prêts à faire face à une attaque bioterroriste ?

La façon selon laquelle a été menée l'attaque au charbon laisse penser que l'auteur voulait adresser un signal au gouvernement américain sur son manque de préparation face à une éventuelle attaque bioterroriste, et non directement tuer massivement comme le font traditionnellement les terroristes mus par des idéaux (11 septembre 2001, secte Aum Shinrikyo). En effet :

- les spores mortelles ont été envoyées par courrier, et non disséminées largement dans un lieu public (métro, systèmes de climatisation d'un immeuble) alors que leur qualité militaire permettait de le faire (la secte Aum s'était « cassé les dents » sur cette difficulté à plusieurs reprises) ;
- l'attaque ciblait quelques médias et responsables politiques pour plus de retentissement médiatique ;
- les lettres prévenaient les victimes qu'elles venaient d'être contaminées et qu'elles devaient immédiatement prendre des antibiotiques ;
- plusieurs lettres anonymes sans anthrax rédigées avec la même écriture et expédiées avant le début de l'affaire prévenaient les autorités du risque d'une attaque bioterroriste ;
- sur les cinq morts « seulement » de l'attaque, quatre n'étaient pas des cibles voulues : les spores contenues dans les lettres, pourtant hermétiquement fermées avec du ruban adhésif, s'en sont échappées du fait du traitement réservé aux courriers dans les centres de tri postal : les courriers passent dans de puissantes machines qui les aplatissent afin qu'ensuite soit facile pour d'autres machines automatiques de déchiffrer l'adresse. Durant ce processus, des souffleries projettent de l'air afin que de petits morceaux de cellulose ne s'attachent pas aux

machines. C'est la combinaison de l'aplatissement (les spores sortent par les interstices en haut des enveloppes) et du brassage de l'air qui a répandu les spores et a favorisé la forte contamination des centres de tri postal (Leglu 2002).

Pour conclure sur cette affaire, le mystère n'est apparemment pas près d'être complètement éclairci. Quoi qu'il en soit, on sait aujourd'hui qu'une attaque bioterroriste menée avec ce genre de germes n'a de chance de réussir que si le ou les auteurs ont l'appui (volontaire ou non) d'un programme militaire d'état : la militarisation du germe fait appel à des techniques qui ne sont pour l'instant pas disponibles pour le commun des mortels, même très motivé.

L'affaire de l'anthrax fit craindre une possible attaque à la variole aux autorités qui réactivèrent les programmes de production de vaccins. En effet, si la maladie du charbon n'est pas contagieuse, ce n'est pas le cas de certaines maladies virales comme la variole. Mais si une attaque à la variole aurait pu engendrer une épidémie dévastatrice chez les humains, elle était aussi moins probable du fait que cette maladie a été éradiquée de la planète. On verra par la suite que ce n'est pas le cas pour tous les germes appartenant à l'arsenal militaire biologique, et notamment ceux qui ont été militarisés en vue d'infecter les animaux.

## **2.6 Efforts de désarmement**

### **2.6.1 Les conventions**

À la fin des années 60, l'inquiétude grandit à propos de la nature imprévisible, des risques d'épidémie, et du manque de contrôle épidémiologique des armes biologiques ainsi que de l'inefficacité du protocole de Genève de 1925 à empêcher la prolifération des armes biologiques. Ce protocole, qui devait répondre à l'horreur des gaz asphyxiants de la Première Guerre Mondiale, prohibait l'usage d'armes biologiques (entre autres), mais pas la production, le stockage, ou la possession de ces armes. Aucune mesure n'avait été prise pour réaliser des inspections. De toute façon, les signataires du protocole eux-mêmes ne se privèrent pas de continuer les recherches : tout comme l'URSS, la Belgique, le Canada, Italie, la Grande-Bretagne, la Pologne et les Pays-Bas, la France n'est pas en reste et teste sa première bombe aérienne capable de disséminer une charge biologique à l'été 1926, c'est-à-dire quelques jours après avoir ratifié le protocole de Genève... (Lepick, 1997).

D'autres pays ne signèrent pas : les États-Unis ne ratifièrent le protocole qu'en 1975. En 1969, à quelques mois d'intervalle, la Grande-Bretagne et les pays signataires du pacte de Varsovie soumièrent au comité de désarmement des Nations Unies une proposition interdisant le

développement, la production, le stockage des armes biologiques, et prévoyant des inspections en cas d'allégations de violation. La même année, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) émet un rapport sur les conséquences potentielles de la guerre biologique (tableau 2).

**Tableau 2 : estimations des victimes dues à une hypothétique attaque biologique : largage par avion de 50kg d'agent sur une ligne de 2km de long *au vent* d'un centre urbain de 500 000 personnes.**

Agent	Portée (km)	Nombre de morts	Nbre de personnes incapacitées
Fièvre de la vallée du Rift	1	400	35 000
Encéphalite transmise par les tiques	1	9500	35 000
Brucellose	10	500	125 000
Fièvre Q	>20	150	125 000
Tularémie	>20	30 000	125 000
Charbon	>20	95 000	125 000

Aucune étude similaire ne fut réalisée pour les animaux, mais on remarque que tous les agents cités dans le tableau 2 sont zoonotiques, et peuvent donc infecter les animaux. Ceci conduisit à l'élaboration en 1972 de la convention sur la prohibition du développement, de la production, et du stockage des armes biologiques et toxiques, et sur leur destruction (Biological Weapons Convention, BWC). Les signataires doivent arrêter toute recherche, production, échange, revente ou transfert de technologie de guerre biologique, et détruire leurs stocks dans les neuf mois qui suivent la ratification.

Les allégations d'infractions sont à déposer au Conseil de Sécurité des Nations Unies, qui doit à son tour mettre en oeuvre des inspections ; cependant, les membres permanents du Conseil de Sécurité des Nations Unies peuvent opposer leur veto à ces inspections.

Il reste des controverses non résolues quant à la quantité de micro-organismes pathogènes autorisés ou requis pour la recherche bienveillante et pacifique, et à propos de la définition de « recherche défensive »

### **2.6.2 Le désarmement ?**

Le président Nixon ordonna l'arrêt du programme offensif américain d'armes biologiques en 1970. L'arsenal fut détruit, et les efforts de recherche redirigés dans le sens du développement de mesures défensives comme les tests diagnostiques, les vaccins et les thérapies. Une petite quantité de souches fut conservée pour pouvoir tester l'efficacité des mesures défensives.

D'après Christopher *et al.*, (1997), même si beaucoup accueillirent chaleureusement la fin du programme américain pour des raisons morales et éthiques, la décision fut prise à cause de considérations pragmatiques. Étant donné l'arsenal conventionnel, chimiques et nucléaire déjà disponible, les armes biologiques n'étaient pas considérées comme étant essentielles pour la sécurité nationale.

Leurs effets potentiels sur les populations militaires et civiles étaient toujours conjecturaux, et ne pouvaient pas être empiriquement étudiés pour des raisons d'éthique et de santé publique (voir le chapitre sur le programme américain ). Les responsables considéraient les armes biologiques comme non testées, imprévisibles, potentiellement hasardeuses aussi bien pour les utilisateurs que pour les cibles. Les troupes et leurs supérieurs n'étaient pas entraînés à leur utilisation.

De plus, les États-Unis et leurs alliés avaient un intérêt stratégique à mettre hors-la-loi les programmes d'armement biologique, de façon à empêcher la prolifération d'armes de destruction massive relativement peu coûteuses. En proscrivant les armes biologiques, la course aux armes de destruction massive devient d'un coût prohibitif, étant donné le coût des programmes nucléaires (évalués par certains spécialistes à 700 fois plus cher que les programmes biologiques offensifs).

### **2.6.3 Situation actuelle**

Depuis 1972, les signataires de la convention se réunissent tous les cinq ans lors de « conférences d'examen », pour adapter au mieux les termes du protocole.

En effet, les délégués des 145 pays membres doivent naviguer entre des exigences contradictoires qui sont :

- bloquer le développement d'armes fondées sur les micro-organismes et leurs produits dérivés (toxines, etc.) sans entraver la recherche biologique qui connaît aujourd'hui un essor planétaire ;
- permettre l'échange de matériel et d'informations entre pays, notamment le transfert vers les pays en voie de développement, sans que ces informations et matériels ne tombent entre les mains de personnes mal intentionnées ;

- renforcer le système d'inspection des laboratoires pour pouvoir déterminer le bien-fondé « pacifique » de leurs recherches sans mettre en danger les secrets industriels.

Les délégués des pays ayant ratifié la convention faisaient des progrès dans le sens d'un renforcement du protocole de surveillance depuis plusieurs années quand les États-Unis font savoir par la voix de leurs représentants à Genève, le 25 juillet 2001, qu'ils ne signeront pas. Ils déclarent que le protocole, qui oblige à plus de transparence et d'inspections « met en danger leur sécurité nationale et les secrets industriels » (Leglu, 2002). En effet le très puissant lobby pharmaceutique américain PhRma s'inquiète que les visites ne tournent à l'espionnage industriel et ne leur fassent perdre les sommes énormes investies dans la recherche (presque 20 % du chiffre d'affaires dans le domaine des biotechnologies). Et le Pentagone n'est pas prêt non plus à déclarer ses installations de biodéfense, ne voulant pas indiquer à un pays proliférant ou à un terroriste la voie la plus directe pour exploiter leurs vulnérabilités. Il rappelle par ailleurs comment certains pays signataires en 1972 avaient ignoré leurs obligations (URSS, Irak).

La cinquième conférence d'examen à Genève en novembre 2001 voit les Américains renforcer leur position, déterminés à privilégier un durcissement et une extension des contrôles sur l'exportation des biotechnologies. De l'autre côté, les pays en voie de développement protestent contre de telles restrictions car ils estiment être dans la légalité internationale après avoir ratifié la convention (l'article X de la convention leur donne le droit à accéder à tous les équipements, renseignements et matériels ayant rapport avec l'emploi d'agents biologiques à des fins pacifiques).

#### **2.6.4 Le cas de l'Irak**

L'Irak, comme l'URSS, a développé un programme biologique offensif conséquent, et ce malgré sa ratification de la convention sur les armes biologiques, et en a fait l'usage.

##### **2.6.4.1 Prolifération jusqu'en 1991**

On peut se demander comment un petit pays comme Irak a pu proliférer en matière d'armement biologique. Il faut se rappeler qu'il est beaucoup moins coûteux de développer un programme biologique offensif qu'un programme nucléaire. Dominique Leglu (2002) nous explique qu'avant 1990 et l'embargo sur l'Irak, celui-ci a eu tout loisir de s'approvisionner dans d'autres pays : en 1986 il achète à une banque de germes (American Type Culture Center) une vingtaine de souches différentes d'agents pathogènes, dont *C. botulinum*, *C. perfringens* et *B. anthracis*, ainsi que d'autres souches acquises auprès de l'Institut Pasteur.

Les années suivantes furent commandés et acquis les fermenteurs de haute technologie, les milieux de culture, les machines adéquates pour produire les poudres sèches d'agents pathogènes...

On sait aujourd'hui que le régime de Saddam Hussein a fait l'usage des armes chimiques contre les Iraniens pendant le conflit Iran-Irak ainsi que contre sa propre population, utilisant un mélange de quatre agents chimiques (gaz moutarde, sarin, tabun et VX) contre des rebelles kurdes.

Parmi les agents biologiques développés et en cours de militarisation en 1991 on a recensé : *Bacillus anthracis*, *Clostridium perfringens*, virus hémorragique de Congo-Crimée, virus de la fièvre jaune, enterovirus 17, rotavirus humain, virus de la variole des camélidés, virus de la fièvre aphteuse, et parmi les toxines : aflatoxine, toxine botulinique, ricine et trichothécène (Zilinskas, 1997).

L'arsenal militaire irakien comportait en 1997 des bombes biologiques :

- 200 bombes R-400 portant 200 kilos d'agents biologiques dont
  - 100 armées de toxine botulinique
  - 50 armées d'anthrax
  - 7 armées d'aflatoxine
- 100 missiles Al-Hussein (variété de SCUD d'une portée de 600 km) portant une charge de près d'une tonne dont
  - 13 remplis de toxine botulinique
  - 10 remplis d'aflatoxine
  - 2 remplis d'anthrax.

En 1990, toutes ces armes étaient déployées et prêtes à l'emploi.

L'Irak possédait en outre des centaines de pulvérisateurs capables de générer des aérosols de 1 à 5µm (taille optimale pour les armes biologiques), installés sur des avions et des véhicules tous-terrains. Ils avaient modifié un MIG-21, avion de combat russe, équipé avec un réservoir de 2200 litres emprunté sur un Mirage-F1, pour être piloté à distance. Cet avion fut testé sur le terrain en janvier 1991 avec un agent biologique simulant (non pathogène) ; on ne connaît pas les résultats de ce test (Zilinskas, 1997).

Il n'y a pas de preuve que l'Irak a utilisé des agents biologiques contre les forces alliées de l'opération « Tempête du Désert » en 1991. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour l'expliquer : les forces irakiennes auraient pu craindre des représailles massives, leur armement biologique n'était pas prêt ou inefficace, mais de toute façon les alliés n'avaient pas

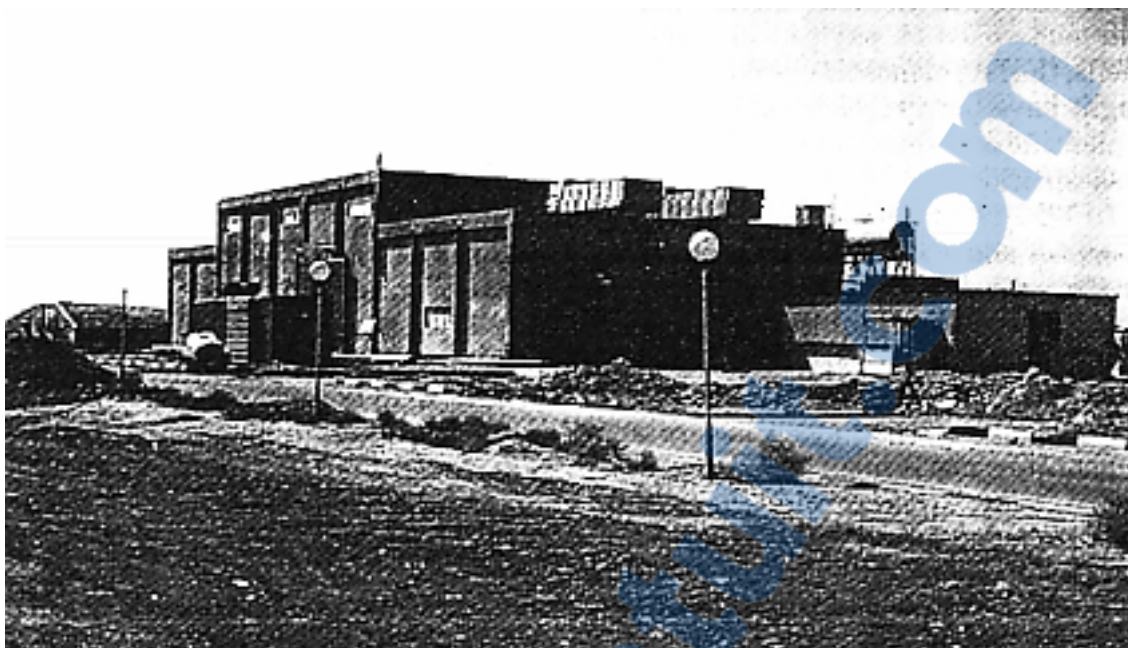
les moyens à l'époque pour déceler une attaque biologique avant de voir apparaître les premiers symptômes parmi leurs troupes.

#### 2.6.4.2 Inspections et destructions

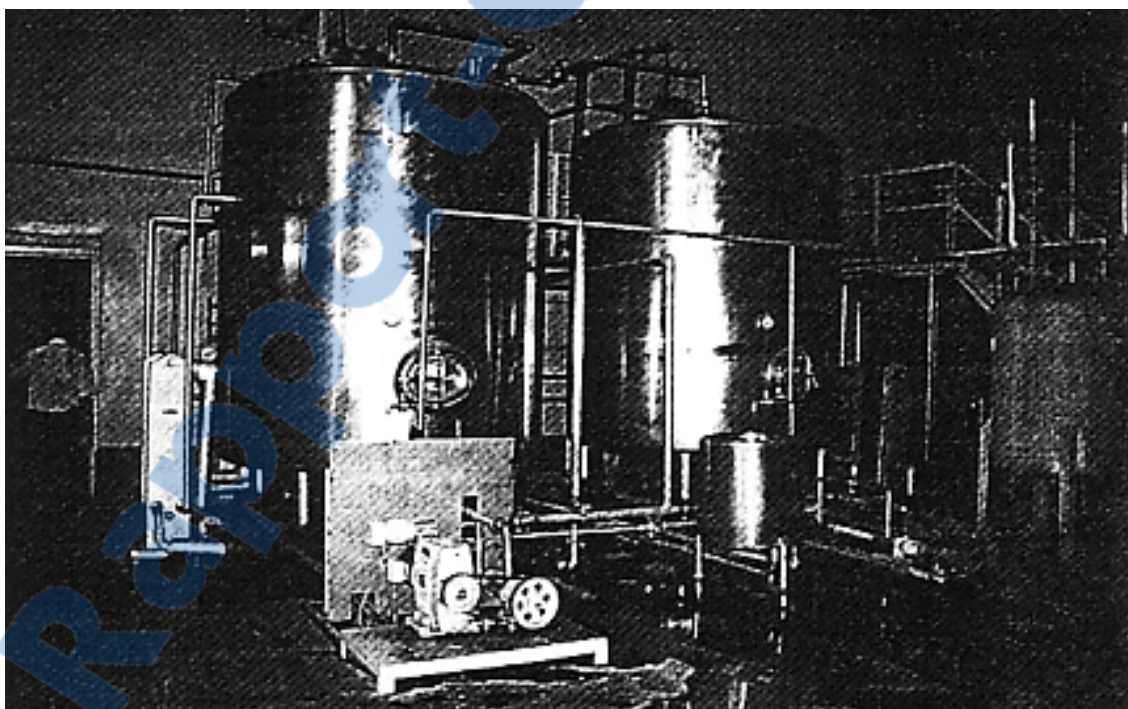
Peu après que l'Irak a accepté un cessez-le-feu en avril 1991, le conseil de sécurité des Nations unies ordonna au personnel des programmes de guerre biologique de détruire tous les agents de guerre biologiques par le biais de la résolution 687.

Les réserves d'agents biologiques furent traitées au formaldéhyde et au permanganate de potassium, puis déversées à même le sol auprès de la fabrique d'armes de Al-Hakam.

Cinq ans plus tard, les équipes de spécialistes en désarmement de l'UNSCOM ne purent pas retrouver les traces de la destruction de ces agents biologiques. La raison n'en est pas connue : la nature peut avoir dégradé complètement les résidus, les autorités irakiennes peuvent aussi s'être trompées sur la localisation de ces décharges, ou bien encore mentir à propos de la prétendue destruction de ces agents biologiques. Les munitions de guerre biologique avaient été supposément détruites par les bulldozers et brûlées ou jetées dans la rivière Tigre. Les fragments de ses munitions détruites ont été retrouvés par les équipes de l'UNSCOM, mais on ne peut pas certifier que toutes les bombes biologiques aient été détruites. Pour ce qui concerne les bâtiments et les équipements ayant servi à la préparation des armes biologiques, la résolution 687 prévoyait leur destruction. Les Irakiens firent exploser leurs installations quelques jours avant l'arrivée des inspecteurs sur le site de Salman Pak le 2 août 1991. Cependant, d'autres installations restèrent opérationnelles et les Irakiens essayèrent de dissimuler leur rôle véritable. En mai et juin 1996, les équipes irakiennes, sous le contrôle des inspecteurs de l'UNSCOM, détruisirent les complexes de Al-Hakam et Al-Manal qui avaient produit les agents biologiques (photos 23 et 24).



**Photo 23** : Bâtiment principal de production d'agents biologique à Al-Hakam.



**Photo 24** : fermenteurs de 1450L ayant servi à produire de la toxine botulinique.

#### 2.6.4.3 Les révélations d'un dissident Irakien changent la donne

À l'été 1995, le gendre de Saddam Hussein, Hussein Kamal Hassan, quitte son poste de ministre de l'Industrie et de l'Industrialisation militaire et fuit le pays. Devant le risque que pourraient représenter ses révélations, les Irakiens commencent à fournir de multiples rapports qui conduisent aux destructions des installations en 1996 (figure 9).

Ainsi, c'est grâce aux révélations de Kamal Hassan que les équipes de l'UNSCOM soupçonnèrent l'usine de bio-pesticides de Al-Hakam, qui avait été visitée une première fois en août 1991. Malgré les soupçons et un contrôle constant, l'usine était restée opérationnelle, produisant des tonnes de poudre de *Bacillus thuringiensis*, un bio-pesticide. Les analyses effectuées en juin 1995 montrèrent que la poudre de *Bacillus thuringiensis* était très fine, les particules mesurant moins de 10 microns. Cette petite taille est contradictoire avec une application comme bio-pesticide mais conforme à une utilisation en tant qu'aérosol pour constituer une arme biologique. Le processus de fermentation utilisé dans cette usine permettait aussi une rapide conversion de la production de *Bacillus thuringiensis* à la production de *Bacillus anthracis* (Kadlec *et al.*, 1997).

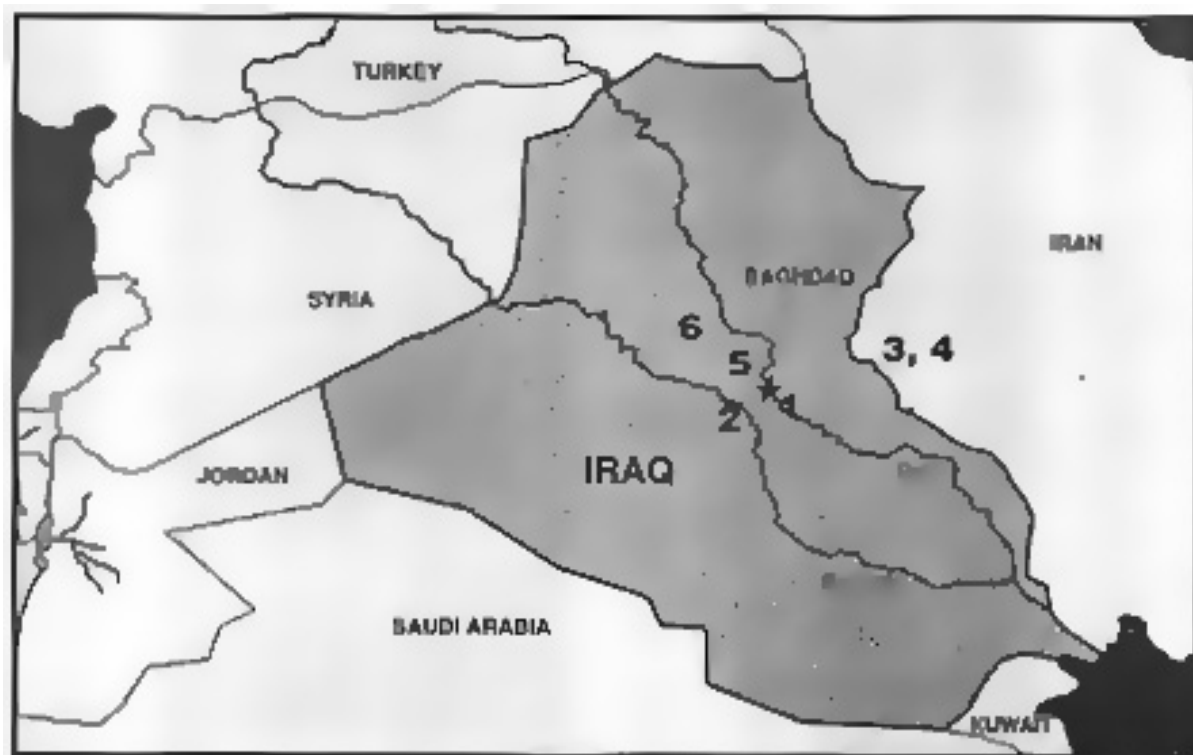
Cependant l'Irak resta particulièrement peu coopératif, et les relations entre le pouvoir irakien et les inspecteurs furent de plus en plus tendues, et se compliquèrent d'allégations de mensonges, accusations d'espionnage et contre-accusations de mauvaise foi.

En 1997, l'Irak refusa à nouveau de donner certaines informations et empêcha l'accès d'inspecteurs américains sur son sol. En décembre 1998, les États-Unis et la Grande-Bretagne déclenchèrent l'opération « Desert Fox » et lancent 400 missiles de croisière sur les installations qui auraient pu d'après eux faire partie des programmes biologiques irakiens.

#### 2.6.4.4 Le programme biologique irakien, prétexte à une nouvelle guerre

Depuis l'arrêt des inspections 1997, les rapports sont de plus en plus tendus entre l'Irak et les États-Unis. Ceux-ci stigmatisent l'Irak en l'accusant de menacer la sécurité américaine et internationale, d'avoir des rapports avec l'organisation terroriste responsable des attentats du 11 septembre 2001 et d'avoir repris son programme biologique offensif, en s'appuyant sur les rapports de nombreux experts américains (Spertzel & Cordesman d'après Leglu (2002)). Zilinskas (1997) précise d'ailleurs que l'Irak possède encore les scientifiques impliqués dans le développement de son programme biologique offensif passé, et que l'on n'est pas certain qu'il n'existe plus aucune installation ou matériel suspect. D'après lui, il ne faudrait à l'Irak que six mois environ pour remettre sur pied son programme.

Grâce à une nouvelle résolution onusienne (résolution 1441) et à la pression des troupes anglo-américaines qui se positionnent à nouveau autour de l'Irak, celui-ci accepte de nouvelle inspection qui commencent en novembre 2002. Les inspecteurs ne font cependant pas de découvertes flagrantes, mais les États-Unis, décidés à renverser le régime de Saddam Hussein, déclenchent les hostilités le 22 mars 2003.

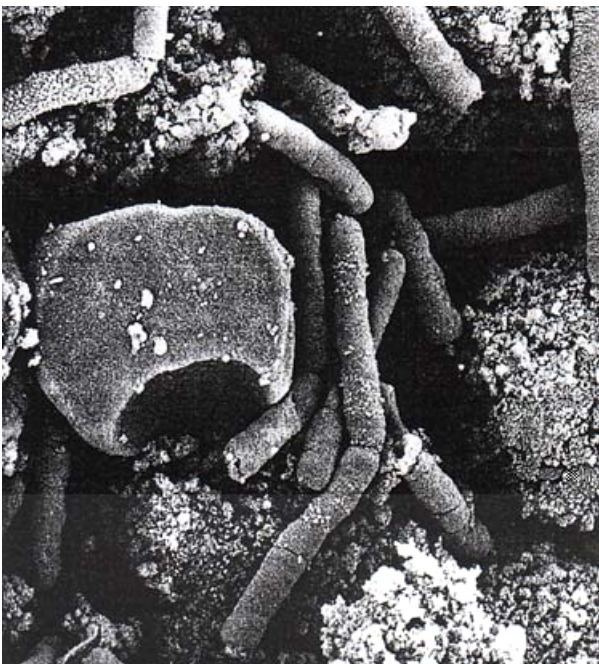


**Figure 9** : les six grandes installations déclarées impliquées dans la production d'armes biologiques. 1 : Salman Pak ; 2 : Al-Hakam ; 3 : Daura ; 4 : Fudaliyah ; 5 : Taji ; 6 : Muthana.

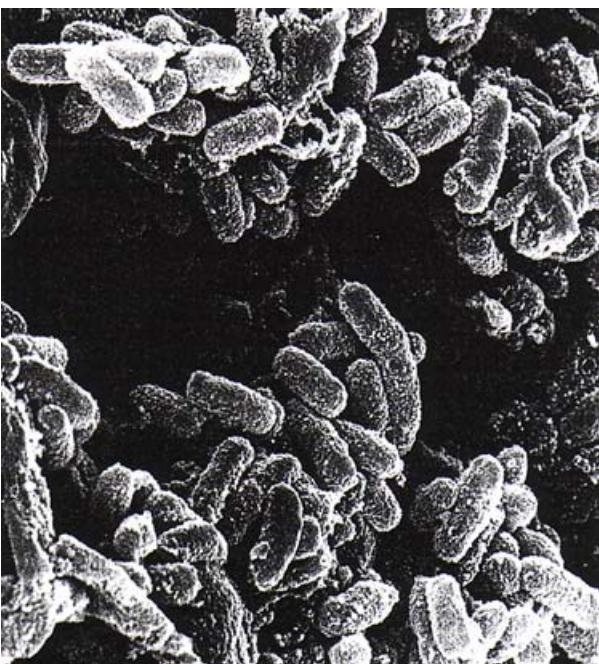
### 3 Agents

Une attaque biologique, qu'elle ait lieu sur un champ de bataille ou lors d'une action terroriste, consiste à provoquer délibérément une maladie chez les hommes, les animaux, ou les plantes (Franz, 1999).

Pour cela, on utilise des micro-organismes qui peuvent pénétrer d'autres organismes vivants et s'y multiplier en engendrant la maladie voire la mort, mais on peut aussi utiliser des substances chimiques produites par ces micro-organismes, des toxines qui agissent beaucoup plus rapidement.



**Photo 25 : micrographie électronique montrant *Bacillus anthracis* (bacilles longs de  $1 \times 3,5 \mu\text{m}$ ) dans la pulpe rouge de la rate (singe, x8000). (photo K. Kuehl)**



**Photo 26 : micrographie électronique montrant *Yersinia pestis* (bacilles courts de  $0,7 \times 1,75 \mu\text{m}$ ) dans la pulpe rouge de la rate (souris, x8000). (photo D. L. Fritz)**

### **3.1 Les différentes classes d'agents biologiques**

#### **3.1.1 Les bactéries**

Les bactéries sont des organismes capables de se reproduire par eux-mêmes en se divisant. Certaines sont particulièrement dangereuses comme *Yersinia pestis* (photo 26), le bacille de la peste, mais la plus connue d'entre les bactéries est le bacille du charbon (en anglais : anthrax), *Bacillus anthracis* (photo 25), la « préférée » des militaires du fait de sa grande virulence (elle tue en quelques jours), de sa résistance à certains antibiotiques et de sa stabilité : sous forme de spores, elle peut survivre des dizaines d'années, et elle peut être aérosolisée. D'autres bactéries ont été militarisées : *Francisella tularensis*, responsable de la tularémie, *Vibrio cholerae* (choléra), *Brucella*, etc.

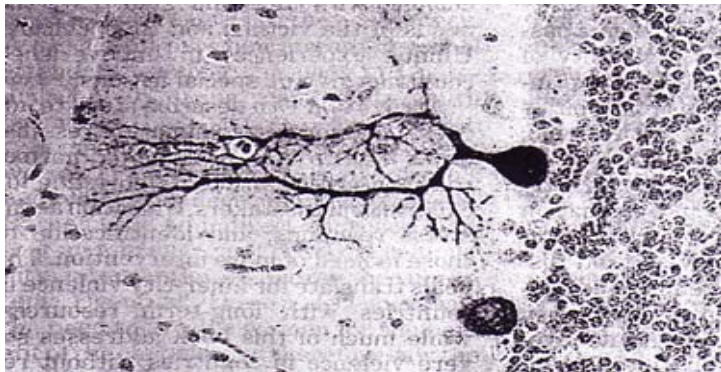
#### **3.1.2 Les rickettsies**

Les rickettsies sont des micro-organismes très proches des bactéries par leur forme et leur structure, mais elles ont besoin, pour se reproduire, de pénétrer dans des cellules animales ou humaines. Elles sont souvent transmises par un vecteur (tique, puce...). Les rickettsies qui ont été militarisées sont par exemple *Rickettsia prowazekii*, responsable du typhus exanthématique, ou *Coxiella burnetii*, agent de la fièvre Q.

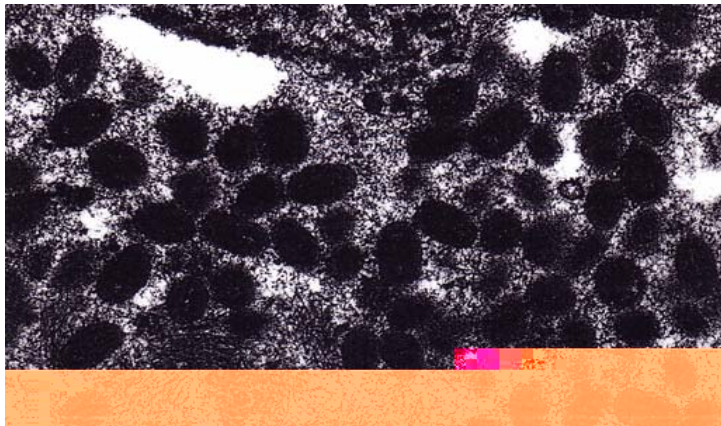
Elles étaient particulièrement redoutées par les troupes américaines en déploiement au Moyen-Orient (Richards *et al.*, 1993).

### 3.1.3 Les virus

Beaucoup plus petits que les bactéries, les virus ont besoin de s'introduire dans une cellule et de détourner sa « machinerie » (énergie, protéines, etc.) pour se reproduire. Ainsi, la cellule finit par être détruite parce que le virus l'a utilisée à ses propres fins et a totalement désorganisé son fonctionnement. L'archétype du virus qui fait peur est celui de la variole, qui tue une personne contaminée sur trois en deux à trois semaines. Si certaines maladies virales peuvent être évitées grâce à des vaccins efficaces, une fois que le virus s'est introduit dans un organisme vivant, les moyens de combattre l'infection sont rares et peu efficaces. Les virus agents de fièvres hémorragiques sont nombreux et existent dans de nombreuses régions du globe sous forme endémique : citons les agents des fièvres vallée du Rift, Ebola, Marburg, Crimée-Congo, dengue, etc. (photos 27 à 29).



**Photo 27 : photomicrographie de cellules de Purkinje infectées par le virus de l'encéphalite vénézuélienne équine (cervelet de souris, x400). (photo P. Vogel)**



**Photo 28 : micrographie électronique des virions du Poxvirus simiesque dans le cytoplasme de cellules épithéliales (peau, x40 000). (photo T. Geisbert)**



**Photo 29 : micrographie électronique des virions Ebola isolés de cellules de Vero infectées in-vitro (x27 000). (photo T. Geisbert)**

### 3.1.4 Les toxines

Elles sont très nombreuses (on en dénombre au moins 400) et produites aussi bien par des bactéries que par des araignées, champignons, poissons, plantes, batraciens... Elles sont généralement devenues très efficaces au cours de l'évolution, attaquant de manières très spécifiques certaines cellules cible (neurones, etc.). Leur action rapide, et le fait qu'elles résistent peu de temps dans le milieu extérieur, en font de très bons agents pour les opérations militaires et les biocrimes.

#### 3.1.4.1 Les toxines protéiques

La plupart des toxines produites par les bactéries sont de très grosses protéines, comme par exemple la neurotoxine botulinique sécrétée par *Clostridium botulinum*, le poison le plus puissant que l'on connaisse. Cette toxine a été militarisée par de nombreux pays (Cole, 1996) : on sait par exemple que l'Irak possédait, en 1991, 11 200 litres d'une préparation de toxine botulinique (mais dont la concentration est inconnue) qui armait des têtes de missiles SCUD (Zilinskas, 1997) ; la secte Aum en avait produit aussi. Elle a été choisie notamment pour sa très grande toxicité : un nanogramme injecté ou inhalé suffit à tuer un homme, un gramme de toxine purifiée et correctement aérosolisée a le potentiel de tuer 1,5 millions de personnes, et les techniques modernes d'aérosolisation seraient capables de disséminer le dosage létal sur 60% d'une population cible. Pour un maximum d'efficacité, cette toxine doit être respirée et donc aérosolisée en particules de 0,1 à 0,3  $\mu\text{m}$ , ce qui nécessite une compétence technique de pointe. Elle peut être néfaste aussi par ingestion, mais dans ce cas il ne faut pas s'attendre à un nombre massif de victimes. En effet, si une attaque de ce style est suspectée, on peut éviter d'être exposé en cuisant les aliments, car la toxine est inactivée par la chaleur ; elle est de plus inactivée en 3 à 6 jours dans l'eau fraîche et en 20 minutes dans l'eau chlorée. Cependant, une contamination par ingestion peut être choisie par des terroristes, car ils n'ont pas besoin de faire un grand nombre de victimes.

Citons aussi l'entérotoxine B du staphylocoque doré (SEB) dont l'ingestion provoque de nausées, vomissements, diarrhées, et l'inhalation une pneumonie extrêmement épuisante. Cet agent non létal mais totalement incapacitant a été militarisée notamment par les Américains.

#### 3.1.4.2 Les toxines non protéiques

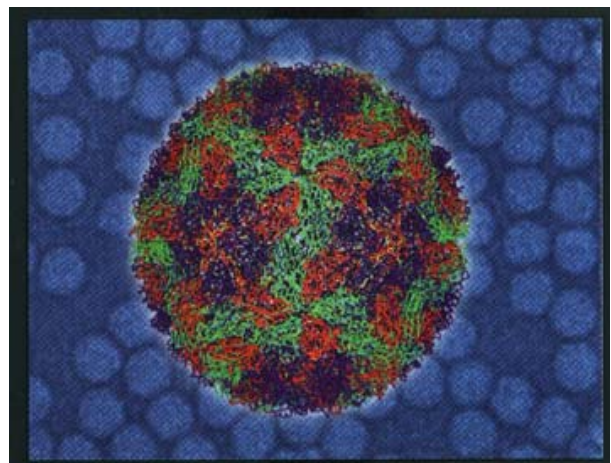
Ce sont de petites molécules organiques hautement toxiques et résistantes (à la chaleur notamment), souvent dépourvues d'antidotes. Ainsi, 30 secondes après avoir ingéré de la saxitoxine (produite par un poisson), la respiration devient difficile ; une dizaine de minutes plus tard, la paralysie complète des muscles respiratoires provoque la mort. Les mycotoxines comme la trichothécène, sont produites par des champignons poussant sur certaines céréales, chez lesquelles elle inhibe la synthèse protéique et la reproduction de l'ADN. Elles sont relativement faciles à produire, stables et efficaces en très petites quantités, ce qui leur a valu d'être militarisées aussi.

### 3.2 Agents zoonotiques ou non

Certains de ces agents biologiques ne sont dangereux que pour l'homme : c'est le cas du virus de la variole ou de la bactérie responsable du choléra. Ils ne peuvent pas rendre malade des animaux. Cependant un grand nombre de micro-organismes sont des agents de zoonoses : ils peuvent aussi bien se développer chez l'homme que chez d'autres espèces animales. C'est le cas des agents du charbon, de la peste (*Yersinia pestis* survit chez l'homme, le rat et la puce), du virus de la fièvre jaune, etc. D'autres encore sont des agents non-zoonotiques : ces agents ne peuvent se développer que chez les animaux et ne peuvent pas atteindre l'homme : c'est le cas du virus de la fièvre aphteuse qui touche tous les artiodactyles (bovins, ovins, caprins, porcins)(photo 30).

Cependant, certains virus non-zoonotiques peuvent devenir zoonotiques si une mutation leur permet d'infecter l'homme : c'est probablement ce qui s'est passé de manière naturelle avec le virus du sida et celui du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS). Les virus influenza sont aussi réputés pour leur capacité à franchir la « barrière d'espèce ».

**Photo 30 : cryomicroscopie électronique  
d'une particule du virus de la fièvre  
aphteuse.**



Ces différences entre agents biologiques sont fondamentales car elles déterminent l'utilisation possible que peut en faire le bioterroriste sur la population d'un pays, l'agroterroriste sur un élevage, ou le militaire sur l'armée ennemie.

### **3.3 Tous les agents ne représentent pas la même menace**

Certaines maladies, dont la durée d'incubation est trop longue, ou quand elles ne sont pas assez virulentes, peuvent difficilement être utilisées comme arme biologique.

#### **3.3.1 Agents utilisés pour les biocrimes**

Ils doivent tuer à coup sûr et rapidement. Les agents utilisés sont souvent des toxines (ricine, SEB, saxitoxine...) ou des micro-organismes produisant eux-mêmes une toxine (*Clostridium botulinum* par exemple). Il n'est pas nécessaire qu'il soit contagieux, au contraire : cela rendrait leur manipulation plus compliquée.

#### **3.3.2 Agents utilisables sur le champ de bataille**

Les programmes d'armement biologique offensif de la guerre froide ont privilégié des agents tuants ou incapacitants, mais pas forcément très contagieux (l'idéal étant d'empêcher l'armée ennemie de combattre pendant plusieurs jours). En effet, la manipulation d'agents de maladies humaines très contagieuses est hasardeuse et peut se retourner contre son utilisateur.

Une contrainte supplémentaire que doivent respecter les militaires est la résistance de l'agent choisi aux agressions de l'environnement : c'est pour ça qu'ils se sont orientés vers les agents comme *Bacillus* (qui se conserve sous forme de spores), *Francisella tularensis* (agent de la tularémie), ou des toxines protéiques qui sont plus stables (toxine botulinique, trichothécène).

Alors que les agents biologiques pathogènes pour les humains (autrement dit antipersonnels) font d'excellents agents pour perpétrer des biocrimes ou pour incapaciter une armée ennemie, ils sont mal adaptés à une utilisation stratégique (à l'exception du virus de la variole), car leur faible contagiosité, c'est-à-dire le fait qu'ils soient difficilement transmissibles d'un individu à l'autre, les empêche de se répandre largement parmi la population et de faire de nombreuses victimes.

### 3.3.3 Agents utilisables contre les animaux

Plusieurs publications (Todd, 1952 ; Fothergill, 1961 ; Gordon & Nielsen, 1986) nous fournissent les critères de sélection qui ont été choisis pour déterminer quelles maladies sont les plus à craindre chez les animaux d'élevage. Ces études s'appuient sur les programmes d'armement biologique offensifs développés pendant la guerre froide. En l'occurrence, la première étape de développement d'armes biologiques anti-animal passe logiquement par le choix des agents les plus efficaces, et les caractéristiques diffèrent sensiblement de celles retenues pour les agents antipersonnels.

D'après Wilson *et al.* (2000) l'agent anti-animal sélectionné doit avoir les caractéristiques suivantes :

1. hautement infectieux et contagieux ;
2. bonne capacité à survivre dans l'environnement ;
3. schéma clinique prévisible, y compris taux de morbidité et de mortalité ;
4. pathogène pour le bétail ou la volaille ;
5. disponible et facile à se procurer et à produire ;
6. attribuable à une cause naturelle, assurant un déni plausible ;
7. non nocif pour l'utilisateur ;
8. facilement disséminable.

La sélection des virus d'animaux et des moyens de dissémination sont les facteurs clés des armes anti-bétail. Des rapports ont classé les maladies animales comme présentant les plus grands risques dans l'ordre décroissant suivant (Todd, 1952 ; Huxsoll *et al.*, 1987 ; Stalheim, 1987) :

1. virus de la fièvre aphteuse ;
2. virus de la peste porcine classique ;
3. virus de la peste porcine africaine ;
4. virus de la peste bovine ;
5. virus de la fièvre de la vallée du Rift ;
6. virus de l'influenza aviaire ;
7. virus vélogénique viscérotropique de la maladie de Newcastle ;
8. virus de l'encéphalomyélite vénézuélienne équine ;
9. virus de la fièvre catarrhale ;
10. virus de la variole des petits ruminants ;

11. virus de la maladie d'Aujesky ;
12. virus de la stomatite vésiculeuse ;
13. entérovirus porcin de type 1 (maladie de Teshen) ;
14. entérovirus porcin de type 9 ;
15. virus de la dermatose nodulaire contagieuse bovine ;
16. virus de la rage et lyssavirus ;
17. virus du syndrome reproductif et respiratoire porcin ;
18. virus de la peste équine africaine ;
19. *Bacillus anthracis* (maladie du charbon) ;
20. *Chlamydia psittaci* (chlamydiose) ;
21. *Cowdria ruminantium* (cowdriose) ;
22. larve de *Cochliomyia hominivorax* (myiase).

Cette liste d'agents anti-animaux a très peu en commun avec la liste d'agents antipersonnels à haut risque généralement donnée (Anonyme, 1997). En fait, à l'exception des virus de l'encéphalite vénézuélienne équine et de la fièvre de la vallée du Rift, de *Chlamydia psittaci* et de *Bacillus anthracis*, la liste d'agents est complètement différente. Le public et même des scientifiques spécialisés présument souvent que la liste d'agents potentiels d'armes biologiques antipersonnelles est sensiblement la même que celle des armes biologiques anti-bétail et anti-volaille. Cependant la liste des agents pathogènes pour le bétail et la volaille est fondée sur l'impact économique et sur la facilité de transmission, alors que celle des agents antipersonnels est fondée sur la mortalité élevée ou sur la peur que l'agent inspire à la population. L'agent du charbon (*Bacillus anthracis*) est apparu dès 1952 sur la liste des agents potentiels anti-animaux (Todd, 1952). Cependant, il fut plus ou moins abandonné par la suite car un vaccin efficace avait été développé.

D'après Wilson *et al.* (2000), les agents les plus souvent mentionnés dans l'hypothèse d'une attaque agroterroriste sont :

- pour le bétail : virus de la fièvre aphteuse et de la peste bovine ;
- pour le porc : virus de la fièvre aphteuse, des pestes porcines classique et africaine ;
- pour la volaille : virus de l'influenza aviaire et de la maladie de Newcastle.

Notons que tous ces virus se répandent assez facilement tous seuls du fait de leur grande contagiosité et ne nécessitent aucune manipulation microbiologique ou militarisation pour les rendre capable d'engendrer une épizootie.

L'Office International des Épizooties (OIE) a publié deux listes de maladies animales.

## Liste A

La liste A concerne les maladies animales hautement infectieuses, qui se répandent rapidement au-delà des frontières internationales, entraînant des pertes économiques catastrophiques et ayant un impact socio-économique important dans les pays touchés. Elle est constituée de 14 maladies virales (fièvre aphteuse, maladie vésiculeuse porcine, peste porcine classique, peste porcine africaine, peste bovine, peste des petits ruminants, stomatite vésiculeuse, fièvre catarrhale, peste équine africaine, fièvre de la vallée du Rift, dermatose nodulaire contagieuse bovine, variole des ovins et des caprins, influenza, maladie de Newcastle) et d'une maladie bactérienne, la pleuropneumonie bovine contagieuse.

### 3.3.3.1 Fièvre aphteuse

Le virus responsable de la fièvre aphteuse est un picornavirus du genre Aphtovirus, avec au moins 60 sous-types répartis en 7 sérotypes. Ce virus est hautement contagieux pour le bétail domestique (bovins, ovins, caprins, porcins) et sauvage (dans au moins 60 espèces différentes). La maladie s'exprime après 2 à 5 jours d'incubation, et a une mortalité faible (5%), mais touche 15 à 95 % des animaux et se caractérise par de la fièvre, une baisse de production, des vésicules et une érosion des muqueuses buccale, nasale, des trayons et des espaces interdigités. Un vaccin existe mais il doit être renouvelé tous les six mois.

### 3.3.3.2 Stomatite vésiculeuse

Le virus responsable de la stomatite vésiculeuse est un arbovirus avec deux sérotypes (Indiana et New Jersey). Les symptômes sont la fièvre, des vésicules et une érosion de la muqueuse buccale, des trayons et des espaces interdigités. Les chevaux, les bovins et les porcs y sont sensibles, les ovins et caprins sont rarement affectés.

### 3.3.3.3 Maladie vésiculeuse porcine

L'agent responsable de la maladie vésiculeuse porcine est un picornavirus du genre Enterovirus. Le porc est un hôte naturel ; les symptômes sont la fièvre, des vésicules et une érosion de la muqueuse buccale, des trayons et des espaces interdigités.

#### 3.3.3.4 Peste bovine

L'agent responsable de la peste bovine est un paramyxovirus du genre Morbillivirus. Les espèces sensibles sont les bovins, le buffle domestique et quelques espèces sauvages. Après 3 à 9 jours d'incubation les symptômes sont la fièvre, une érosion des muqueuses de la cavité buccale, de la diarrhée, une nécrose lymphoïde. La mortalité est très élevée : 15 à 95 % selon les espèces. Un vaccin est disponible.

#### 3.3.3.5 Peste des petits ruminants

L'agent de la peste des petits ruminants est un paramyxovirus du genre Morbillivirus. La maladie peut avoir une forme aiguë ou subaiguë chez les ovins et plus particulièrement chez les caprins et est caractérisée par de la fièvre, une stomatite érosive, une conjonctivite, une gastro-entérite et une pneumonie.

#### 3.3.3.6 Pleuropneumonie bovine contagieuse

L'agent de la pleuropneumonie bovine contagieuse est la bactérie *Mycoplasma mycoides*. La maladie peut être aiguë, subaiguë ou chronique et touche les poumons et parfois les articulations des bovins et du buffle domestique.

#### 3.3.3.7 Dermatose nodulaire contagieuse bovine

L'agent de la dermatose nodulaire contagieuse bovine est un poxvirus du genre Capripoxvirus. Il touche le bétail et est caractérisé par une dermatose (aiguë à chronique), avec des nodules qui nécrosent, une lymphadénite et de la fièvre persistante.

#### 3.3.3.8 Fièvre de la vallée du Rift

L'agent responsable de la fièvre de la vallée du Rift est un bunyavirus du genre Phlebovirus transmis par les moustiques, présent en Afrique du Nord et au Proche-Orient. Après une incubation de 1 à 3 jours, les symptômes apparaissent chez 10 % des bovins et 20 à 95 % des ovins et caprins et sont : état fébrile, avortement, nécrose hépatique, et entraîne une mortalité chez les jeunes. Un vaccin existe.

#### 3.3.3.9 Fièvre catarrhale

L'agent de la fièvre catarrhale est un orbivirus de la famille Reoviridae, transmis par des insectes et atteignant certains ruminants.

#### 3.3.3.10 Variole des caprins et des ovins

L'agent de la variole des ovins et des caprins est un Capripoxvirus. La maladie peut être aiguë à chronique et se caractérise par des lésions varioliques généralisées sur la peau et les muqueuses, une fièvre persistante, une lymphadénite et une pneumonie.

#### 3.3.3.11 Peste équine africaine

L'agent de la peste équine africaine est un orbivirus transmis par les insectes. La maladie, fatale pour les chevaux et les mules, est aussi présente subcliniquement chez d'autres équidés. Les signes cliniques et les lésions du système respiratoire et circulatoire résultent d'une perméabilité vasculaire accrue.

#### 3.3.3.12 Peste porcine africaine

L'agent de la peste porcine africaine est un virus à ADN qui n'a pas encore été classé mais qui possède les caractéristiques d'un iridovirus et d'un poxvirus, et qui est transmis par les tiques. La maladie est confinée à l'Afrique, où l'on peut retrouver ces arthropodes. Les porcs touchés présentent un syndrome fébrile qui entraîne une mortalité de 99 % après une incubation de 4 à 7 jours. Aucun vaccin n'existe.

#### 3.3.3.13 Peste porcine classique

L'agent de la peste porcine classique est un pestivirus de la famille des Flavivirus. La maladie peut prendre une forme chronique à aiguë. Dans cette dernière forme, la maladie est caractérisée par une forte fièvre, une profonde dépression, des hémorragies superficielles et internes multiples, et une forte morbidité et mortalité.

#### 3.3.3.14 Influenza aviaire

L'agent responsable de l'influenza aviaire est un virus du type A (sous-types H5 et H7) de la famille des Orthomyxoviridae qui tue 85 à 95 % des volailles touchées et peut aussi infecter les humains, les porcs, les chevaux et d'autres mammifères.

#### 3.3.3.15 Maladie de Newcastle

L'agent responsable de la maladie de Newcastle est un paramyxovirus et a 3 types (lentogénique, mésogénique et vélogénique, selon une virulence croissante). La volaille

touchée par le type vélogénique présente des lésions cérébrales et gastro-intestinales, une morbidité de 100 % et une mortalité de 90 %. Les signes cliniques, après quatre à huit jours d'incubation, sont surtout neurologiques, une profonde dépression est observée.

## **Liste B**

La liste B regroupe les maladies animales qui sont considérées comme ayant des conséquences socio-économiques ou de santé publique. Il faut faire attention à l'idée fausse selon laquelle les maladies de la liste B ont moins de conséquences économiques que celles de la liste A. L'encéphalopathie spongiforme bovine (maladie de la vache folle, ESB), par exemple, a entraîné un embargo de longue durée à l'exportation de la viande bovine et de ses sous-produits provenant de Grande-Bretagne. Malgré les conséquences économiques énormes de cette maladie, elle est classée dans la liste B plutôt que dans la liste A. Ce choix est fondé sur le fait que bien qu'elle soit transmissible, cette maladie n'est pas hautement contagieuse.

Parmi les maladies de la liste B qui font l'objet d'une surveillance rapprochée sur les marchés intérieurs et internationaux, on retrouve la brucellose et la tuberculose pour le bétail, le syndrome reproductif et respiratoire et la trichinellose pour le porc, et la maladie de Marck et la laryngotrachéite pour la volaille. Les épizooties d'origine naturelle ou intentionnelle de ces maladies ont un impact économique significatif.

### **3.4 Le risque biotechnologique**

Le décryptage du génome des micro-organismes permet aujourd'hui aux chercheurs de découvrir, au niveau microscopique, un grand nombre de clés de leur fonctionnement (leur virulence, par exemple). Le génie génétique, qui permet de manipuler directement les gènes (pour les faire passer d'un organisme à un autre et les faire s'exprimer) a autorisé la mise au point de bactéries productrices d'insuline humaine par exemple.

Mais comme dans de nombreux autres domaines, cette technologie est duale. Dans une perspective plus sombre, les manipulations génétiques peuvent aboutir à une résistance accrue des micro-organismes pathogènes aux antibiotiques (ceci a déjà été fait dans le cadre de Biopreparat, le programme biologique offensif soviétique), aux vaccins et aux traitements habituels ; à des micro-organismes capables de subsister sous forme d'aérosols, etc.

L'Histoire a montré que les nouvelles technologies avaient toujours fini par être absorbées dans les capacités de guerre. La première guerre mondiale a rapproché les chimistes des

combattants ; la deuxième guerre mondiale a amené les physiciens sur le champ de bataille ; la guerre froide a vu l'arrivée des télécommunications, des ordinateurs et de l'électronique dans l'arène (Danzig & Berkowsky, 1997). Les progrès de la génomique et de la protéomique seront un jour utilisés pour « améliorer » les armes biologiques.

#### **3.4.1 Les toxines**

Les toxines non protéiques, ces substances particulièrement dangereuses, étaient autrefois peu susceptibles d'être employées, disait-on, car difficiles à produire (Binder & Lepick, 2001). Mais le génie génétique a modifié ce point de vue : connaissant les gènes qui sont responsables de la production de ces protéines, on peut les insérer dans des bactéries que l'on cultivera, ce qui permettra d'obtenir le poison recherché dans des quantités bien plus substantielles (Leglu, 2002). Outre ces questions de quantités, les manipulations génétiques pourraient conférer à ces substances des qualités militaires dont elles ne disposent pas toujours (meilleure stabilité en aérosols, molécules plus petites traversant les filtres des masques de protection actuels, etc.).


#### **3.4.2 Les biorégulateurs**

Certains peptides présents à l'état de traces dans l'organisme ont un pouvoir singulier et énorme : ils régulent la production d'autres molécules comme les hormones, et jouent un rôle fondamental dans des domaines aussi variés que le sommeil, l'humeur et les émotions. Leur utilisation massive sur un champ de bataille pourrait provoquer euphorie, peur, fatigue, hallucinations ou dépression, ce qui en ferait des armes non létales mais incapacitantes tout à fait exceptionnelles. De plus, la petite taille de ces molécules les rend accessibles à la synthèse chimique, ce qui facilite encore leur production.

#### **3.4.3 Les virus génétiquement modifiés**

La manipulation du génome de certains virus destinée à augmenter leur virulence inquiète de nombreux spécialistes. Un accident survenu dans un laboratoire australien en 2001 nous donne une idée des risques de telles manipulations. Deux biologistes de Canberra ont cherché à mettre au point un vaccin contraceptif destiné à limiter la prolifération des souris. L'idée des chercheurs était de rendre les souris stériles en stimulant la production d'anticorps qui s'attaqueraient à leurs propres ovules. À cette fin, ils se sont servis d'un virus doté du gène produisant l'effet recherché (la stimulation du système immunitaire) qui pénétrerait dans le corps de l'animal, se reproduirait et puis infecterait d'autres souris. Le virus choisi était celui

de la variole de la souris qui ne cause chez ces souris que des symptômes mineurs. Ils ont donc inséré dans le patrimoine génétique du virus un gène destiné à produire de grande quantité d'une molécule, l'interleukine-4, qui, elle, stimule la production d'anticorps fatals aux ovules. Contrairement aux attentes des chercheurs, toutes les souris moururent dans les neuf jours qui suivirent l'inoculation du virus. Ce fut une surprise car généralement les virus génétiquement modifiés perdent une partie de leur virulence. Là, au contraire, le virus doté du gène de l'interleukine-4 s'est attaqué directement au système immunitaire des souris. Pire encore : dans un lo



s'est beaucoup demandé s'il serait un jour possible de fabriquer des armes dites « ethniques », autrement dit, des armes biologiques capables de tuer de façon ciblée tel ou tel groupe humain, selon sa couleur de peau ou son origine ethnique par

Cependant, si la diversité génétique n'en va pas de même pour les animaux d'élevage ou les plantes cultivées aujourd'hui. La tendance est à la monoculture et à

L'histoire des conflits humains nous a montré que les armes biologiques sont utilisées contre des animaux ou des hommes. A ces guerres ouvertes viennent s'ajouter l'escalade du terrorisme et la prolifération des armes de destruction massive qui nous forcent à envisager les pires situations. Enfin, le développement des guerres économiques entre états et sociétés laisse présager de nouvelles formes d'attaque.

Voyons maintenant pourquoi les élevage des pays développés sont si vulnérables face à l'arme biologique et à ses utilisateurs. L'étude du coût des récentes épizooties nous permettra d'illustrer l'impact potentiel énorme des attaques biologiques sur le secteur agricole. Mais on verra aussi que nous ne sommes pas dépourvus de moyens de lutte efficace, grâce notamment aux vétérinaires et aux outils dont ils disposent.



## Troisième partie

### Les nouveaux types de guerre font des animaux des cibles privilégiées

#### 1 La filière agricole : une cible large et vulnérable

##### 3.1 Une cible large

L'élevage est une cible large car il peut être touché à tous les étages de production, des cultures de céréales jusqu'au laboratoire de recherche, en passant par la nourriture des animaux, les animaux d'élevage eux-mêmes, et les produits animaliers destinés à la consommation humaine.

##### 3.1.1 Attaques touchant les cultures

On se rappelle les accusations répétées, même si elles n'ont jamais été confirmées, selon lesquelles l'ancienne Union Soviétique aurait déversé des produits défoliants contenant une mycotoxine (trichothécène) sur les cultures du Laos, du Cambodge et d'Afghanistan dans les années 1979 à 1981. Ces attaques prenaient la forme de pluies jaunes (*yellow rain*).

Les États-Unis et les Nations Unies ont développé récemment un programme de lutte antidrogue consistant à répondre par avion des champignons visant les cultures de pavot, de coca et de cannabis des pays producteurs (Kleiner, 1999).

D'autres produits non biologiques mais chimiques ont été massivement utilisés par les Américains au Vietnam pour détruire de grandes parcelles de forêt, support de la guérilla Vietcong.

Les agents biologiques anti-cultures sont de trois ordres. Ils comprennent :

- des virus, responsables de la mosaïque du tabac ou de la maladie « curly top » de la betterave sucrière par exemple ;
- des bactéries, comme *Xanthomonas oryzae* et *Pseudomonas alboprecipitans*, agents respectifs du charbon du riz et du maïs ;
- des champignons comme *Phytophthora infestans*, agent du charbon de la pomme de terre qui causa la grande famine en Irlande au XIXe siècle, ou encore

*Pyricularia oryzae* et *Puccinia graminis*, agents de maladies des graminées, ayant tous deux été le sujet de recherches intensives dans les programmes d'armement biologique offensif de la Guerre Froide (Watson, 2000).

Les champignons représentent la classe la plus importante économiquement. Ils soutirent les ressources de la plante, interférant avec les fonctions des feuilles et des tiges, et entraînant des pertes excessives par la moisissure.

Ils sont d'une importance capitale en tant qu'agents anti-cultures potentiels, car :

1. les champignons se reproduisent et se disséminent par le biais de spores qui sont véhiculées par le vent à travers de larges territoires, pouvant provoquer de véritables épihytoses ;
2. il existe des champignons dangereux pour à peu près toutes les espèces de plantes cultivées ;
3. ils sont responsables des maladies des plantes parmi les plus sérieuses en termes de pertes de rendement ;
4. ils sont aisément cultivables, stockables et peuvent être disséminés en grande quantité.

Les exemples les plus parlants sont la rouille du blé et le *rice blast*, deux maladies dont les agents ont été militarisés au sein des programmes d'armement biologique offensif des deux grands pendant la guerre froide.

La rouille du blé cause des pertes de rendement substantielles, spécialement dans les zones où poussent des variétés de blé peu résistantes : les pustules de rouille sapent tellement les nutriments de la plante que le blé affecté ne produit que 10 % du rendement d'un blé sain. Les grains sont ratatinés et flétris. Les vents dominants peuvent disperser les spores sur plusieurs centaines de kilomètres. Les spores peuvent supporter l'hiver dans les régions tempérées sur les chaumes et provoquer une nouvelle poussée du champignon la saison suivante. Le meilleur moyen de lutte reste l'emploi de variétés de blé plus résistantes. Cependant, le champignon s'adapte lui aussi et peut attaquer des variétés de blé autrefois résistantes (Stalheim, 1987).

Le *rice blast* sévit dans toutes les régions où on cultive le riz. Les chutes de rendement peuvent dépasser 50 %. Les pédoncules des grains se cassent et les grains sont flétris et ratatinés. Il n'existe pas de variétés de riz résistant à toutes les variétés de ce champignon.

Le charbon de la pomme de terre causa la Grande Famine d'Irlande en 1845, qui bouleversa l'histoire économique de cette nation, poussant des milliers de personnes à l'exil. Les plantes

meurent, la taille et la quantité des tubercules sont réduites. Le pourrissement de tubercules apparemment sains peut continuer après la récolte.

En détruisant les cultures, on touche indirectement les animaux qui s'en nourrissent.

### **3.1.2 Attaques sur la filière agroalimentaire**

#### ***3.1.2.1 Empoisonnement des marchandises destinées à la consommation humaine***

On ne reviendra pas sur les épisodes de contamination intentionnelle de nourriture humaine avec des bactéries (*Salmonella*/*Shigella*)

vengeance pe

Rappelons tout de m autres occasions, l'empoisonnement volontaire de marchandises destinées à la consommation

économiques. Citons à cet effet des tentatives de destruction des exportations d'oranges israéli

produites à Haifa, ou encore l' lequel le raisin produit au Chili avait été volontairem

exportations chilienne

### *Ceci est déjà arrivé*

Nicholas J. Neher (2000) nous raconte comment une catastrophe est évitée de justesse en 1996 dans l'État du Wisconsin. Un appel anonyme prévint le chef de la police locale que la nourriture pour bétail qui venait de quitter l'usine avait été contaminée de façon à provoquer une mortalité de masse parmi le bétail. L'enquête montra que :

- la substance était du chlordane, un pesticide organochloré stable qui s'accumule dans la graisse animale, et considérée toxique à des niveaux très bas (0,3ppm dans la graisse animale) ;
- le principal destinataire de la cargaison contaminée était le plus grand distributeur de nourriture animale de l'État, et il fut prouvé qu'environ 4000 producteurs laitiers avaient reçu cette nourriture ;
- le lait produit dans ces fermes avait été transporté dans de nombreuses laiteries, qui l'avaient à leur tour distribué à d'autres usines de l'État pour qu'il soit transformé en beurre, crème, fromage, etc.

Aucun habitant ne fut contaminé, grâce au rappel de 4000 tonnes de nourriture animale et autres produits alimentaires pour une valeur estimée à 4 millions de dollars. Ce n'était ni la première fois puisqu'en 1981 quelqu'un avait versé un autre organophosphoré dans de l'ensilage de maïs qui tua rapidement 131 des 135 bœufs qui en ingurgitèrent ; et ni la dernière, car depuis 1996, le ou les auteurs de la contamination se sont à nouveau distingués plusieurs fois, sans avoir jamais été identifiés.

Cet épisode nous montre à quel point les ingrédients qui composent la nourriture animale sont des vecteurs faciles à utiliser pour contaminer de nombreux animaux. Il montre aussi que les protocoles utilisés par les producteurs de nourriture animale sont inadéquats pour empêcher une large contamination si quelqu'un veut terroriser cette industrie. Les usines testent dans les circuits de fabrication des contaminants qu'ils sont raisonnablement censés retrouver ; les coûts supplémentaires nécessaires pour détecter l'absurde (en l'occurrence un pesticide) rendraient leurs marchandises trop chères pour le marché.

### *Pertinence du risque*

Von Bredow et al. (2000) nous apprennent qu'outre-Atlantique, la contamination de la nourriture humaine et la restriction ultérieure de nourriture disponible qui s'en suivrait pour la population humaine est un sujet récurrent dans les conférences sur l'agroterrorisme. On peut donc s'étonner de la rareté avec laquelle ce sujet est mentionné dans la littérature scientifique

européenne. Pourtant, la contamination intentionnelle des aliments du bétail et visant indirectement à affecter les populations humaines est tout à fait envisageable : rappelons-nous que le principal moyen d'action des terroristes pour atteindre leur but est de créer la peur dans les populations. Or le besoin primaire de chaque être vivant est de survivre, donc de manger. Provoquer une inquiétude quant aux besoins fondamentaux de la vie entraîne une perte de confiance totale. Seth Carus (1998) précise que « la contamination de la nourriture est le moyen qui a été le plus utilisé pour tuer quelqu'un avec un agent biologique ». Il précise aussi que la cible la plus probable serait la nourriture que nous ne cuisons pas, ou bien que la contamination reposerait sur des spores ou des toxines qui survivent à la cuisson.

Les organismes responsables d'intoxication alimentaire incluent *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* O157:H7 et *Shigella*. La contamination de la nourriture humaine peut être augmentée en contaminant la nourriture du bétail avec ces mêmes bactéries, que le but soit d'empoisonner la population ou d'augmenter les coûts pour le producteur et le consommateur. Il me semble important de se méfier plus spécialement des bactéries qui, ajoutées à la nourriture animale, et se retrouvant dans la viande, n'affectent pas significativement la santé de l'animal et n'attirent pas l'attention sur lui. *Salmonella* et *E. coli* sont des contaminants naturels et on retrouve ces bactéries dans les carcasses animales à un niveau de fond considéré comme inévitable et accepté tant qu'il ne dépasse pas  $10^6$  bactéries/gramme (Schwartz, 1998). Le niveau exact de contamination qui rend malade n'est pas tout à fait défini car il dépend du niveau de santé de chaque individu.

Comparée aux aliments humains, la nourriture animale est beaucoup moins surveillée, du fait entre autres des grandes quantités de nourriture nécessaires quotidiennement aux millions d'animaux d'élevage.

#### Moyen probable de contamination

Pour comprendre par quelle voie la nourriture du bétail peut-être contaminée, il faut savoir que celle-ci a trois composants principaux :

- le fourrage (généralement cultivé sur la ferme d'élevage) ;
- l'ensilage, à base de foin, maïs, betteraves... (qui peut aussi être préparé à la ferme) ;
- les grains de céréales, de maïs ou des granulés plus complexes (qui proviennent généralement d'une usine, et qui sont acheminés à chaque ferme).

Seule cette dernière catégorie risque véritablement une contamination, que ce soit à l'usine ou pendant son transport. Il ne suffit pas de « jeter la bactérie » dans un mélangeur, car ces bactéries craignent la chaleur. Il faut une certaine connaissance de la préparation des granulés pour choisir avec soin le moment où introduire la bactérie contaminante sans qu'elle ne subisse trop de pertes dues à la chaleur. L'addition de la bactérie au carbonate de calcium, complément minéral, est une possibilité qui semble efficace et simplissime. En effet, Von Bredow *et al.* (2000) nous expliquent qu'un des moyens les plus simples d'obtenir des bactéries pour contaminer de la nourriture animale sera le processus suivant :

1. obtenir une source de bactéries ;
2. ajouter du bouillon de culture et permettre la multiplication ;
3. placer le bouillon dans un récipient large et plat et le faire sécher à l'air ;
4. racler le milieu de culture séché ;
5. mélanger avec du calcaire ou un autre additif alimentaire ;
6. répandre le contenu dans un mélangeur de nourriture animale.

### **3.1.3 Attaque sur les cheptels d'animaux d'élevage**

Les raisons de la vulnérabilité des cheptels animaux d'élevage sont nombreuses et variées ; elles résident dans la facilité d'exécution, dans les nombreuses et variées motivations des auteurs d'actes agroterroristes qui sont autant de chances supplémentaires de les voir se réaliser, et dans le large panel de moyens disponibles pour agir.

Précisément, les moyens susceptibles d'être utilisés dépendent du but recherché par l'agresseur et du contexte de l'agression.

#### **3.1.3.1 Conflit ouvert**

En temps de guerre ouverte, l'utilisation d'un obus ou d'un missile porteur d'une charge biologique, ou celle d'un véhicule aérien ou terrestre disséminant un agent biologique à l'aide d'un pulvérisateur en territoire ennemi est tout à fait envisageable, et certains pays qui avaient développé ce type d'armes avant ou après la signature de la Convention sur les Armes Biologiques (BWC) peuvent l'avoir conservé ou développé après la signature du traité (on a vu les exemples de l'URSS et de l'Irak).

Pour avoir une idée des maladies qui sont à craindre, il suffit de jeter un oeil au programme d'armement biologique offensif de l'ancienne Union soviétique (Wilson *et al.*, 2000) : ils avaient militarisé entre autres les agents de la fièvre aphteuse, de la peste bovine, des pestes porcines classique et africaine, des varioles des ovins et des caprins et *Chlamydia psittaci* ; les États-Unis quant à eux ont militarisé entre autres les agents de la maladie de Newcastle, de la

peste porcine classique, de l'encéphalite équine vénézuélienne, de la tularémie et de la brucellose.

Il faut alors s'attendre à la libération d'agents multiples et à de nombreux endroits simultanément, de manière à dérouter au maximum les services vétérinaires et à apporter la confusion la plus grande dans la société civile, perdant alors son rôle de soutien des activités militaires.

### *3.1.3.2 Guerre économique latente*

Les pays ou les compagnies désirant gagner des marchés d'importation d'animaux ou de produits animaux peuvent être tentés d'utiliser l'arme biologique pour bloquer, par le moyen des embargos commerciaux, les exportations des pays ou des compagnies concurrents.

Pour ne pas subir de représailles militaires ou commerciales, ces pays où compagnies doivent agir de manière furtive, et utiliser des agents qui peuvent faire croire à une épizootie d'origine naturelle ou accidentelle. On peut donc s'attendre à une attaque en un seul endroit mais stratégiquement choisi, à l'aide d'un agent hautement infectieux et contagieux. L'endroit « idéal » serait une foire à bestiaux, une vente aux enchères ou n'importe quel endroit à partir duquel les animaux infectés dissémineront « clandestinement » eux-mêmes, pendant le temps d'incubation de la maladie, l'agent infectieux aux quatre coins du pays visé voire du continent, si l'événement choisi est de niveau international. Les visiteurs eux-mêmes, même s'ils ne sont pas accompagnés d'animaux susceptibles de propager la maladie, peuvent transporter l'agent à leur insu sur leurs habits ou leur matériel.

Une telle opération menée avec succès (c'est-à-dire si l'agent parvient à diffuser du rassemblement d'animaux où il a été introduit) plongerait inmanquablement l'élevage entier du pays dans de profondes difficultés.

### *3.1.3.3 Terrorisme*

Le moyen d'action principal des terroristes est de terroriser la population civile, faisant ainsi pression sur un gouvernement qui perd la confiance de ses citoyens. Il faut donc s'imaginer qu'un terroriste choisira d'infecter des animaux avec un agent de zoonose, pour faire craindre une contamination par l'alimentation à la population. Au contraire de ce qui se passe dans le cadre de la guerre économique, le terroriste a besoin de publicité, l'épizootie n'a donc pas besoin de paraître naturelle.

Plus la zoonose choisie paraît terrifiante à la population civile (par son taux de mortalité par exemple) et plus l'effet de peur est garanti, même si très peu de personnes sont contaminées :

on se rappelle l'ampleur internationale de l'affaire de l'anthrax aux États-Unis en 2001 qui n'a pourtant fait « que » cinq victimes.

Les agents de fièvres hémorragiques et d'encéphalites semblent à ce point de vue idéaux car beaucoup sont zoonotiques et inspirent une terreur immense aux populations (on se souvient du film de Steven Spielberg : *Alerte*). Citons la fièvre Q, la fièvre de la vallée du Rift, Ebola, la fièvre jaune, la dengue, l'encéphalite vénézuélienne équine, etc. (Fitzpatrick & Bender, 2000). Certaines de ces maladies demeurent endémiques dans certaines parties du globe et sont donc accessibles. La peste aussi reste un fléau dans nos esprits.

Encore une fois, le nombre de personnes atteintes peut très bien ne pas être important, mais provoquer des troubles majeurs dans la société.

### **3.1.4 Attaque sur les laboratoires de recherche**

Signalons enfin comme cibles potentielles les laboratoires de recherche médicale ou agricole : ils sont souvent la cible des activistes anti-OGM ou des ligues de protection des animaux. Ceux-ci, en passant outre les règles de sécurité, peuvent provoquer accidentellement la libération de germes très dangereux et entraîner de sérieuses épidémies, épizooties ou épiphytoses. Heureusement, ce risque a déjà été mesuré et pris en compte par les responsables de ces laboratoires et les services de sécurité publique, et des mesures de protection, intérieures et extérieures, sont déjà en place depuis longtemps sur ces sites sensibles.

## **3.2 Une cible vulnérable**

### **3.2.1 une vulnérabilité intrinsèque à l'agriculture**

Nombreux sont ceux d'entre nous, et parmi nous surtout ceux qui l'ont connu, qui se souviennent de l'idéal de la ferme familiale des années 1940 et 1950, une entreprise principalement autosuffisante soutenue par une diversité de plantes et d'animaux. On voit encore dans nos campagnes ces vieilles fermes avec leur poulailler, leurs enclos à cochons, leurs étables et leur grange où était stockées de multiples variétés de graines. En général, un animal qui naissait à la ferme y était engraisé et abattu sans s'être écarté de la ferme de plus de quelques centaines de mètres.

L'agriculture d'aujourd'hui est modelée par des tendances très fortes : la concentration, une diversité génétique décroissante, une fusion des différents secteurs de l'industrie, l'urbanisation, et la mondialisation du marché. Ces tendances ont complètement changé l'agriculture ; les agents biologiques développés par les pays, les groupes terroristes et même les individus ont aussi changé.

### 3.2.1.1 Concentration de la production

La concentration a commencé au niveau de la ferme, puis de la région. L'amélioration des transports associée à la nécessité économique de diminuer les coûts unitaires a accéléré cette tendance.

Les fermes individuelles sont aujourd'hui plus grandes et plus souvent dédiées à la production de larges volumes d'un seul produit. Ces changements sont évidemment plus importants aux États-Unis que dans notre Europe, même si on a déjà franchi chez nous l'étape par laquelle a commencé cette concentration aux États-Unis : l'industrie de la volaille. Le poulailler individuel a largement cédé la place à de larges exploitations qui élèvent simultanément plusieurs centaines de milliers de volailles, voire plusieurs millions. Ces exploitations dégagent généralement une marge permettant de payer 0,10 euros de salaire par kilo de volaille produite. On voit donc qu'il faut produire pas moins de 2000 tonnes de volailles pour payer un salaire de base de 20 000 Euros par an.

Aux États-Unis, la concentration est allée beaucoup plus loin, car les 40 plus importants producteurs de porc contrôlent 90 % de la production, et les trois plus importants éleveurs de bœufs vont bientôt générer 50 % de la viande bovine produite aux États-Unis (*High Plains Journal*, 1998).

Le second impact de la concentration est géographique. L'amélioration des transports a permis d'éloigner le lieu de production du lieu de consommation. Ceci est particulièrement vrai aux États-Unis, mais de plus en plus aussi dans la Communauté Économique Européenne, où on assiste à une lente mais sûre spécialisation des régions. Aux États-Unis, ceci a résulté en une concentration de certains animaux dans des régions spécifiques comme la volaille en Pennsylvanie, Maryland, Virginie, Géorgie et Arkansas ; le porc en Iowa et Caroline du Nord ; l'élevage bovin dans l'ouest du Kansas.

Pour l'utilisateur d'armes biologiques, la tendance à la concentration a réduit l'aire géographique de sa cible, augmentant le potentiel de propagation de l'agent infectieux et magnifiant l'impact à partir d'un usage limité de son arme biologique. D'un autre côté, la concentration permet à la défense contre de telles attaques de concentrer ses ressources pour la prévention, la détection des attaques et la restauration d'une situation normale.

### 3.2.1.2 Réduction de la diversité génétique

L'augmentation d'échelle qui accompagne la concentration de l'agriculture est étroitement associée à une diminution de la diversité génétique. Cette diminution est commune aux animaux et aux plantes et est dictée à la fois par l'exigence d'uniformité du produit par le

consommateur et par le désir d'une productivité maximale par le producteur. Aux États-Unis on a vu simplement disparaître les oeufs « bruns » car les poules qui les produisent coûtent plus cher à entretenir que celles qui pondent des oeufs blancs. Dans l'industrie de la volaille et du porc, la réduction de la diversité des races et des variétés d'animaux a engendré une variabilité moindre de la conformation et de la taille des carcasses, facilitant l'automatisation de la préparation du produit final pour le consommateur.

L'avènement des produits commercialement viables issus des biotechnologies a réduit la diversité des marchandises dans le domaine végétal de manière encore plus radicale. Le désir de rendement et de qualité supérieurs, couplé aux technologies actuelles en génétique, ont réduit la diversité de la base génétique. De manière plus dramatique encore l'attitude récemment acquise de transmettre une résistance à certains herbicides aux plantes cultivées a conduit à une quasi-monoculture dans d'immenses plantations de soja et de maïs aux États-Unis (*Science News*, 1997).

La diminution de la diversité génétique est bénéfique pour un utilisateur fortuné d'armes biologiques sophistiquées. Le manque de diversité représente une opportunité unique pour créer un micro-organisme ajusté au matériel génétique connu de la plante-cible. L'universalité de la cible ajoute encore à la difficulté de reconnaître une infection naturelle d'une maladie provoquée.

#### 3.2.1.3 La fusion des industries associées

On a pu remarquer la fusion des fournisseurs et des consommateurs de marchandises agricoles. Un exemple remarquable est la firme Monsanto, qui a fait la transition de la chimie vers la biotechnologie agricole. Ces fusions, dictées par les économies d'échelle, ont renforcé les tendances à la concentration et à la baisse de la diversité génétique en réduisant le nombre de semences et en limitant donc les réserves en semences.

Pour l'utilisateur d'armes biologiques, cette fusion offre une méthode supplémentaire de dissémination ; elle réduit les efforts et les ressources nécessaires à la contamination d'un produit. Un incident unique produirait plus de dommages dans le cadre d'industries fusionnées que dans celui d'entreprises dispersées. De la même manière, les ressources nécessaires à la protection sont moins importantes.

#### 3.2.1.4 L'urbanisation

La tendance à l'urbanisation a dominé la deuxième moitié du XXe siècle. L'agriculture a été chassée loin des centres de population, et cette tendance a été accélérée par des questions

d'esthétique et de danger potentiel de l'agriculture résultant de l'enlèvement des déchets animaliers, de l'utilisation de produits chimiques sur les plantations, et des inconvénients liés aux odeurs et à la poussière.

Les villes ont, de ce fait, une autonomie en nourriture n'excédant pas cinq jours, et cette nourriture doit souvent parcourir des centaines de kilomètres pour parvenir dans notre assiette (Deen, 2000).

L'urbanisation est bénéfique pour l'agriculteur dans la mesure où elle isole ses cultures et ses élevages des sources principales de mouvement international des maladies animales et végétales. Inversement cela éloigne les zones urbaines de leurs sources de provisions. Les perturbations dans l'approvisionnement sont susceptibles d'arriver plus vite, et la restauration d'une situation normale requiert un temps plus long.

Pour l'utilisateur d'armes biologiques, les zones urbaines sont beaucoup plus sensibles à la désorganisation (que l'attaque ait lieu sur les villes ou à la source des aliments, d'ailleurs). La concentration de population augmente les efforts que le gouvernement doit produire pour apaiser la situation de crise. La défense, dans ce genre de situation, en est réduite à des procédures très coûteuses pour assurer la nutrition (et non une nourriture satisfaisante) des populations des zones urbaines touchées.

#### 3.2.1.5 *Mondialisation des échanges*

L'augmentation des distances sur lesquelles les animaux sont transportés de leur lieu de naissance vers celui où ils sont engraisés ou vendus puis vers celui où ils sont abattus favorise et accélère la dissémination des maladies.

De plus, la simple présence d'un agent de maladie redoutée (ou même de sa suggestion) peut avoir des conséquences économiquement désastreuses. Ceci est le point le plus important pour celui qui veut utiliser des armes biologiques. Internationalement, ceci est bien illustré par le nombre de pactes de libre-échange qui retiennent l'existence d'une maladie animale ou végétale comme le motif le plus important de restriction des échanges internationaux de produits animaux ou végétaux. On détaillera les conséquences de ces embargos dans la partie suivante. Le simple fait de prétendre qu'une maladie est présente sur un territoire suffit à créer un certain niveau de désorganisation des échanges. Ceci réduit les ressources requises pour mener avec succès une attaque biologique jusqu'à un niveau à la portée d'un simple individu.

### 3.2.2 La vulnérabilité vis-à-vis de l'arme biologique

#### 3.2.2.1 le bioterrorisme de masse est compliqué

Une des raisons pour lesquelles une attaque bioterroriste sur les populations humaines est difficile est que la fabrication d'une arme biologique efficace est une tâche intimidante. La majorité des agents biologiques antipersonnel qui ont été utilisés comme arme (c'est-à-dire qui ont été militarisés) sont peu contagieux, à l'instar de la maladie du charbon, ce qui nécessite de disséminer une grande quantité de cet agent pour faire un grand nombre de victimes. Le seul moyen efficace d'affecter un grand nombre de personnes simultanément est de diffuser un aérosol respirable. Cependant la préparation d'un tel aérosol constitué de particules d'une taille assez petite pour causer une maladie par inhalation est difficile, et une fois préparé, est hautement dangereux à manipuler (les utilisateurs doivent être vaccinés et suivre un traitement prophylactique d'antibiotiques).

D'autres agents antipersonnel sont contagieux, comme *Yersinia pestis*, l'agent de la peste, mais doivent être largement disséminés pour provoquer des infections massives, car la transmission de l'agent peut être interrompue par un traitement antibiotique. Et comme les micro-organismes comme *Yersinia pestis* ne forment pas de spores hautement résistantes comme ceux du genre *Bacillus*, il est techniquement difficile (et dangereux) d'en préparer un stock important.

La production et la militarisation des virus est encore plus difficile que celle des bactéries, car les technologies nécessaires à leur culture en laboratoire sont plus astreignantes.

Il est cependant possible qu'un virus hautement contagieuse soit introduit efficacement dans un pays par le biais d'un terroriste volontairement infecté qui voyagerait vers le pays ciblé durant la période d'incubation de la maladie. Ceci a déjà été fait plusieurs fois dans les années 1950-1960 dans le but d'infecter les populations d'Indiens du Matto Grosso au Brésil par des spéculateurs qui espéraient ainsi acheter les terres vidées de leurs occupants originels.

Cependant, d'après Wheelis *et al.* (2002), « il est peu probable qu'une attaque conduite selon cette méthode facile sera efficace dans le monde développé, et ce pour n'importe quelle maladie à part la variole. Par conséquent, le niveau d'expertise technique requis pour mettre sur pied une technologie qui provoquerait une destruction massive de vies humaines est impressionnante et probablement au-delà des capacités de la plupart des groupes terroristes (et certainement de nombreux pays) ». On se rappelle les échecs répétés de la secte Aum à réussir leurs attaques au charbon dans le métro de Tokyo. Cependant, la récente affaire de l'anthrax

montre clairement qu'un petit nombre de cas (cinq morts « seulement ») est suffisant pour produire un effet psychologique important sur la population.

#### 3.2.2.2 *L'agroterrorisme de masse est facile*

Malheureusement, les mêmes difficultés n'existent pas pour la majorité des maladies qui seraient efficaces dans le cadre de l'agroterrorisme. Les maladies des animaux et des cultures sont hautement contagieuses et se propagent efficacement à partir d'une source, comme nous pourrions le voir dans l'analyse de la récente épizootie de fièvre aphteuse en Grande-Bretagne. De plus, les humains peuvent manipuler sans danger les agents de ces maladies sans risque d'être infecté, car aucun des pathogènes des plantes et la majorité des pathogènes des animaux ne causent de maladie chez les humains. Ainsi, l'agroterrorisme ne nécessite aucune précaution p

être faite subrepticement à une vente aux enchères ou près des fermes où les animaux sont densément parqués.

Pour les maladies des plantes, le simple fait d'exposer à l'air les champignons en phase de sporulation au vent d'un champ-cible peut suffire, si les conditions météorologiques sont favorables à l'infection. D'après Campbell & Madden (1990), si les pathogènes sont libérés immédiatement avant le début d'une période sèche, peu d'infections sont à craindre, mais si cela est fait au début d'une période de pluie, les pathogènes peuvent causer une épiphytose majeure.

### 3.2.2.3 La dissémination ne nécessite pas de moyens militaires

La facilité technique d'introduire de nombreux pathogènes dans l'agriculture d'un pays rend plus probable le fait que les terroristes ou les criminels disséminent les micro-organismes pathogènes en plusieurs endroits de manière à initier de multiples foyers simultanés. Ceci augmente la probabilité que des sanctions commerciales soient imposées, car cela ébranlerait toute argumentation du pays attaqué selon laquelle les foyers sont localisés et ne mettent pas en péril les pays importateurs. Cela augmente aussi la probabilité de voir les capacités de réponse du pays attaqué dépassées par l'événement et de mener à une extension incontrôlée de la maladie.

Ceci est d'ailleurs la principale différence qu'on observerait entre une attaque agroterroriste et l'introduction naturelle d'une maladie, et cela pose la question de savoir si un système créé pour répondre à l'introduction naturelle d'une maladie peut faire face efficacement à des foyers multiples et soudains.

Dans certaines circonstances, un pathogène peut être introduit efficacement dans un pays sans que les terroristes aient à entrer dans ce pays. C'est le cas évidemment quand des cultures existent de chaque côté d'une frontière : ainsi, des organismes pathogènes peuvent être intentionnellement introduits dans un pays voisin du pays ciblé, avantage potentiel pour le terroriste si la surveillance épidémiologique et les programmes de contrôle sont moins efficaces chez ce voisin. La multiplication de ces pathogènes chez le voisin peut entraîner de grandes épiphytoses, car les spores ne s'arrêtent pas aux frontières...

Les mouvements internationaux d'animaux fournissent d'autres opportunités pour produire un agent anti-animal dans un pays, sans que l'auteur n'ait à franchir la frontière. Par exemple, la très sérieuse épizootie de peste porcine classique que connurent les Pays-Bas en 1997-1998 était due à la désinfection inadéquate d'une cargaison de porcs venant d'Allemagne (Greiser-

Wilke *et al.*, 2000). Cependant, ceci est une voie peu probable pour les attaques agroterroristes, car leur succès dépendrait de l'échec des mesures de quarantaine ou de désinfection.

Le commerce international de matériaux agricoles non-vivants peut aussi permettre l'introduction d'une maladie. Par exemple, les foyers de fièvre aphteuse au Japon en 2000, qui se déclarèrent simultanément en deux endroits très éloignés, sont, d'après les enquêteurs, dus à des livraisons de paille importée de Chine (où la fièvre aphteuse est endémique), et utilisée comme litière pour le bétail japonais (Wheelis *et al.*, 2002). Bien que cet événement particulier apparaisse naturel, il démontre que la contamination délibérée de matériaux tels que de la litière ou du fourrage peut initier des foyers de maladie éloignés et simultanés, rendant l'endiguement de la maladie très difficile.

Les graines utilisées pour ensemercer les cultures ont aussi une certaine vulnérabilité. Beaucoup de pathogènes résident sur les graines, et un grand nombre des graines plantées dans les cultures de l'union Européenne proviennent de l'étranger (Condon, 1997).

N'oublions pas que l'effondrement de l'Union soviétique a engendré

- celui de son programme d'armes biologiques,
- la diminution relative des forces de sécurité qui a entraîné une moindre surveillance des souches virulentes ainsi que du matériel de production et des stocks d'armes,
- la dispersion de son personnel technique et scientifique (10 000 employés au moins) qui peut chercher à exercer ses compétences ailleurs et qui peut-être financièrement séduit par les organisations terroristes ou les « états voyous » ;

en bref, les conditions de l'arrêt des programmes biologiques offensifs soviétiques ont paradoxalement plutôt augmenté que réduit la prolifération globale des armes biologiques.

Les techniques de base permettant de cultiver les micro-organismes de nombreuses maladies sont assez simples (surtout celles qui ne sont pas zoonotiques), les équipements pharmaceutiques et laborantins, aisément adaptables à la production d'agents biologiques, sont déjà accessibles sur les marchés domestiques et internationaux (Dudley & Woodford, 2002). Le coût de développement de sites sophistiqués de production d'armes biologiques à petite échelle est estimé à 10 000 à 10 000 euros, un montant que peuvent se permettre de dépenser des groupes terroristes nationaux possédant déjà les compétences techniques et scientifiques

comme la secte Aum Shinrikyo ou les organisations terroristes internationales largement financées comme Al-Qaeda, Hamas ou Hezbollah.

### **3.2.3 Les motifs des agroterroristes sont nombreux**

Nous pensons d'habitude qu'un terroriste a des motivations idéologiques, qui peuvent éventuellement le pousser à attaquer le secteur agricole. Les dommages économiques potentiels sont tellement grands que ce genre d'attaque devient attrayant, particulièrement parce que c'est facile et sans danger, relativement à d'autres formes d'attaque.

En plus des motivations idéologiques, politiques et religieuses qui expliquent d'habitude le terrorisme, l'agroterrorisme en fournit de nouveaux.

#### **3.2.3.1 Anti-OGM**

Il existe une opposition considérable à l'utilisation croissante des organismes génétiquement modifiés, débutante en France mais largement répandue aux États-Unis : par exemple, 63 % du soja cultivé aux États-Unis ont été génétiquement modifiés (Boham, 2001). De par le monde plus de 50 millions d'hectares sont plantés de plantes génétiquement modifiées, pour la raison qu'elles possèdent une résistance accrue aux pesticides ou aux insectes. Les États-Unis, qui cultivent seuls 70 % de ces plantes génétiquement modifiées (James, 2001) craignent le vandalisme et les destructions des activistes anti-OGM, qui pourraient se tourner un jour vers l'arme biologique pour attaquer les OGM (Greenstone, 2001).

#### **3.2.3.2 Ligues de protection des animaux**

Les groupes qui défendent les droits des animaux sont parfois très radicaux et protestent régulièrement contre le traitement réservé aux animaux d'élevage, et ils pourraient se tourner vers l'agroterrorisme pour empêcher de grandes compagnies agricoles de réaliser des profits grâce à la souffrance animale. Ingrid Newkirk, présidente de People for the Ethical Treatment of Animals, a déclaré qu'elle espérait franchement « que [la fièvre aphteuse] vienne [aux États-Unis]. Cela ne fera du tort qu'à ceux qui tirent profit du fait de donner aux gens des attaques cardiaques et aux animaux une existence comparable à celle d'un camp de concentration. Ce serait bon pour les animaux, bon pour la santé publique, et bon pour l'environnement » (Elsner, 2001).

#### **3.2.3.3 Biocriminalité**

Les attaques prenant pour cible le secteur agricole peuvent aussi être expliquées par l'avidité ; en ce cas, la motivation étant financière et non plus idéologique, il faut classer ce genre d'actes dans la catégorie « biocriminalité » plus que dans celle de l'agroterrorisme.

Les grands changements dans les marchés agricoles et dans les prix de marchandises qui pourraient résulter d'attaques couronnées de succès peuvent suffire à fournir une motivation économique. La manipulation des marchés peut permettre de réaliser des profits substantiels, en sabotant intentionnellement les compagnies agricoles étrangères concurrentes pour récupérer leurs marchés d'exportation perdus.

Par exemple, les épizooties de fièvre aphteuse ont changé la prédominance mondiale dans l'exportation du porc. Une épizootie de fièvre aphteuse en 1982 au Danemark ayant stoppé net ses exportations de porcs vers le Japon, Taïwan récupérera la place momentanément laissée vide par le Danemark et continua à être le principal fournisseur de porcs au Japon même après que le Danemark a été déclaré indemne de fièvre aphteuse. Après l'épizootie de fièvre aphteuse qui toucha à son tour Taïwan en 1997, les États-Unis capturèrent le marché japonais du porc et continuent à fournir au Japon la plupart de son porc importé (FAS, 1997).

Des corporations, des individus, et des groupes appartenant au crime organisé et même des gouvernements nationaux peuvent être attirés par le gain financier très important qui est au moins théoriquement réalisable grâce à l'utilisation judicieuse de maladies animales ou végétales dans le but de manipuler les marchés d'exportation et le prix de marchandises.

#### 3.2.3.4 *La vengeance*

Une autre motivation encore peut-être fournie par le désir de vengeance. Les États-Unis et le programme des Nations Unies pour le contrôle des drogues ont soutenu la recherche et le développement d'agents de maladies végétales visant à détruire les plantations de pavot, coca et cannabis ou à réduire leur rendement (Kleiner, 1999). Ce programme inclut la sélection de souches de champignons virulentes, la production à grande échelle de spores de ces champignons et la réalisation de séries d'essais pour déterminer les moyens les plus efficaces de répandre les spores. Le travail est exactement analogue au programme d'armes biologiques anti-cultures de l'ancien Union Soviétique et des États-Unis pendant la guerre froide, avant que ceux-ci ne signent de la BWC. À cause de pressions politiques et sociales nombreuses, ce programme est arrêté ou fonctionne très peu.

Cependant, si ces largages intentionnels de pathogènes sur les cultures de drogue reprenaient, ils pourraient constituer une incitation puissante pour les cultivateurs de pavot et de coca à se venger en disséminant des agents de maladies dans les cultures des pays soutenant ce programme des Nations unies (Stone, 2001).

### 3.2.3.5 *La grande stratégie*

La grande stratégie représente le niveau le plus élevé de la stratégie. Elle englobe verticalement les niveaux technique, tactique, opérationnel et stratégique (Luttwak, 2002). Mais, comme le général André Beaufre (1965) l'écrit : « l'art de la stratégie est total car il implique [horizontalement] la politique, l'économie, la finance, et la psychologie parmi d'autres choses ».

Quand de plus en plus de citoyens français ou européens ou plus largement occidentaux sont méfiants quant à la sécurité de leur nourriture, de leur eau, de leur agriculture et de leur système de santé en général, alors qu'ils ont certainement accès à la meilleure qualité et la plus grande quantité dans ces domaines, certains ennemis pourraient remarquer notre contradiction interne, qui est une faiblesse exploitable, et qui provient en fait d'un manque de confiance très profondément ancrée dans nos esprits (Hickson, 1999). Un ennemi, désirant limiter la puissance ou la richesse d'un état occidental, ou en tout cas voulant réduire la différence d'avec un pays moins riche ou moins puissant, pourrait tout à fait subvertir totalement la confiance domestique de nos populations occidentales en utilisant l'arme biologique dans le contexte de ce que Hickson (1999) appelle « la stratégie de guerre psychobiologique ». Il explique que cette forme asymétrique de guerre est à classer dans la catégorie des formes indirectes de grande stratégie, appelé stratégie Fabienne, du nom du général romain Quintus Fabius Maximus (mort en 203 av. J.-C.) qui battit Hannibal en évitant le conflit direct, ce qui contraignit le génie militaire du chef africain et sapa l'énergie de ses forces soldatesques. Il est important de comprendre que « la stratégie de Fabius n'était pas seulement d'éviter la bataille pour gagner du temps, mais était calculée pour ces effets sur le moral de l'ennemi, et plus loin encore, pour ses effets sur ses alliés potentiels » (Liddel Hart, 1967), à une époque la poursuite des campagnes militaires était votée en fonction du succès des précédentes batailles frontales (Hanson, 2002).

Liddel Hart nous rappelle que le but de la stratégie n'est pas tant de chercher à gagner la bataille que de chercher à créer une situation stratégique assez avantageuse qui, si elle ne produit pas par elle-même la victoire, sa continuation par la bataille est sûre de mener à la victoire.

Maintenant, pour revenir à ceux qui voudraient utiliser les armes biologiques pour obtenir un effet psychologique, on doit se rappeler que le but de la stratégie est la dislocation et l'effet recherché est la dissolution de l'ennemi ou sa perturbation plus facile pendant la bataille, et de toute façon, un avantage décisif avant la bataille, qui peut être : « menacer ses lignes de communication » ou « menacer ses arrières » ou encore « menacer [ou contaminer] ses

réerves de nourriture » (Liddel Hart, 1967). On voit bien que l'arme biologique est dans son principe tout à fait adapté à ce genre d'opérations.

Gunnar Sandström (2000) évoque les scénarios développés par la Recherche Suédoise sur la Défense, dont l'un d'eux étudie le risque de voir un agent biologique répandu sur le territoire de manière clandestine quelques jours avant le début des hostilités, conduisant à un avantage militaire décisif pour l'ennemi. « Ce scénario, qui pourrait bien sembler attirant pour un ennemi, toucherait lourdement la société civile ».

Mais sans aller jusqu'à une utilisation si ponctuelle de l'arme biologique pendant le conflit armé ou juste avant, on peut redouter qu'un ennemi rusé cherche à employer l'arme biologique contre l'agriculture d'un pays ennemi de manière furtive, assez régulièrement pour miner son économie et faire perdre à la population civile sa confiance en son gouvernement, dans sa nourriture, son système de santé, etc.

Des formes si subtiles de stratégie indirecte dirigée contre ce qu'on appelle des « cibles molles » (*soft targets*) visent à subvertir la confiance la plus intime de la population, de façon à produire, si ce n'est désespoir et désolation, alors au moins la démoralisation et la paralysie stratégique.

### 3.2.3.6 Les accidents

Le bon sens nous rappelle qu'un accident est toujours possible.

Il est prouvé que de nombreuses organisations terroristes ont cherché à se procurer des agents biologiques qu'elles n'avaient pas toujours les moyens de manipuler ou simplement de transporter ou conserver dans les conditions de sécurité qui s'imposent avec ce genre de matériel. Ainsi, Dudley & Woodford (2002) prédisaient que « les épidémies galopantes résultant de la manipulation d'armes biologiques par des terroristes vont probablement survenir par le biais de la libération accidentelle, commise par inadvertance, d'agents virulents de maladies à large spectre dans les pays en développement, à cause de :

- une manipulation incorrecte ou une contention inadéquate dans une usine de production ou sur un site de stockage ;
- un déploiement accidentel au cours d'un transit d'agents ;
- une libération par inadvertance résultant de la destruction d'un site de production ou de stockage (par exemple à tirs de missiles de croisière [arme précise mais aveugle] sur une usine

d'armes chimiques dans un pays menaçant  
tirant 400 missiles Tomahawk sur des sites

### 3.2.3.7 Le terrorisme

Bien que le terrorisme ne soit pas nouveau, il subit un changement fondam

Dans un monde où tout le monde veut « faire la Une », les terroristes vont trouver nécessaire d'augmenter la taille du carnage pour conserver leur visibilité : la publicité est l'oxygène du terrorisme.

Raymond Aron notait, à une époque où le terrorisme était surtout politique, qu'une action violente est dénommée « terroriste » quand ces effets psychologiques sont hors de proportion avec ses résultats purement physiques. En régime totalitaire, le terrorisme tue, et est réprimé, sans avoir produit son effet psychologique. Mais en pays démocratique, les médias ont trop largement tendance à privilégier les actions violentes, de façon disproportionnée par rapport à leur importance politique. La violence s'en trouve, dans une certaine mesure, alimentée (Chailland, 1988).

Il faut donc s'attendre à ce que l'escalade continue et, si elle ne se traduit pas par une augmentation du nombre de victimes humaines, ce sera par des nouveautés dans les moyens d'en faire, ou par une cible d'un choix nouveau. En conséquence, la prochaine étape importante que franchiront les terroristes pourrait tout à fait être l'utilisation réussie de l'arme biologique.

#### 3.2.3.8 *La folie*

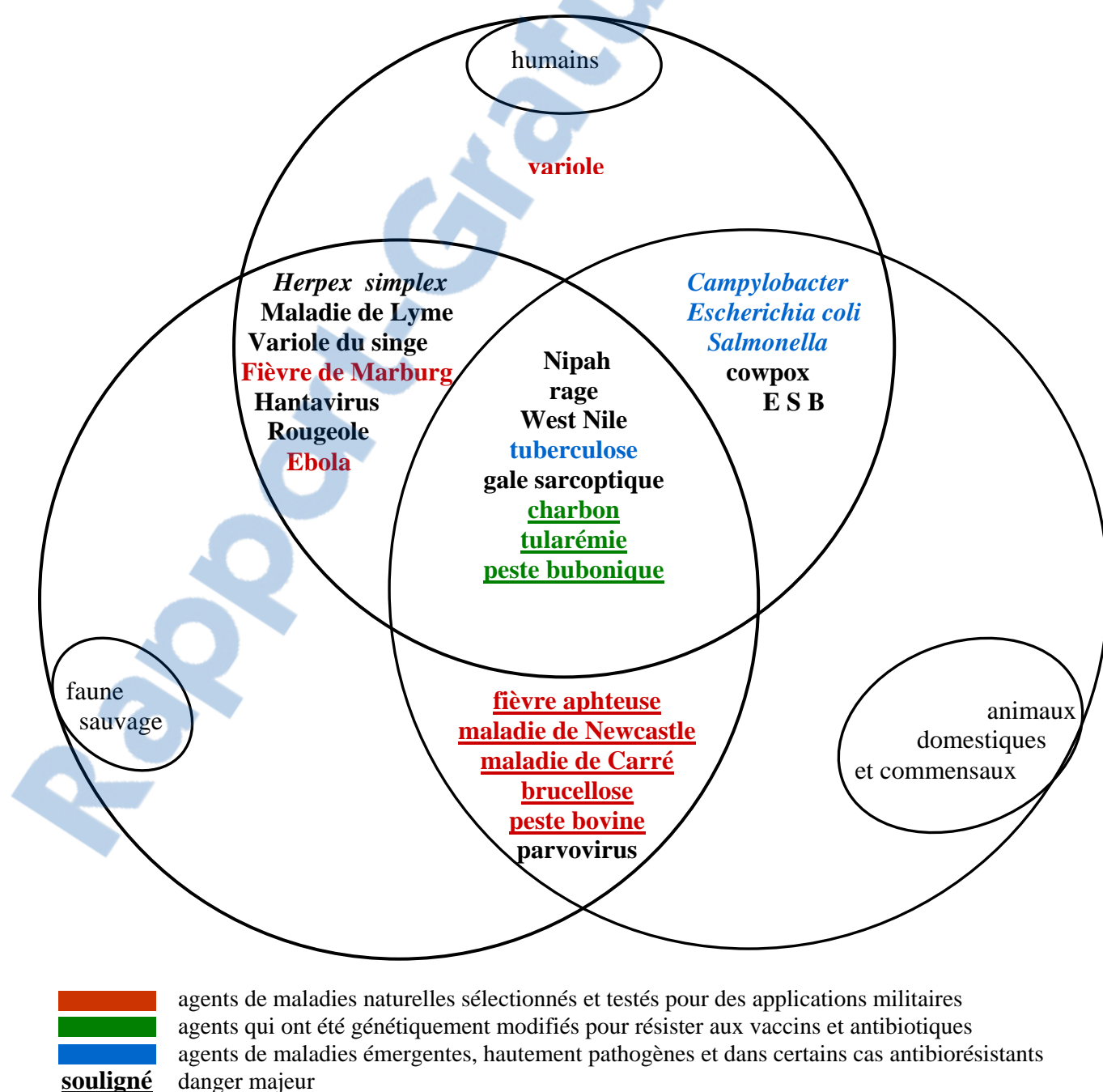
Un simple individu peut constituer une menace importante : un Américain, Larry Wayne Harris, avait essayé d'obtenir des bactéries hautement pathogènes auprès de l'American Type Culture Collection. Après interrogatoire, celui-ci avoua qu'il voulait « créer une arme pour sauver sa partie du monde des changements radicaux »...(Chevrier, 1996).

Internet et les nouveaux moyens de communication en temps réel fournissent un outil important de renforcement psychologique aux fous, déments et autres dérangés, ainsi qu'à tous ceux dans nos sociétés qui abritent les points de vue les plus extrêmes (Probst, 2000). Jusqu'à récemment beaucoup de ces individus pensaient qu'ils étaient seuls au monde à avoir de telles idées d'apocalypse ou de suicide collectif, et leurs sentiments d'isolement les empêchaient de passer à l'acte et de concrétiser leurs pulsions antisociales potentiellement violentes. Sur le réseau mondial, ils trouvent aujourd'hui des personnes qui ont les mêmes vues, qui partagent leurs fantaisies les plus sombres. La communication fournit le renforcement qui consolide leurs résolutions et les pousse à engendrer la pagaille et la terreur.

### 3.2.4 La biodiversité en danger

L'utilisation d'armes biologiques pour perpétrer des actions de sabotage contre des populations animales ou des cultures peut avoir, on l'a vu, de multiples conséquences, et l'une d'elles, trop souvent mésestimée, est le désastre potentiel que peut subir la vie sauvage et les populations animales en voie de disparition (Brown, 1999 ; Daszack *et al.*, 2000). La majorité des armes biologiques disponibles ou étudiées ont un large spectre d'action et sont susceptibles de causer une morbidité ou une mortalité de masse parmi les humains, les animaux domestiques et les animaux sauvages (figure 10).

**Figure 10 :** étiologie des armes biologiques et des maladies émergentes (d'après Dudley & Woodford, 2001)



#### 3.2.4.1 *Il y a cent ans : la peste bovine*

alimenter une armée

m (de la corde de l'

inie (maintenant Éthiopie) pour

Su

#### 3.2.4.3 La situation actuelle augmente ce risque

L'importance du contrôle de ces maladies pour la conservation de la biodiversité et des espèces menacées grandit, mais reste insuffisant (Daszack *et al.*, 2000). Les foyers de maladies provoquées par la libération et la prolifération de virus de la peste bovine ou de bacilles du charbon de qualité militaire pourraient avoir un impact bien plus grand que celui que les exemples historiques que nous avons cité ne peuvent indiquer, compte tenu de la virulence et de la résistance accrues de ses souches cultivées et des moyens accélérés de dispersion des vecteurs de ces maladies ou des matériaux infectieux, par avion ou par véhicule terrestre motorisé. La libération et la prolifération d'agents de la peste bovine ou du charbon de qualité militaire pourrait avoir des conséquences désastreuses pour le bétail domestique et des ongulés sauvages menacés d'extinction dans de nombreuses parties du globe. Une fois établie dans une nouvelle localité, la maladie introduite peut ne pas être reconnue rapidement et peut-être difficile voire impossible à éradiquer. Dans le cas du charbon, le risque de foyers ultérieurs, même après l'éradication de tous les animaux hôtes, peut rester important pendant des décennies voire des siècles : des spores du bacille, viables et infectieuses, ont été retrouvées et cultivées à partir d'ossements d'animaux provenant de sites archéologiques datant de 150 à 250 ans (Dixon *et al.*, 1999).

L'histoire de la peste bovine en Afrique et de la brucellose dans les pays développés (maladies qui ont persisté malgré des efforts concertés d'éradication) démontre clairement la gravité des menaces à long terme de l'utilisation d'armes biologiques pour les populations sauvages.

#### 3.2.4.4 L'éradication des maladies menace la biodiversité

L'épizootie récente de fièvre aphteuse en Grande-Bretagne nous donne un exemple des conséquences de l'introduction de cette maladie dans un pays indemne. Si la fièvre aphteuse, qui peut infecter la plupart des artiodactyles domestiques et sauvages, s'établissait parmi les populations sauvages, les efforts de contrôle de la maladie devraient inclure la destruction de larges populations de cerfs, dont le cerf commun ou élaphe (*Cervus elaphus*), le chevreuil autrefois indigène et réintroduit en Grande-Bretagne (*Capreolus capreolus*), et des populations de quatre autres espèces de cerfs introduites : le cerf d'eau de Chine (*Hydropotes inermis*), le sika (*Cervus nippon*), le muntjac (*Muntiacus reevesi*) et le daim (*Dama dama*). Heureusement, aucun cas de fièvre aphteuse ne s'est apparemment déclaré parmi la population d'ongulés sauvages de Grande-Bretagne pendant cette épizootie.

Un rapport de mars 2001 indique qu'au moins une des races de moutons indigènes en voie de disparition s'est éteinte pendant l'abattage sanitaire nécessité par le contrôle de l'épizootie de

fièvre aphteuse. Le gouvernement du Royaume-Uni a initié un programme d'exemption de l'abattage sanitaire pour quelques races de porcs rares, en prévision de l'importance économique probable de maintenir une certaine biodiversité parmi le troupeau porcin national. La conservation des races de bétail est importante pour le maintien d'une matière première génétique qui permet les adaptations morphologiques et physiologiques qui fournissent une résistance spéciale aux insectes, parasites, maladies, climats, altitudes, radiations solaires et autres facteurs environnementaux (Johnson & Johnson, 1995).

Le large éventail de races qui constituaient autrefois les espèces d'animaux domestiques s'est

réduit, et les races qui existent aujourd'hui sont devenues de plus en plus rares. Les races de porcs qui existent aujourd'hui sont devenues de plus en plus rares. Les races de porcs qui existent aujourd'hui sont devenues de plus en plus rares.

wapitis (*Cervus canadiensis*), de s). D'autres

n t e er

yés pour réduire l'incidence

politique et les menaces de poursuites judiciaires de la part des organisations protégeant les droits des animaux (Animal Protection Institute, 1997).

On a vu toutes les formes différentes que pouvait prendre l'utilisation d'armes biologiques contre l'agriculture en général et les animaux en particulier. Il semble qu'il y ait peu d'espoir d'empêcher toute attaque à l'arme biologique contre les animaux domestiques et la propagation en masse de ces maladies militarisées dans les populations d'animaux sauvages, d'autant plus que cette propagation à la faune sauvage sensible pourrait amplifier et exacerber les effets de l'attaque initiale et créer des situations dans lesquelles l'endiguement et le contrôle de la maladie deviendraient extrêmement difficiles et son éradication totale virtuellement impossible (Daszak *et al.*, 2000).

Les échecs dans la prévention et l'endiguement de ces foyers à venir pourraient entraîner l'érosion de la diversité génétique dans les espèces animales domestiques et sauvages, l'extinction des espèces menacées, ainsi que la destruction des populations autochtones et de leur culture dans les pays en développement.

Voyons maintenant quel est le risque majeur pour les pays à l'agriculture développée comme le sont les pays européens ou les États-Unis.

## **2. La plus grande menace pour la France l'introduction d'un virus hautement contagieux**

### **2.1 L'élevage européen, indemne de nombreuses maladies**

#### **2.1.1 Situation épidémiologique des pays**

Pour ce qui concerne la fièvre aphteuse, les pays européens en sont indemnes. L'Europe de l'Union a arrêté la vaccination préventive contre la fièvre aphteuse en 1991. La frontière avec l'Est est largement ouverte depuis la chute du rideau de fer au début des années 1990. Cependant, la situation dans les pays d'Europe centrale est sensiblement identique à celle des pays d'Europe de l'Ouest : ils ont arrêté la vaccination préventive des bovins en même temps que l'Union Européenne et contrôlent leurs frontières en conformité avec les règles de l'Union Européenne (Leforban, 2002). La situation en Russie et dans la Communauté des États Indépendants (CEI) est différente, car elle a sur ses marches des pays infectés (Turquie, Iran, Républiques d'Asie Centrale, Mongolie, République Populaire de Chine).

Un pays qui est indemne d'une de ces maladies et fait l'effort de le rester afin de conserver ses capacités d'exportations, est d'autant plus vulnérable à l'endroit de cette maladie, car son cheptel n'est pas vacciné.

### **2.1.2 Maladies qui seraient les plus néfastes**

Selon les critères de Wilson *et al.* (2000), les agents choisis seront au moins très contagieux, résistants, disponibles, et non nocifs pour l'utilisateur. Les maladies qui répondent correctement à ces critères sont : la fièvre aphteuse pour tous les artiodactyles (bovins, ovins, caprins, porcins), la peste bovine, les pestes porcines classique et africaine pour les porcs, et la peste aviaire et la maladie de Newcastle pour la volaille.

D'autres publications (Stalheim, 1987 ; Casagrande, 2002) confirment que les maladies qui seraient les plus néfastes sont les maladies virales hautement contagieuses : peste bovine, fièvre aphteuse, peste porcine africaine, peste aviaire, maladies de Newcastle.

Ole Stalheim (1987) note que le charbon, la brucellose, la pleuropneumonie bovine contagieuse et la morve, qui sont des maladies bactériennes, peuvent être choisies par les agroterroristes, mais qu'elles sont beaucoup moins contagieuses que les maladies virales citées précédemment. Rocco Casagrande (2002) place en tête de liste la fièvre aphteuse.

David Franz (1999), qui rappelle qu'on ne peut spéculer que sur la relation qui lie la facilité d'exécution de l'attaque avec la probabilité que cette attaque ait lieu, montre que si une attaque massivement destructrice en vies humaines à peu de chances de se réaliser du fait de sa grande difficulté technique d'exécution, ce n'est pas vrai pour une attaque massivement destructrice des animaux d'élevage, dont l'exécution est facilitée par l'existence de maladies virales très contagieuses.

**Spectre hypothétique des possibilités d'attaque terroriste sur des humains comparant la probabilité de se produire (fondée sur la facilité d'exécution) à l'impact potentiel.** Les canulars ou les attaques ne faisant pas beaucoup de victimes peuvent avoir un impact politique significatif. Une attaque massivement destructrice en vies humaines nécessiterait probablement l'usage d'agents de guerre biologique classique et le soutien d'un Etat, sauf dans le cas de l'emploi d'un virus très contagieux comme celui de la variole. (d'après Franz, 1999)



**Spectre hypothétique des possibilités d'attaque terroriste sur des animaux comparant la probabilité de se produire (fondée sur la facilité d'exécution) à l'impact potentiel.**

Comme pour les agents de maladies humaines, les canulars ou les attaques peuvent avoir un impact politique significatif. L'usage d'agents de maladies très contagieuse pourrait entraîner une épizootie de grande ampleur ayant des conséquences économiques désastreuses, et ceci sans le soutien du programme biologique offensif d'un Etat. (d'après Franz, 1999)

## **2.2 Facteurs de risque supplémentaires avec ce genre de virus**

### **2.2.1 Proximité géographique du virus**

De nombreuses maladies virales sont endémiques dans certains pays du monde. Certaines de ces maladies ont moins de chances que d'autres d'être exportées car leur transmission nécessite un vecteur, tique, mouche ou moustique : c'est le cas de l'encéphalite équine vénézuélienne, de la fièvre de la vallée du Rift, de la peste équine africaine de la peste porcine africaine (OIE, 2001). Ces vecteurs sont dépendants du climat et ne survivent pas forcément dans d'autres régions ; ainsi la peste porcine africaine et la fièvre de la vallée du Rift sont confinés à l'Afrique et au Proche-Orient (Stalheim, 1987).

D'autres maladies en revanche sont endémiques dans des régions beaucoup plus proches de nous et n'ont pas besoin de vecteur pour se propager : c'est le cas par exemple de la fièvre aphteuse, qui est endémique au sud-est de l'Europe (Turquie et Moyen-Orient par exemple) et en Chine continentale (le Japon et Taiwan sont proches mais indemnes). Les échanges fréquents entre pays d'une même région accroissent le risque d'introduction de la maladie : les pays d'Europe du Sud-Est connaissent régulièrement des foyers de fièvre aphteuse (Albanie et Macédoine en 1996, Italie en 1993, Grèce en 1994, 1995, 1996 et 2000) ; ce fut aussi le cas avec la fièvre aphteuse en 2000 au Japon (origine : Chine continentale) et avec la peste porcine classique en 1997 aux Pays-Bas (origine : Allemagne).

### **2.2.2 Facilité de transport du virus**

#### **2.2.2.1 Résistance dans l'environnement**

Les virus et les bactéries, qui se développent et se multiplient rapidement à l'intérieur des tissus organiques, restent particulièrement sensibles aux conditions extérieures. L'oxygène ou les radiations solaires sont particulièrement néfastes à bon nombre d'entre eux qui ne survivent pas plus de quelques dizaines de minutes à l'extérieur.

Certains micro-organismes s'affranchissent des conditions extérieures difficiles en passant d'un individu à l'autre grâce à un vecteur, comme *Yersinia pestis* qui utilise les puces, ou comme les rickettsies responsables du typhus transmis par les tiques ou la fièvre Q et la dengue transmises par les moustiques. D'autres organismes forment des spores comme *Bacillus anthracis* pour survivre longtemps dans l'environnement. Certains micro-organismes enfin possèdent une résistance plus élevée aux conditions extérieures : c'est le cas de

*Francisella tularensis* (tularémie) et du virus de la maladie de Newcastle, mais surtout du virus de la fièvre aphteuse.

Celui-ci peut survivre plusieurs jours à plusieurs semaines sur les vêtements ou le matériel des personnes en contact avec un animal excréteur du virus, et aussi sur sa litière. Il peut survivre plus d'un mois sur le sol humide, si la température est fraîche (Ferguson, Donnelly & Anderson, 2001). Cette caractéristique du virus de la fièvre aphteuse complique la lutte contre la maladie, qui nécessite une désinfection des instruments et des locaux, l'emploi de combinaisons spéciales, et le passage même des véhicules dans une solution désinfectante.

La résistance du virus de la fièvre aphteuse procure un avantage supplémentaire à l'agroterroriste qui n'a pas besoin de matériel de haute technologie pour transporter les virus d'un pays à un autre : il lui suffit d'en imprégner un mouchoir qui passera la frontière dans sa poche, ou même de salir la doublure de ses poches avec les sécrétions d'un animal malade (Casagrande, 2002), et il ne court ainsi aucun risque d'attirer l'attention sur lui en transportant des bouillons de culture ou d'autres matériels douteux.

#### 2.2.2.2 Agents non zoonotiques

Les agents de zoonoses sont souvent redoutés par la population civile, car ils peuvent infecter les animaux d'élevage, qui à leur tour peuvent infecter des humains. Ce risque pour les humains oblige ceux qui veulent manipuler les agents de zoonoses à se protéger efficacement pour ne pas contracter eux-mêmes la maladie, et qui doivent donc porter des combinaisons et des masques, ou confiner l'agent de la maladie dans un matériel adapté (caissons étanches...).

Le virus de la fièvre aphteuse (comme les autres virus cités précédemment : peste bovine, pestes porcines classique et africaine, maladies de Newcastle) n'est pas un agent de zoonose : il peut être manipulé par l'homme sans risque d'infection. La manipulation en devient très aisée : la collecte du virus peut se faire en essuyant le museau d'un animal excréteur avec un mouchoir tenu sans précaution particulière, et l'inoculation à un autre animal peut se faire de la même manière, en frottant son museau avec le même mouchoir, sans risque particulier.

Plus l'acte est facile à réaliser et plus on risque de voir quelqu'un de mal intentionné l'exécuter.

### **2.2.3 Contagiosité du virus**

#### 2.2.3.1 La fièvre aphteuse touche tous les artiodactyles

Un virus très contagieux infectera, une fois introduit dans une ferme, une grande majorité du cheptel. C'est le cas de la fièvre aphteuse, qui, même si elle n'est mortelle que pour 5 % des animaux infectés, les infecte tous, et même tout le bétail de la ferme.

La contagiosité très élevée de ces maladies virales oblige à abattre tous les animaux qui ont été en contact avec un animal excréteur. Les élevages intensifs en sont d'autant plus vulnérables : peu importe si 3 animaux sont malades ou bien 300, la totalité du troupeau sera de toute façon abattue, et cela peut séduire certains.

#### 2.2.3.2 Expression subclinique de la maladie

Parmi les animaux d'un troupeau atteint de fièvre aphteuse, tous n'expriment pas la maladie avec la même intensité. Certains présentent un seul des symptômes de la maladie ou expriment des symptômes avec une très faible intensité. Ces animaux qui expriment la maladie subcliniquement n'en sont pas moins contagieux et excréteurs du virus. Ils peuvent contribuer à l'expansion de l'épizootie de manière furtive, comme c'est vraisemblablement arrivé à Taiwan en 1997, où même après le début des opérations vétérinaires, la maladie s'est répandue par le biais du transport des porcs affectés subcliniquement (Chen, Sung & Shieh, 1999). Les moutons, qui expriment peu la maladie, ont contribué à diffuser furtivement la maladie dans l'épizootie qui a frappé la Grande-Bretagne en 2001.

### **2.2.4 Mouvement des animaux**

#### 2.2.4.1 Temps d'incubation

Ces maladies virales ont un temps d'incubation généralement court, de l'ordre de quelques jours. Pendant ce temps qui sépare l'inoculation du virus de l'expression des premiers symptômes, l'animal infecté, qui semble sain, peut voyager et répandre géographiquement le virus. Ainsi, quand les services vétérinaires annoncent qu'une épizootie vient de se déclarer, la maladie est déjà généralement présente dans plusieurs fermes en même temps.

#### 2.2.4.2 Mouvements internationaux et régionaux

Les transports d'animaux vivants sur de longues distances (entre continents par exemple) sont rares et le temps du trajet permet en général l'expression de la maladie car il est plus long que le temps d'incubation.

Mais la majorité des mouvements d'animaux vivants sont régionaux et durent un jour ou deux au maximum pour des raisons d'entretien des animaux. Des animaux infectés et transitant pendant la période d'incubation sont susceptibles de propager la maladie, sur le trajet et à leur lieu d'arrivée.

La situation la plus catastrophique serait l'introduction d'une maladie hautement contagieuse, et affectant de multiples espèces, sur le lieu d'une foire internationale, comme le Salon de

l'Agriculture de Paris par exemple. La majorité des animaux amenés pour les concours ou les expositions contracteraient la maladie et la ramèneraient dans leur région d'origine, où ils la dissémineraient, avant que l'alerte ne soit donnée. L'épizootie aurait alors de grandes chances de toucher le pays entier, voire le continent (des exposants étrangers viennent présenter leurs animaux et leurs produits dans ces rassemblements). Les espèces principales de l'élevage européen seraient touchées s'il s'agit de la fièvre aphteuse ; les animaux présentant le patrimoine génétique le plus précieux, résultant de la sélection la plus rigoureuse par les éleveurs, seraient voués à un abattage général. La perte de ces animaux constituerait un retour en arrière désespérant pour l'ensemble des éleveurs du pays.

#### 2.2.4.3 Mouvements aléatoires

Certains mouvements d'animaux momentanés et aléatoires aggravent le risque de dispersion de ces maladies.

La transhumance, par exemple, fait transiter les ovins et les caprins vers les alpages chaque année. Ces animaux contaminés peuvent transmettre une maladie comme la fièvre aphteuse à tous les troupeaux qu'ils croisent sur leur chemin.

À l'occasion de certaines fêtes traditionnelles comme la fête musulmane de l'Aïd el-Kebir, des mouvements atypiques et rapides de moutons ont lieu, car la tradition veut que chaque famille sacrifie son mouton elle-même. Il faut rappeler qu'à cette époque les prix des moutons sont nettement surévalués (Chmitelin & Moutou, 2002). À cette occasion, les services vétérinaires sont souvent débordés, et il arrive fréquemment que les animaux soient vendus, transportés, abattus et préparés à la consommation sans aucune inspection par les services vétérinaires. La grande confusion non voulue mais pratiquement inévitable qui a lieu pendant cette fête peut amplifier la dispersion d'un agent contagieux comme le virus de la fièvre aphteuse. Ces fêtes religieuses sont à l'origine de l'introduction du virus en Thrace turque en 1995 et 1996 (Leforban, 2002). Pire encore, il arrive à cette occasion que des moutons soient volés dans des pâtures et transitent en toute illégalité et à l'insu des services vétérinaires, aggravant le risque de propagation de la maladie (source personnelle).

Les mesures communautaires de soutien à l'élevage ont un effet pervers, car, calculant le montant des aides sur la base du nombre de têtes, elles incitent les éleveurs à augmenter les populations animales pour bénéficier des primes (ce fut le cas en Grèce en 1995, et sans doute probablement au Royaume-Uni en 2001, comme ça l'est en Corse). On assiste à des déplacements d'animaux au moment des recensements pour le calcul de ces primes (Leforban, 2002).

#### **2.2.5 Transmission aérienne du virus de la fièvre aphteuse**

Dès la grande épizootie de fièvre aphteuse des années 1967-1968 au Royaume-Uni, la question des voies de transmission du virus s'est imposée. Il est alors apparu que les animaux malades pouvaient excréter par voie respiratoire de véritables aérosols de virus, comparables à ceux produits par des pulvérisateurs, qui pouvait contaminer les animaux sensibles des environs situés sous le vent de ces foyers (Chmitelin & Moutou, 2002). La souche virale et les espèces animales contaminées jouent un rôle déterminant dans la diffusion aérienne du virus.

Pour quantifier ces observations, des expériences faites au laboratoire de l'Institut for Animal Health (IAH) de Pirbright, au Royaume-Uni, ont montré que les porcs pouvaient excréter 1000 fois plus de virus que les ruminants, au moins. L'excrétion maximale intervient en phase préclinique de la maladie chez les ovins, alors qu'elle coïncide avec l'apparition des premiers signes cliniques chez les bovins et les porcins. La probabilité d'affection aérogène varie considérablement selon l'espèce animale. Les bovins y sont les plus sensibles, suivis des ovins ; les porcs y sont très résistants, alors qu'ils sont ceux qui excrètent le plus de virus (Donaldson & Alexandersen, 2002).

C'est ainsi que l'épisode de fièvre aphteuse qui toucha le nord des Côtes d'Armor en 1981, où les porcs étaient concernés, serait à l'origine du transport du virus sur l'île de Jersey, dans le Cotentin et sur l'île de Wight (un seul foyer à chaque fois). En fait, il faut distinguer deux modèles de diffusion aérienne :

- un modèle de diffusion au-dessus de la terre où la zone de prévisions couvre 10 km autour du foyer ;
- un modèle de diffusion au-dessus de la mer où les prévisions peuvent aller jusqu'à 200 km.

D'autres sources indiquent que la dispersion aérienne du virus peut aller jusqu'à 60 km au-dessus de la terre et 250 km au-dessus de l'eau (Gloster *et al.*, 1981).

En 2001, comme l'essentiel des animaux touchés était des petits ruminants (moutons), le modèle a confirmé que le risque de contamination par voie aérienne était négligeable. Un bon contrôle des mouvements d'animaux suffisait pour contenir le risque. Mais au départ de l'épizootie, ce sont des porcs infectés qui ont probablement initié la maladie en diffusant le virus dans l'air et en contaminant des moutons des environs.

Dans le même temps, le laboratoire mondial de référence de l'IAH a conduit quelques expériences sur des animaux infectés expérimentalement avec la souche responsable de l'épizootie de 2001 (sérotypage O, lignée Pan-Asian). Il semble qu'elle diffuse moins bien par voie aérienne que la souche de 1967-1968, ce qui était favorable à la France (Chmitelin & Moutou, 2002).

On comprend la facilité supplémentaire que cette caractéristique de la transmission du virus de la fièvre aphteuse apporte à un agroterroriste : celui-ci n'a même pas besoin d'approcher les animaux qu'il veut infecter dans les pâtures où les étables s'il est capable de pulvériser le virus (un simple vaporisateur ou un atomiseur à parfum suffit) au vent des animaux visés.

## **2.3 Les épizooties récentes, les mesures prises et leurs effets**

Voyons les scénarii possibles lors de l'émergence d'une maladie très contagieuse du bétail dans un pays indemne, en nous appuyant sur l'exemple de la fièvre aphteuse.

### **2.3.1 La fièvre aphteuse en Europe en 2001**

Un foyer de fièvre aphteuse mal contrôlé à son début en février 2001 en Grande-Bretagne a conduit à une épizootie de grande ampleur qui a touché quatre pays européens : Grande-Bretagne, Irlande du Nord, France, Pays-Bas.

#### ***2.3.1.1 Grande-Bretagne***

Indemne de fièvre aphteuse depuis plus de trente ans et isolé par sa situation insulaire, le Royaume Uni représentait, d'après les experts, un faible risque de connaître une introduction de la fièvre aphteuse sur son sol dans les prochaines années (un risque mesuré à 0,2, le risque de la Grèce étant de 6 sur une échelle de 10) (Leforban, 2002).

Cependant, la faiblesse des Services vétérinaires d'Etat de Grande-Bretagne (résultant du démembrement du service public britannique lié aux rigueurs budgétaires) se traduisant par des contrôles insuffisants des élevages et des importations, ainsi que l'utilisation d'eaux grasses et de déchets alimentaires pour nourrir les porcs, constituaient des facteurs favorables à son introduction. On peut aussi penser qu'une maladie absente d'un pays pendant des décennies est plus difficilement repérable par les éleveurs ou les vétérinaires qui ne l'ont jamais vue dans leur exercice (NEVA, 2001).

Ainsi, c'est probablement la nourriture des porcs qui est à l'origine de l'épizootie de fièvre aphteuse qui frappa la Grande-Bretagne en 2001 (DEFRA, 2001), mais c'est aussi la faiblesse de détection des Services vétérinaires qui est responsable de son ampleur.

#### ***Déclenchement de l'épizootie***

L'observation de truies malades dans un abattoir de l'Essex le 19 février 2001 conduisit à la confirmation de cas de fièvre aphteuse le lendemain. Après avoir décrété l'état d'urgence et averti les services vétérinaires des pays voisins, les épidémiologistes identifièrent rapidement l'origine du foyer qui était une unité d'engraissement de porcs qui avait une autorisation pour incorporer des déchets de restauration à l'alimentation des animaux. L'enquête apprit aussi que la maladie avait couru depuis trois semaines sans avoir été signalée, trois semaines durant lesquelles les moutons voisins de ces porcs à l'engraissement avaient été contaminés par voie aérienne probablement (on se rappelle que les porcs excrètent 1000 fois plus de virus que les

ruminants). Ces moutons ayant été transportés sur les marchés d'animaux, pendant l'incubation de leur maladie et avant que celle-ci ait été signalée, signifiait qu'au matin du 20 février le virus était déjà largement répandu sur le territoire. Effectivement, la maladie fut rapidement signalée dans 16 des 23 comtés qui auraient pu être contaminés (Scudamore & Harris, 2002)

### Contrôle de l'épizootie

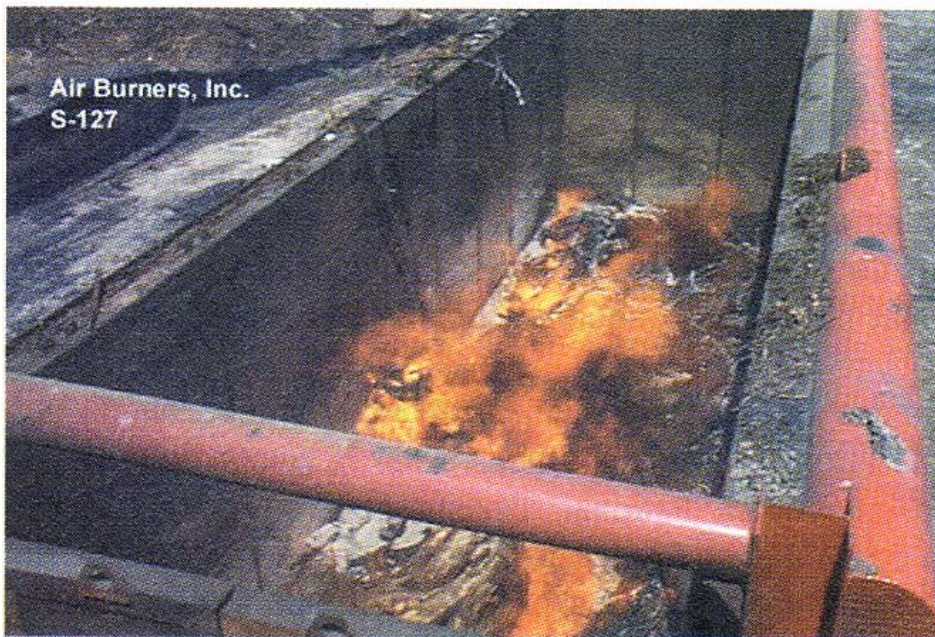
Les responsables britanniques choisirent de contrôler l'épizootie en utilisant l'abattage des élevages contaminés ou exposés à la maladie, sans avoir recours à la vaccination.

Cependant la maladie s'était déjà répandue à un grand nombre d'élevages et sur une superficie immense. Ceci conduisit, pour pouvoir éradiquer la maladie, à l'abattage des animaux des 2026 fermes infectées et à l'abattage de 8000 troupeaux supplémentaires qui avaient été exposés. Au total, 4 millions d'animaux furent abattus dans le but de contrôler la maladie, et 2,5 millions de plus le furent sur des territoires non touchés par la maladie (Scudamore & Harris, 2002).

On n'enregistra plus de nouveau foyer après le 30 septembre 2001, et la Grande-Bretagne retrouva son statut de « pays indemne de fièvre aphteuse non vaccinant » le 22 janvier 2002.

Pour éliminer les 6,5 millions de cadavres d'animaux, les pouvoirs publics ont dû explorer tous les moyens possibles. Les capacités

ement à la ferme entraînait des risques pour les



**Photos 32 et 33 : bûcher mobile avec rideaux filtrant la fumée, péninsule de Cooley, Irlande du Nord, 2001.**

### Discussion sur la méthode de contrôle de l'épizootie

Le choix de ne pas avoir recours à la vaccination a été critiqué par beaucoup, spécialistes ou non, pendant l'épizootie qui toucha la Grande-Bretagne.

Rappelons qu'il existe quatre types de vaccination :

- la vaccination régulière préventive (mais de quels animaux et avec quelles souches virales dans le vaccin ?) qui n'empêche pas complètement l'apparition de la maladie (voir la situation en Europe avant 1991) ;
- la vaccination d'urgence (l'immunité s'installe au bout de huit jours environ avec les nouveaux vaccins très concentrés, 15 à 20 jours avec les vaccins plus anciens) ;
- la vaccination suppressive (tous les animaux vaccinés doivent être abattus le plus rapidement possible ; ceci permet de faire face à des problèmes de logistique quant à la rapidité d'abattage des cheptels contaminés ou exposés ; méthode qui fut utilisée aux Pays-Bas en 2001) ;
- la vaccination dite de sauvegarde (demandée par la Grande-Bretagne mais non pratiquée en 2001 ; vise à sauvegarder un certain patrimoine génétique dans des zones (berceaux de races) où la réglementation prévoit l'abattage de tous les animaux présents dans un rayon de trois kilomètres autour d'un foyer).

Il faut savoir que la technique de vaccination d'urgence (dans des régions ne pratiquant pas la vaccination préventive) ou de revaccination (dans celles qui la pratiquent) permet d'endiguer rapidement les foyers de fièvre aphteuse.

**En Turquie**, par exemple, où l'on vaccine préventivement, un foyer du virus de type O est apparu en **juillet 2001** dans un troupeau de chèvres ; les services turcs ont immédiatement isolé le village et revacciné tous les animaux sensibles, stoppant immédiatement la maladie.

**Au Maghreb**, une large épizootie due au type O a provoqué 165 foyers en Algérie, 10 au Maroc et deux en Tunisie **entre février et avril 1990**. La vaccination en anneau autour des foyers d'abord, étendue ensuite au reste des trois pays, a permis d'enrayer la propagation de la maladie en six semaines, et ce malgré les grandes difficultés apportées par la fête religieuse de l'Aïd el-Kebir.

**En Albanie en mai 1996**, un foyer dû au virus de type A toucha dix villages dans un rayon de 15 km. Ce pays ne vaccinait pas jusque-là. La situation socio-économique et géopolitique de l'époque rendant presque impossible un blocus et un abattage préventif de masse, il fut décidé

d'abattre les animaux infectés et de vacciner en anneau autour et dans la zone affectée, ce qui permit d'éradiquer la maladie en deux mois.

La même technique renouvelée sur l'épizootie de **Macédoine en 1996** qui toucha dix villages permit de maîtriser la propagation de la maladie en moins de trois semaines.

Pour expliquer leur choix de ne pas vacciner, les Britanniques ont avancé plusieurs raisons : des raisons philosophiques et historiques d'abord (le Royaume-Uni n'a jamais vacciné contre la fièvre aphteuse et défend sa position) ; des raisons économiques (la protection des exportations nécessite le maintien du statut de « pays indemne non vaccinant ») ; des raisons logistiques (alors qu'une campagne de vaccination en anneau semble plus simple et facile à réaliser qu'une campagne d'abattage massif des animaux, sans parler de la destruction des carcasses) ; une opposition des commerçants et des consommateurs à la vaccination (alors qu'elle est reconnue sans danger pour le consommateur et que la Grande-Bretagne, comme le reste de l'Europe, importe d'Amérique du sud de la viande de bovins vaccinés) ; enfin, les Britanniques se sont appuyés sur des modèles prédictifs simulés par ordinateur qui indiquaient qu'une vaccination (en anneau ou dans les zones tampons) ne stopperait pas la maladie, au contraire, et que son coût serait plus élevé que la poursuite de la campagne d'abattage (ceci est en contradiction avec les observations faites ailleurs, où la vaccination d'urgence appliquée rapidement a toujours mis fin à la propagation de la maladie) (Ferguson, Donnelly & Anderson, 2001).

En fait, il faut rappeler que la vaccination d'urgence est d'autant plus efficace pour limiter et arrêter la propagation de la maladie qu'elle est appliquée précocement. Le délai et les tergiversations dans la prise de décisions en matière de vaccination n'étaient donc pas de mise dans cette situation (les experts s'interrogeaient encore en août sur l'intérêt d'une vaccination stratégique dans certaines zones, alors qu'ils prédisaient dès le mois de mars que l'épizootie durerait au moins six mois). Il était évident, au vu des modèles informatiques, que l'intérêt de commencer la vaccination en queue d'épidémie devenait discutable (Leforban, 2002).

Quelques foyers de fièvre aphteuse se sont déclarés en Irlande du Nord pendant cette épizootie. Du fait de l'état d'urgence qui avait déjà été décrété grâce notamment à l'alerte donnée par les services vétérinaires d'état de Grande-Bretagne, du faible nombre de foyers et de leur proximité géographique, l'épizootie a vite été contrôlée en Irlande par les seules mesures de protection et d'abattage. Ce sont les mesures qui ont aussi été menées avec succès en France.

### 2.3.1.2 France

Les informations contenues dans cette partie proviennent essentiellement du compte-rendu de Chmitelin & Moutou (2002).

L'alerte a été donnée en France le 21 février 2001 au matin par un contact téléphonique entre les services vétérinaires français et britannique. Après la mise en place d'un embargo immédiat sur les animaux et les produits originaires du Royaume-Uni et la réactivation du plan d'urgence de lutte contre la fièvre aphteuse, il a fallu évaluer le risque d'exposition du cheptel français au virus, en recensant les animaux vivants des espèces sensibles, et leurs produits, introduits en France en provenance du Royaume-Uni, directement ou en transitant par un autre pays, depuis le 1er février, et en vérifiant si ces animaux étaient toujours localisés à leurs points d'arrivée ou s'ils avaient fait l'objet de transactions. L'absence de système d'identification individuelle et généralisée des ovins et d'enregistrement de leurs mouvements a considérablement compliqué la tâche des services vétérinaires français, la fiabilité des informations recueillies ne pouvant être que relative. 31 477 moutons et un seul porc ont été identifiés comme ayant transité entre le Royaume-Uni et la France grâce au réseau vétérinaire informatique ANIMO, qui enregistre tous les mouvements d'animaux entre pays de L'Union Européenne.

### 2.3.1.3 Abattages préventifs et contrôles sérologiques

Il fut décidé au vu de l'évolution de la situation en Grande-Bretagne et du défaut d'expression clinique de la maladie chez les ovins de retrouver, recenser, abattre et détruire tous les animaux importés pendant la période à risque, mais aussi les animaux dits « en contact », c'est-à-dire ceux appartenant aux espèces sensibles ayant pu être en contact avec les animaux importés.

On réalisa également des examens cliniques et des prises de sang sur 10 % des animaux de ces cheptels avant leur euthanasie. Ce chiffre de 10 % devait permettre, au risque d'erreur consenti de 5 %, de trouver des anticorps si la prévalence sérologique était au moins de 10 % dans les cheptels correspondants (ce qui semble possible du fait de la grande contagiosité de la maladie). Il était prévu, après abattage et destruction des animaux, de désinfecter les exploitations. Les bovins des quelques fermes concernées où les deux espèces (ovine et bovine) étaient présentes ont néanmoins été épargnés (la valeur économique des bovins, sensiblement supérieure à celle des ovins d'une part, et surtout l'expression clinique plus forte de la maladie chez cette espèce, autorisant le repérage des animaux infectés, d'autre part, devaient permettre de les conserver en tant qu'animaux sentinelles). La même politique fut



#### 2.3.1.4 Résultats des sérologies et mesures supplémentaires

Au total 57 968 animaux ont été abattus et détruits dans 117 exploitations (dont 43 % d'animaux importés et 50 % de contacts). Sur 5404 prises de sang réalisées les sérologiques étaient négatives dans 111 exploitations et positives dans six autres. Six périmètres de sécurité ont ainsi été instaurés dans cinq départements français. Le premier cas de fièvre aphteuse est précisément apparu dans une de ces zones sous surveillance et contrôle renforcés (foyer1, figure 11).

Quelques jours après l'abattage et la destruction, le 26 février, du cheptel d'un importateur de moutons de la Mayenne dans le cadre des mesures préventives, l'enquête épidémiologique établissait qu'il avait introduit le 16 février des animaux issus d'une ferme anglaise devenue entre-temps le foyer britannique n° 11. Les moutons de ce cheptel (700 animaux dont 400 d'origine britannique) avaient donc été abattus avant que cette information soit connue, mais on prit la précaution d'abattre les deux troupeaux annexes de cet éleveur. Le 12 mars, une première lésion est observée sur la mamelle d'une vache laitière de la ferme immédiatement voisine du cheptel de l'importateur de moutons lors de la traite du matin. Deux animaux présentent des lésions l'après-midi. Le vétérinaire pose la suspicion clinique dans la journée. L'abattage des 114 bovins est décidé avant la confirmation du laboratoire. À ce moment, six vaches laitières présentaient déjà des symptômes.

L'origine de ce foyer peut-être expliquée, même si le délai de 14 jours entre la destruction des moutons importés (26 février) et l'apparition des signes cliniques chez les bovins (12 mars) dépasse la durée habituelle d'incubation. L'enquête épidémiologique a permis de mettre en évidence des mouvements de personnes, d'animaux et de matériel survenus le 6 mars sur l'exploitation de l'importateur de moutons. C'est probablement ce jour là que le virus a diffusé, à cause du grand nombre de personnes (presse, gendarmerie, techniciens) qui observait les opérations de destruction des deux troupeaux annexes de cet importateur.

Un second foyer sera découvert le 23 mars en Seine-et-Marne grâce à l'enquête de gendarmerie qui met en évidence le rôle des marchands d'animaux grâce à des documents commerciaux. Il mènera à l'abattage des 276 animaux de la ferme ainsi qu'à 1265 moutons et dix porcs de la zone de protection établie.

Le bilan des deux foyers français et des mesures préventives associées se chiffre à environ 63 000 animaux éliminés, essentiellement des moutons et principalement en abattage préventif. Le nombre de foyers est inférieur à celui des épizooties précédentes (25 foyers en 1974, 89 en 1979 et 15 en 1981, alors que l'on vaccinait). En nombre d'animaux, il faut penser

que 2001 a concerné essentiellement des ovins (importés) alors que les épisodes précédents ont concerné bovins et porcins (à l'exportation). Les comparaisons sont donc délicates à tous points de vue.

Fin mai, la situation était redevenue normale en France, même si la reprise des exportations restait lente et dépendante du bon vouloir des importateurs, quelles que soient les mesures décidées au niveau national et européen. Cependant, il n'est pas certain que la politique d'abattage préventif ait suffi à endiguer la maladie si le virus était largement répandu comme en Grande-Bretagne, et il aurait peut-être fallu dans ce cas-là utiliser la vaccination en anneau.

#### 2.3.1.5 Pays-Bas

Alors que les Pays-Bas venaient d'élaborer une nouvelle stratégie d'éradication des maladies contagieuses du bétail, tirant les leçons de l'épizootie de peste porcine classique de 1997-1998, les premiers cas de fièvre aphteuse furent signalés en Grande-Bretagne et en France. Dès que la nouvelle fut confirmée les Pays-Bas adoptèrent des mesures préventives, associées à la recherche des animaux sensibles récemment importés de ces deux pays. Le 21 mars 2001, la présence de la fièvre aphteuse était confirmée aux Pays-Bas. La maladie avait été introduite par des veaux qui avaient été infectés, dans un poste de contrôle sanitaire à Mayenne en France, par des moutons contaminés en provenance de Grande-Bretagne.

Au total 26 exploitations ont été atteintes. Tous les animaux sensibles ont été vaccinés d'urgence. Compte-tenu du choix de la vaccination dite qui suppressive, tous les animaux vaccinés devaient être abattus. La vaccination péri-focale de tous les animaux sensibles se trouvant dans un rayon de deux kilomètres autour des troupeaux infectés est devenue la procédure normale. Toutefois, dans le Noord-Veluwe, la vaccination s'est étendue sur une zone plus vaste. La dernière exploitation a été reconnue contaminée le 22 avril 2001. La vaccination d'urgence a permis de maîtriser rapidement cet épisode de fièvre aphteuse. Le dernier animal vacciné a été abattu le 25 mai 2001 (Pluimers *et al.*, 2002).

Peu convaincus du bien-fondé de l'abattage de leurs animaux vaccinés sains, de nombreux éleveurs ont tenté, en vain, de s'opposer à cette mesure. Les responsables politiques et l'opinion publique seront désormais radicalement opposés à l'abattage à grande échelle des animaux vaccinés en cas de nouveau foyer de fièvre aphteuse. On peut craindre que les mesures d'abattage pris

Pour conclure sur les méthodes appliquées pour lutter contre la fièvre aphteuse, on peut dire que l'absence de vaccination préventive, associée à la mise en oeuvre de mesures d'urgence en cas d'introduction, doit rester la politique de lutte en Europe. L'abattage des troupeaux infectés ou à risque doit rester le premier outil pour lutter contre la fièvre aphteuse (ainsi que contre d'autres maladies contagieuses comme les pestes porcines) quand elle est détectée rapidement. La vaccination d'urgence doit être considérée comme une deuxième ligne de défense lorsque la maladie ne peut pas être contrôlée par les seules mesures d'abattage (Leforban, 2002). La décision de vacciner doit en tout état de cause être prise très rapidement.

De nouvelles méthodes de différenciation des animaux vaccinés des animaux infectés (test 3ABC développé par un groupe de recherches de la commission européenne pour la lutte contre la fièvre aphteuse, EUFMD) devraient prochainement permettre de lever les obstacles à l'utilisation systématique du vaccin comme outil pour lutter contre la maladie à fin de ne pas pénaliser le commerce des pays exportateurs qui ont recours à la vaccination.

D'après Leforban (2002), le retour à la vaccination préventive ne se justifierait en Europe que dans certaines circonstances particulières : aggravation du statut de la fièvre aphteuse dans les pays limitrophes ou menace agroterroriste.

## **2.4 Estimation du coût des épizooties**

### **2.4.1 Les modèles prédictifs**

Les modélisations par ordinateur sont beaucoup utilisées par les experts à qui se présentent différentes possibilités pour venir à bout des épizooties. Ceux-ci sont en effet « sommés » de trouver des solutions les plus rapides et ayant les conséquences sociales les moins graves, mais surtout de trouver la solution **la moins onéreuse**.

Les modèles comme celui développé par Meuwissen *et al.* (1999) nommé « EpiLoss » pour l'épisode de peste porcine classique qui a touché les Pays-Bas en 1997-1998 (mais qui est applicable dans d'autres pays et pour d'autres maladies) intègrent les différents étages de la chaîne de production de l'éleveur au gouvernement en passant par tous les participants comme les abattoirs, les industries de conditionnement, les fabricants de pâtée pour cochons, etc.

Certains aspects sont en effet souvent oubliés lors d'urgence zoosanitaire, comme l'abattage d'animaux bien portants mais qui, du fait de l'arrêt de toute activité, de la paralysie de tout mouvement d'animaux, ne pourraient recevoir ni nourriture ni soins ; ou encore le chômage technique des employés des abattoirs ou des éleveurs à qui on interdit de reprendre l'activité d'élevage avant la sécurisation de la zone, etc. (tableau 3).

**Tableau 3 : mesures de contrôle et leurs implications (d'après Meuwissen *et al*, 1999).**

mesures de contrôle	implications
<i>mesures obligatoires</i>	
éradication	le troupeau est détruit, les bâtiments restent vides jusqu'à autorisation de repeuplement
paralyse des mouvements	aucun transport d'animaux ou d'approvisionnement
abattage préventif	le troupeau est détruit, les bâtiments restent vides jusqu'à autorisation de repeuplement
<i>mesures additionnelles</i>	
abattage d'animaux sains	les animaux concernés sont abattus
interdiction de naissance	interdiction d'inséminer les truies
aire d'activité restreinte	mouvement d'animaux réduits, repeuplement autorisé

**Figures 12 et 13 : cartes montrant à gauche l'étendue maximale de l'épizootie en Grande Bretagne en 2001 avec les zones infectées en jaune, et à droite l'étendue maximale prévue par la modélisation InterSpread le 23 avril.**



Ces types de modèles informatiques sont très utiles pour orienter les décideurs dans la lutte contre les maladies contagieuses du bétail. Cependant ils n'intègrent pas les pertes des industries non liées à la filière agroalimentaire qui parfois s'ajoutent au coût de la lutte ; ils sont également parfois dépassés quand la situation de l'épizootie évolue différemment des prévisions (figures 12 et 13).

#### **2.4.2 Coûts directs**

Entre mars et juillet 1997, Taiwan connut une épizootie dévastatrice de fièvre aphteuse (sérotypage O) parmi ses élevages de porc (Donaldson, 1997).

Il semble que la source de l'infection réside dans l'incorporation d'ingrédients de source incertaine à une pâtée alimentaire non cuite (Yang *et al.*, 1999).

Une politique d'abattage de tous les porcs des fermes infectées et de vaccination des porcs des fermes à haut risque fut adoptée immédiatement après la confirmation de la maladie. Cependant, le gouvernement taiwanais ne réussit pas à fermer les marchés de vente aux enchères, qui représentaient le plus grand moyen de propagation du virus ; ses moyens pour abattre et éliminer les porcs infectés étaient insuffisants, de même que le nombre de vaccins disponibles. Ce ne fut qu'au bout de la neuvième semaine d'épizootie, une fois que tous les porcs avaient reçu une double vaccination (première injection et rappel un mois après) et les autres espèces sensibles une vaccination, que la maladie recula. On décida alors de n'abattre que les porcs présentant des signes cliniques (Chen, Sung & Shieh, 1999). À l'issue de l'épizootie, les porcs ayant présenté des signes cliniques représentaient 21,7 % des porcs ayant été abattus. Au total, 6174 fermes (figure 14) furent infectées et plus de 4 millions de porcs moururent (180 000 de la maladie et 3,85 millions abattus), ce qui représente 37,7 % des porcs du pays (Yang *et al.*, 1999).

**Figure 14 : distribution des foyers de fièvre aphteuse à Taiwan en 1997. un point par ferme infectée**

Étonnamment, la souche de virus responsable de cette épizootie semble s'être adaptée aux porcs, dans le sens où aucun cas de fièvre aphteuse ne fut observé sur les ruminants, même ceux vivant sur les lieux d'une ferme d'élevage porcin infectée (Dunn & Donaldson, 1997).

Le recul que nous avons sur cette épizootie (par rapport à celle que connut l'Europe récemment) nous permet d'appréhender le coût total d'un épisode de fièvre aphteuse mal contrôlé à son début, survenant dans un pays « indemne de fièvre aphteuse non vaccinant », statut comparable aux pays européens. De plus, la question du coût d'une épizootie doit être abordée différemment si le pays considéré est un pays exportateur d'animaux ou pas. En effet, les efforts développés pour garder un statut de pays non vaccinant n'ont d'intérêt que dans la perspective d'obtenir une contrepartie financière grâce à l'exportation des animaux et produits dérivés (en effet, une fois les animaux vaccinés, il est difficile de différencier les anticorps issus de la vaccination de ceux qui auraient été développés après une infection par le virus de la fièvre aphteuse ; comme une absence totale de risque n'est jamais démontrable, le pays vaccinant prend le risque de ne plus pouvoir exporter, car en matière d'économie, le choix final reste celui de l'acheteur).

C'est le cas de Taiwan, dont 40 % de la production porcine était destinée à l'exportation vers le Japon, et qui était indemne de fièvre aphteuse depuis 68 ans. Les coûts financiers directs de la fièvre aphteuse à Taiwan sont répartis ainsi que le montre le tableau 4.

**Tableau 4 : coûts financiers directs de l'éradication de la fièvre aphteuse à Taiwan en 1997**

domaine	Millions de \$	% du total
indemnisation des porcs abattus	187,5	49,5
coût des vaccins	13,6	3,6
destruction des carcasses et mesures environnementales	24,6	6,5
frais divers*	27,9	7,4
perte de valeur marchande	125,0	33,0
<b>total</b>	<b>378,6</b>	<b>100,0</b>

\*frais divers : désinfectants, seringues, gants, bottes, bulldozers, matériel d'électrocution et de transport des carcasses, chaux, etc.(d'après Yang *et al*, 1999).

Le coût d'achat des 21 millions de doses de vaccins est faible par rapport au total des frais (3,6 %).

La perte de valeur marchande due à la chute des prix du porc (de 70 % dès la première semaine de l'épizootie, due à l'arrêt de l'exportation qui entraîna immédiatement un surplus de 40 % de viande de porc sur le marché intérieur) représenteront 30 % du total, et l'indemnisation des porcs abattus presque 50 %. Parmi les méthodes d'élimination des carcasses, l'enfouissement massif était la moins onéreuse (80 % des carcasses ont été éliminées de cette manière, ce qui n'a coûté que 32,5 % des frais d'élimination), par rapport à d'autres méthodes comme l'incinération par exemple (20 fois plus chère) (Yang *et al.*, 1999).

La méthode de lutte qui consiste à n'utiliser que l'abattage (et pas la vaccination) ne vaut que dans l'optique de conservation du statut « indemne de fièvre aphteuse sans vaccination », de manière à conserver un marché d'exportation. Or le marché du porc vers le Japon fut perdu par Taiwan à l'occasion de cette épizootie, ce qui représente une perte supplémentaire de 1,6 milliards de dollars la première année (à rajouter à la facture des frais directs) pour l'industrie taiwanaise du porc, facture principalement supportée par 0 0 12 310.90

rt, entraînant la perte de 65 000 emplois.

le Royaume-Uni et  
quelques autres pays de l'Union Européenne risque au final de surpasser le coût de toutes les  
é r  
le Royaume-Uni dans la décennie 1990 (4,2 ds de dollars).

La perte d'exportation d t de bétail due à l'épizo p ande-  
Bretagne en dollars par jour. Au 15 octobre 2001, à la fin de  
l' ttus et détruits da s régions  
touchées, ce qui repré ût direct d'environ 7,5 milliards de dollars rien que pour  
l'abattage et l'él mpson *et al.*, 2002)

indirects associ de l'économie  
'appartenant pas l'agriculture. Les pertes dans l'industrie du tourisme engendrées par les  
strinctions de mouvement (de nombreux chemins et routes étaient bloqués) dans les zones  
touchées étaient estimées au 14 mars 2001 à 350 millions de dollars par semaine, soit 25 fois  
plus que les pertes directes subies par l'agriculture (14 millions de dollars par semaine).

Les médias anglais sont en partie responsables de la mauvaise publicité qu'ils ont faite à la campagne anglaise et au pays entier (le « facteur CNN ») en surmédiant l'hystérie liée à la fièvre aphteuse et en diffusant en boucle les images des charniers de carcasses d'animaux. Les annulations de réservations de voyages touristiques ont sévèrement touché l'ensemble de l'industrie du tourisme au Royaume-Uni, avec des pertes estimées dès le 14 mars à plus de 4 milliards de dollars, et n'ayant pas fini de grimper (Dudley & Woodford, 2001).

L'OIE (2001) estime que les pertes directes et indirectes de l'économie britannique associées à l'épisode de fièvre aphteuse en 2001 atteindra 12 à 14 milliards de dollars.

De la même manière, Taiwan, qui a vacciné massivement en 1997 pour empêcher l'abattage de la totalité de son cheptel porcin a du mal à retrouver son statut de « pays indemne non vaccinant ». Ainsi, les pertes totales subies par l'économie taiwanaise (c'est-à-dire le coût des mesures sanitaires de 1997 *plus* les pertes d'exportation de porc depuis 1997 *plus* les pertes des industries associées) sont estimées à près de 15 milliards de dollars (Pearson, 2001).

Et les autres pays développés ne sont pas moins pessimistes : ainsi, les États-Unis, qui exportent pour 41 milliards de dollars de boeuf, 19 milliards de dollars de produits laitiers et 14 milliards de dollars de porc chaque année pourraient perdre beaucoup en cas d'épizootie de fièvre aphteuse. Une étude simulant une épizootie de fièvre aphteuse limitée à la Californie et éradiquée en cinq à douze semaines concluait que les pertes atteindraient 6 à 13 milliards de dollars (Wheelis, Casagrande & Madden, 2002).

Une étude australienne récente a montré qu'une épizootie qui durerait six mois entraîneraient une baisse d'environ 0,6 % (3,5 milliards de dollars australiens) du produit intérieur brut réel, tandis que l'emploi reculerait de 0,8 % (ce qui ne veut pas exactement dire que le chômage monterait de 0,8 %...) ; par ailleurs la devise nationale accuserait une dépréciation de 3 % la première année (Garner, Fisher & Murray, 2002).

La majeure partie des pertes provient de la perte des marchés d'exportation ; en effet, les mesures sanitaires ne durent qu'un temps (quelques semaines à quelques mois), mais l'embargo sur les animaux et leurs produits peuvent perdurer pendant plusieurs années et s'étendre à des animaux ou des produits non susceptibles de transporter la maladie : « viande de volaille, poissons, voire céréales... » (Chmitelin & Moutou, 2002). Même à l'issue de l'épizootie, et quand bien même le pays retrouve son statut de « pays indemne non vaccinant », la reprise des exportations reste lente et dépendante du bon vouloir des importateurs.

Ce statut est un statut privilégié qui permet aux pays exportateurs qui en bénéficient de conquérir les marchés des pays importateurs de viande. Mais un pays ayant développé de fortes exportations dans le domaine agroalimentaire est aussi plus fragile face aux conséquences d'une telle maladie que des pays importateurs.

Nuançons toutefois ce jugement : le développement de nouveaux tests sérologiques permettant de différencier les animaux vaccinés des animaux infectés permettraient de protéger les exportations des pays ne vaccinant pas préventivement mais pratiquant la vaccination d'urgence ou suppressive pour contrôler des foyers de maladies contagieuses du bétail.

Cependant, dans le contexte de la guerre économique inter-états ou entre compagnies agroalimentaires étrangères, aussi bien que dans le cadre de l'agroterrorisme visant à niveler les différences entre pays riches et pays pauvres par l'usage de la guerre asymétrique, on peut penser que certains seront tentés d'introduire dans nos élevages des virus de maladies très contagieuses du bétail.

### **3. Moyens de lutte**

De la même manière que l'armée aide les moyens civils à l'occasion d'une catastrophe naturelle, le dispositif mis en place pour lutter contre les attaques agroterroristes doit pouvoir faire face à une épizootie d'origine naturelle (Chyba, 2001).

#### **3.1 Empêcher les attaques biologiques**

##### **3.1.1 Législation**

###### **3.1.1.1 BWC**

La convention sur les armes biologiques (Biological Weapons Convention) initiée en 1972 a été acceptée comme une avancée majeure par la majorité, dans le sens où elle condamne l'utilisation d'une catégorie entière d'armes de guerre, les armes biologiques (regroupant les agents biologiques et les toxines qui en sont extraites). L'article I de la convention interdit « le

développement, la production et le stockage d'agents biologiques ou de toxines dans des quantités ou d'une qualité qui n'ont pas de justification pour un usage prophylactique, protecteur et autres buts pacifiques, mais aussi les armes, équipements ou moyens de livraison conçus pour utiliser ces agents ou toxines dans un but hostile ou dans un conflit armé ».

Force est de constater son échec relatif. Rappelons que :

- l'ancienne Union Soviétique, un des pays initiateurs de la Convention, a poursuivi après sa ratification un programme d'armement biologique offensif qui a surpris, lors de sa découverte, les imaginations les plus débordantes et les plus noires ;
- l'Irak a réussi à poursuivre le développement et le stockage d'armes biologiques après 1991, alors même qu'il faisait l'objet d'une surveillance de premier ordre, sans restriction d'accès sur le terrain, par les équipes de l'UNSCOM ;
- aujourd'hui, le nombre de pays ayant (ou étant soupçonné d'avoir) une capacité offensive biologique a doublé depuis 1975 (Kadlec *et al.*, 1997) ;
- certains pays, les États-Unis en premier plan, dénoncent l'échec de la Convention et se disent prêts à la quitter, arguant notamment que la transparence des installations de biodéfense et des laboratoires pharmaceutiques exigée par la Convention mettent en danger la sécurité du territoire en indiquant aux ennemis potentiels (États ou groupes terroristes) leurs faiblesses, et menace la propriété intellectuelle commerciale.

Malgré ces réserves sur la Convention, il faut continuer à la respecter scrupuleusement. On ne peut espérer construire un consensus moral sur la question des armes biologiques si on ne vient pas à la barre avec les mains propres (Lederberg, 1997).

Heureusement, un certain nombre de spécialistes et d'experts croient encore à l'utilité de la Convention, et plaident pour une adaptation de ses moyens et de ses fins. Certains d'entre eux estiment que la Convention doit se concentrer sur les investigations épidémiologiques qui font suite aux allégations d'usage d'armes biologiques et aux foyers suspects de maladies. Pour caractériser de tels foyers, on a désigné un certain nombre de critères (Kadlec *et al.*, 1997) :

- maladie ou souche non- endémique ;
- résistance nouvelle aux antibiotiques ou vaccins ;
- présentation clinique atypique ;
- distribution géographique et/ou temporelle contradictoire ;

- autres éléments contradictoires : nombre de cas, taux de mortalité et de morbidité, déviance du bruit de fond de la maladie, etc.

Avec ce genre d'investigations menées par des experts impartiaux des Nations Unies ayant la possibilité d'enquêter sur place, les pays proliférants seraient confrontés à un réel potentiel d'être démasqués si un accident du type de celui de Sverdlovsk se reproduisait, ou s'ils faisaient l'usage d'armes biologiques. Ceci constituerait une dissuasion importante contre l'usage et surtout contre le développement de telles armes.

Dans le cas d'une attaque menée par un État rival dans le but d'obtenir un avantage économique, la meilleure dissuasion serait de menacer d'embargo économique le pays qui utilise l'arme biologique (Casagrande, 2002). Il est important, pour que ces mesures soient suffisamment dissuasives, que l'ensemble des pays voulant se préserver contre les attaques sur leur secteur agricole soient liées par un traité les engageant à être solidaires dans l'embargo contre le pays agresseur, de manière à ce que l'avantage économique pouvant être obtenu par l'attaque biologique paraisse dérisoire en comparaison aux restrictions liées à un embargo général de toutes les parties liées par le traité.

### *3.1.1.2 Législation commerciale*

Dans la supposition d'un 21<sup>ème</sup> siècle dominé par la « guerre économique », on doit s'attendre à voir certaines firmes agroalimentaires utiliser l'arme biologique pour affaiblir les compagnies étrangères concurrentes et conquérir des marchés.

De la même manière que dans l'hypothèse d'une attaque menée par un État, si l'attaque est réalisée par une compagnie indépendante de l'État dans lequel elle réside, un traité liant les grandes compagnies du secteur agricole devrait stipuler que cette compagnie utilisant l'arme biologique pour obtenir un avantage compétitif sera bannie des échanges commerciaux avec toutes les autres parties du traité (Casagrande, 2002).

L'Organisation Mondiale du Commerce doit donc se doter d'un arsenal législatif adapté, composé de sanctions commerciales, visant à dissuader de l'utilisation des armes biologiques et à en punir l'usage avéré. La première difficulté dans un tel contexte sera assurément, encore une fois, de découvrir que les épizooties sont d'origine intentionnelle, car les compagnies qui voudraient faire usage de ces armes le feront certainement de manière furtive pour échapper aux sanctions. Encore une fois, seule une investigation épidémiologique poussée et menée par des équipes assermentées et impartiales (de l'OIE par exemple) permettra de déterminer l'origine intentionnelle ou accidentelle des foyers de maladie contagieuse du bétail.

### 3.1.1.3 Prohibition de l'agroterrorisme

La loi punit beaucoup plus sévèrement l'atteinte aux personnes que l'atteinte à leurs biens. Or les animaux sont considérés comme des biens par le droit français et européen. Cela peut constituer un attrait pour un individu qui veut infliger des pertes coûteuses à l'agriculture d'un pays sans risquer de lourdes peines. Même si cet individu est capturé après avoir commis son acte, il sera dans l'impossibilité physique de rembourser le coup une épizootie majeure qui se chiffre en millions voir en milliards d'Euros ; et la peine d'emprisonnement, généralement peu élevée dans le cas d'une atteinte aux biens privés, ne semble pas être très dissuasive.

L'emploi d'armes de destruction massive à l'occasion d'un acte bioterroriste est généralement un facteur aggravant aux yeux de la justice. Cependant une attaque sur des biens agricoles à l'aide d'une arme biologique a peu de chance être appréciée en tant qu'« acte terroriste à l'aide d'armes de destruction massive ».

On ne peut évidemment poursuivre un individu qu'une fois l'acte agroterroriste commis. Mais on voit bien que punir le responsable signifie peu de choses en comparaison à la dévastation d'un secteur industriel comme l'agriculture. Plus encore, au vu de la nature différée de l'agroterrorisme (due au temps d'incubation de la maladie), l'auteur a une opportunité considérable pour fuir avant la détection de son acte et son appréhension.

Si la loi qui interdit l'utilisation d'armes biologiques n'est pas assez dissuasive et que même son application ne peut pas réparer les dommages subis, alors il semblerait nécessaire de contrôler la **possession** de ces armes (les souches hautement dangereuses pour les animaux ou les plantes), sans considération de l'intention ou pas de s'en servir, comme c'est déjà le cas pour de nombreuses armes à feu. La comparaison peut surprendre mais n'importe qui s'étonnerait que l'on puisse posséder ou acquérir des armes de guerre en état de marche. Ainsi, seuls les industries ou laboratoires autorisés pourraient posséder et travailler sur des sources de micro-organismes pathogènes.

### **3.1.2 Renseignement**

Même les lois qui interdisent la possession de souches de micro-organismes pathogènes peuvent être insuffisantes pour empêcher un agroterroriste d'infliger des dégâts catastrophiques. En effet, pour des terroristes potentiels qui, soit croient pouvoir échapper à la police, soit acceptent la punition (certains la recherchent même pour accéder au statut de martyr), la valeur dissuasive de la punition est insignifiante.

C'est pour cela que les services de police ou de gendarmeries ont des pouvoirs supplémentaires pour appréhender, fouiller, interroger les individus soupçonnés d'entretenir un lien avec le terrorisme. Ces soupçons reposent en général sur la connaissance de groupes identifiés ayant des idées hostiles à la politique française ou occidentale. Nos lois reflètent l'opinion selon laquelle dépister les groupes qui abritent ces idées est la meilleure façon d'empêcher une attaque.

Cependant, de nombreux experts pensent qu'un acte de terrorisme, et encore plus d'agroterrorisme, a peu de probabilité d'être entrepris par un groupe politique organisé (Wilson *et al.*, 2000). La nature même de l'agroterrorisme, qui nécessite peu de moyens (peu d'argent, peu de soutien et peu de compétences techniques) le rend moins facilement détectable par les services compétents.

Toutes ces mesures sont nécessaires mais sûrement insuffisantes pour dissuader les États, les groupes terroristes ou les compagnies agroalimentaires d'utiliser l'arme biologique contre les animaux d'élevage. Il est essentiel d'accepter la réalité que nous ne serons pas capables d'empêcher tout acte agroterroriste (Simon, 1997). Il est donc indispensable de mettre en place de mesures destinées à minimiser les effets de tels actes.

## **3.2 Minimiser les effets des attaques biologiques**

### **3.2.1 Contre-mesures**

#### ***3.2.1.1 Améliorer les vaccins et les tests diagnostics***

La recherche doit continuer et apporter de nouveaux outils pour gérer les urgences zoosanitaires. Un des moyens d'endiguer la propagation d'une maladie contagieuse est, on l'a vu, la vaccination en anneau. Cependant, les vaccins utilisés jusqu'à aujourd'hui n'apportent une immunité suffisante aux animaux que deux à trois semaines après l'injection. De nouveaux vaccins très concentrés et possédant des adjuvants adaptés devraient pouvoir protéger les animaux une semaine après l'injection, ce qui accélérerait le processus de contrôle de la maladie.

Une des craintes des équipes d'urgences et la possibilité qu'un animal vacciné puisse être porteur sain du virus mais aussi excréteur du virus, et donc que cet animal continue à propager la maladie. Même si on n'a pas démontré que ces porteurs vaccinés peuvent transmettre le

virus de la fièvre aphteuse par exemple, la crainte des services vétérinaires est légitime. Les recherches doivent continuer et fournir aux vétérinaires les moyens adaptés à la gestion d'urgences zoosanitaires.

Après la gestion de ces urgences, il est nécessaire d'avoir un système de retour à la normale (Torres, David & Bowmann, 2002). Si la vaccination a été utilisée pour faire face aux urgences, il faut pouvoir différencier les animaux ayant été vaccinés de ceux ayant été infectés, car dans les deux cas les animaux possèdent des anticorps. Il est donc difficile de prouver aux pays importateurs de ces animaux qu'ils n'ont pas été malades.

Il existe depuis peu un test sérologique, nommé 3ABC-ELISA basé sur la recherche d'anticorps à protéines non-structurales du virus. Ce test très spécifique (99,5 %) et tout à fait sensible (100 %), bon marché et fonctionnant pour tous les sérotypes de virus de la fièvre aphteuse, permet de différencier jusqu'à un an après l'infection les animaux ayant été réellement contaminés de ceux ayant seulement été vaccinés contre la fièvre aphteuse (de Diego *et al.*, 1997 ; Sorensen *et al.*, 1998 ; Mackay *et al.*, 1998 ; Shen *et al.*, 1999).

#### 3.2.1.2 Développer les systèmes de détection

Devant la menace invisible d'une contamination de la nourriture des animaux ou de l'air qu'ils respirent, il faut développer des systèmes de détection rapides, faciles à utiliser et bon marché. Il peut paraître impossible de contrôler en permanence la qualité microbiologique de la nourriture ou de l'air, cependant des outils existent déjà.

#### Nourriture

Il faut savoir que tous les camions-citernes qui transportent le lait des élevages laitiers aux coopératives et aux industries fromagères sont testés pour vérifier l'absence de résidus de certains antibiotiques (les beta-lactamines) utilisés dans le traitement des infections chez les vaches laitières. En effet la présence de beta-lactamines dans le lait compromet la fermentation et donc la fabrication des fromages. On peut donc imaginer que les mêmes dispositions soient prises pour contrôler l'absence de produits chimiques dans le processus de fabrication des granulés destinés à l'alimentation animale.

On a vu que la nourriture pouvait aussi être contaminée par des bactéries, qui se retrouvent dans la viande consommée par la population humaine. Il existe déjà des outils pour comptabiliser les bactéries vivantes à la surface des carcasses animales à l'abattoir : l'outil le plus utilisé pour l'instant est le luminomètre, qui dénombre les bactéries vivantes grâce à l'activité lumineuse de certaines réactions enzymatiques des bactéries (l'activité luciférine/luciférase). On peut tout à fait adapter cet appareil pour déterminer le niveau de

contamination des grains, granulés et tourteaux destinés à l'alimentation du bétail et de la volaille, comme l'ont déjà fait von Bredow *et al.* (2000).

Certains appareils de diagnostic sont plus performants car ils sont capables de détecter les antigènes spécifiques à de nombreuses bactéries ou toxines. Le système SMART (*sensitive membrane antigen rapid test*) est capable notamment d'identifier les agents du charbon, de la brucellose, de la tularémie, la toxine botulinique, l'enterotoxine B du staphylocoque et la ricine. Le système peut être modifié pour d'autres agents biologiques dans un temps relativement court dès que l'anticorps approprié est disponible (von Bredow *et al.*, 2000).

### Air

Les militaires savent déjà détecter les gaz toxiques ou biologiques qui pourraient menacer leurs troupes de combats. Ils possèdent des appareils mesurant la qualité de l'air au vent des unités combattantes. Ces systèmes perfectionnés pourraient être utilisés dans certains endroits très sensibles où beaucoup d'animaux transitent comme les salles de vente d'animaux, les foires agricoles, les ports, etc.

#### 3.2.1.3 Développer les systèmes de désinfection

Si le contaminant est une substance biologique, il peut être sensible à la chaleur ou la lumière ultraviolette. Des expériences ont démontré que l'énergie lumineuse des ondes courtes ultraviolettes tue les bactéries. Cette forme d'énergie peut être fournie par des lampes à vapeur de mercure, qui émettent des ondes à 260 nanomètres. L'avantage majeur de cette technique est qu'elle ne nécessite aucun ajout à la nourriture, qui pourrait changer le goût ou les qualités nutritives de la nourriture animale. Ceci n'empêcherait pas toute contamination mais en éliminerait une voie importante.

Une autre alternative à une exposition à la lumière ultraviolette continue est la décontamination par des flashes de lampes au xénon. Ce système non seulement tue les micro-organismes pathogènes mais en plus il les fait partir de la surface traitée par un processus appelé photoablation/photolévitation. Cette technique a prouvé son efficacité : un flash d'une milliseconde suffit à détruire des spores de *Bacillus glogigii*, une espèce proche de l'agent responsable du charbon. Cette technique a été approuvée pour traiter la nourriture animale, les fruits et légumes, et a aussi été testée sur la peau de porcs vivants avec efficacité et sans dommage pour les animaux (von Bredow *et al.*, 2000).

#### 3.2.1.4 Améliorer la biodiversité animale

On a vu que la tendance actuelle à la monoculture et à l'uniformisation des races et des variétés des animaux d'élevage augmentait leur fragilité face à une attaque biologique. Un

pays comme Taiwan dont les porcs représentent 95 % (Donaldson, 1997) de ses animaux d'élevage risque très gros si une maladie du porc vient à en décimer la population. Certaines races de bétail ont une résistance meilleure à certaines maladies contagieuses mais elles sont délaissées aujourd'hui pour d'autres races plus productives. Si la productivité est la règle aujourd'hui, cela ne sera pas forcément toujours le cas. Il faut donc éviter de laisser disparaître les races peu prisées aujourd'hui, et encourager leur développement.

#### *3.2.1.5 Éradiquer les maladies*

L'éradication de certaines maladies sévissant globalement et ayant des conséquences économiques importantes comme la fièvre aphteuse est un enjeu de taille mais qui peut être envisagé. Rweyemamu & Astudillo (2002) pensent que les connaissances que l'on dispose sur la fièvre aphteuse sont aujourd'hui suffisantes pour envisager son éradication progressive. Ils proposent une démarche en quatre étapes :

- intensification des efforts concernant l'épidémiologie et le statut de la fièvre aphteuse;
- instauration d'un système international d'alerte précoce ;
- réduction de l'incidence de la fièvre aphteuse dans les zones enzootiques primaires;
- création de zones confirmées indemnes de fièvre aphteuse.

L'intensification de la lutte contre les maladies contagieuses du bétail permettrait de réduire la fréquence des incursions de ses maladies dans les pays industrialisés indemnes où l'éradication à un coût économique et social élevé, et permettrait aux pays en développement de participer plus librement aux échanges commerciaux à l'échelle régionale et internationale.

### **3.2.2 Les vétérinaires, acteurs primordiaux de la lutte**

La lutte doit s'organiser à tous les échelons qui sont :

- les vétérinaires et les médecins praticiens ;
- les laboratoires de diagnostics vétérinaires et humains ;
- les vétérinaires sanitaires ;
- les directions départementales vétérinaires et des services de santé ;
- les ministères de la santé et de l'agriculture ;
- les organisations internationales.

La place des vétérinaires dans ce dispositif de lutte est importante à chaque échelon.

Au niveau individuel, les vétérinaires praticiens sont des acteurs de base de la lutte. En effet, ce sont eux qui, dans leur exercice, sont à même de repérer des maladies rares, dangereuses ou exotiques. C'est par exemple un vétérinaire du zoo du Bronx qui a donné l'alerte quand le virus West Nile a pénétré en Amérique du Nord en 1999. Bien que l'agroterrorisme concerne évidemment les vétérinaires, le bioterrorisme est aussi en rapport avec notre profession. En effet, sur les six plus grandes menaces identifiées par les services de prévention du bioterrorisme visant les humains (comme le Center for Disease Control aux États-Unis par exemple), qui sont la variole, la peste, la tularémie, la maladie du charbon, le botulisme et les fièvres hémorragiques, toutes sauf la variole sont des zoonoses familières aux vétérinaires.

Les capacités de diagnostic et l'intuition des vétérinaires pourraient être très précieuses dans l'éventualité d'un acte bioterroriste. Alors que peu de médecins en Europe ont déjà vu des cas de charbon ou de tularémie, ces maladies sont diagnostiquées avec une certaine régularité en médecine vétérinaire ; de plus, la plupart des laboratoires d'analyse vétérinaire sont capables de diagnostiquer ces maladies.

Un diplôme en médecine vétérinaire confère une remarquable compréhension de la biologie comparative. Ayant étudié la microbiologie, l'anatomie, la physiologie et l'épidémiologie comparées, les vétérinaires sont capables d'avoir une vision d'ensemble indispensable pour remplir les missions des équipes multidisciplinaires d'investigation épidémiologique et de traitement des situations de crise zoosanitaire.

Les qualifications uniques des vétérinaires sont reconnues depuis longtemps : notre profession a une place centrale dans la sécurité alimentaire, un enjeu d'importance dans le cadre de l'agroterrorisme. Ils sont des vecteurs d'information nécessaires et appropriés auprès du grand public : ils sont accoutumés à traiter avec les maladies zoonotiques et comprennent les mesures de précaution en matière de biosécurité. Ils peuvent être la voie de la raison dans la communication des risques et conseiller efficacement les politiques dans leur choix.

L'Office International des Épizooties est l'organisation qui mène les études épidémiologiques au niveau international quand une épizootie survient, et qui propose des solutions. Dans le cadre de la lutte contre les actions agroterroristes ou de guerre biologique, c'est elle qui devrait confirmer ou infirmer les allégations d'utilisation d'armes biologiques. Ceci correspond à la partie « investigation épidémiologique » de son travail. En effet, l'enquête sur une attaque dissimulée diffère peu de celle conduite sur un foyer de maladie animale d'origine naturelle. Une telle investigation inclut la recherche de taux de mortalité ou de morbidité accrus qui pourraient faire suspecter une attaque biologique, la confirmation de la maladie et

l'identification exacte de l'agent, l'identification des animaux et des troupeaux exposés ou potentiellement exposés (Ashford *et al.*, 2000).

Découvrir l'origine de la contamination est une étape essentielle pour confirmer la possibilité d'une contamination intentionnelle.

### **3.2.3 Les missions**

Les différentes missions de lutte sont réparties entre les différents acteurs.

#### **3.2.3.1 Éducation**

La mission première est de renforcer les connaissances de vétérinaires praticiens et sanitaires concernant la place des agents biologiques en tant qu'armes.

Même si les vétérinaires praticiens ont une connaissance « académique » des maladies exotiques, les nombreux symptômes possibles de ces maladies leur sont rarement familiers. Évidemment, il est difficile de reconnaître les symptômes de maladies que l'on ne croise pratiquement jamais dans son exercice. À mon avis, la lacune principale de l'enseignement vétérinaire est l'absence totale de notion de guerre biologique et de bio- et d'agroterrorisme. Il me semble essentiel que les étudiants soient familiarisés avec les agents qui ont été militarisés et qui constituent un risque majeur dans le domaine de la guerre, qu'elle soit ouverte, économique ou asymétrique (terrorismes). En France, l'ajout de la maladie du charbon sur la liste des maladies à déclaration obligatoire à l'occasion de l'affaire de l'anthrax exprime bien l'inquiétude grandissante des pouvoirs publics à ce sujet. Les vétérinaires praticiens constituent la première ligne de défense de notre système de surveillance des maladies animales et zoonotiques. Il est indispensable qu'ils soient formés en conséquence.

Les vétérinaires sanitaires accrédités doivent donc eux aussi se familiariser avec la menace spécifique posée par les agents d'armes biologiques. Ceci commence avec la capacité de reconnaître les symptômes ou signes anatomopathologiques des maladies zoonotiques envisagées en priorité dans le cadre du plan BioTox (botulisme, brucellose, fièvres hémorragiques africaines, peste, tuberculose, etc.) mais aussi d'autres maladies qui peuvent être considérées comme étant plus exotiques, mais qui n'en sont pas moins dangereuses et endémiques dans certaines régions du globe, notamment la totalité des fièvres hémorragiques zoonotiques et des encéphalites.

Les laboratoires vétérinaires doivent aussi être prêts à reconnaître les maladies constituant une menace agroterroriste mais aussi bioterroriste : en effet, comme la plupart des agents biologiques développés contre les humains sont zoonotiques, les animaux peuvent servir de sentinelles pour ces maladies (Fitzpatrick & Bender, 2000).

### 3.2.3.2 Surveillance et signalisation

La surveillance des maladies contagieuses est la pierre angulaire du système de protection de l'agriculture. Les vétérinaires sanitaires doivent signaler les maladies à déclaration obligatoire à la direction départementale des services vétérinaires. Une résistance particulière à un traitement ou à un vaccin, ou un signe clinique inhabituel devraient eux aussi être signalés à la direction départementale, car elle peut être le signe d'une contamination intentionnelle. Il semble important de rappeler que cette fidélisation devrait se faire aussitôt que possible dans le processus de la maladie, dès la suspicion clinique. Une signalisation précoce permet à la direction des services vétérinaires de réagir immédiatement et de lancer les vétérinaires inspecteurs dans les actions d'investigation épidémiologique, et d'utiliser à bon escient les laboratoires d'analyse vétérinaire appropriés. C'est à ce niveau que peut être soupçonnée une contamination intentionnelle, signalée par une distribution géographique inhabituelle, des taux de mortalité ou de morbidité anormaux, etc. Si cette contamination intentionnelle semble crédible à la direction des services vétérinaires, elle doit en informer les autorités policières compétentes qui superviseront et coordonneront les différents services qui participeront à l'enquête.

### 3.2.3.3 Communication

La communication du risque aux individus après une attaque biologique affecte gravement la façon dont les communautés et les individus réagissent. La couverture médiatique et le comportement des responsables officiels peuvent augmenter le stress et précipiter la panique ou la démoralisation, notamment si les informations fournies au public sont imprécises, confuses ou contradictoires. Les rumeurs doivent être anticipées, contrôlées et corrigées grâce à une information précise (Holloway et al., 1997). Toute altération de la confiance publique au début d'une crise entraînera une méfiance qui continuera tout au long de la crise et peut-être même au cours des crises suivantes. La perte de confiance a des répercussions psychologiques et physiologiques. C'est une équipe spécialement entraînée à cette tâche qui a la mission d'informer les politiques et les médias, capable d'expliquer clairement la menace pour les humains et pour les animaux domestiques. L'échec de cette mission fait inmanquablement empirer la situation et aide les terroristes éventuels à atteindre leur but (Ashford et al., 2000).

Les explications fournies par les spécialistes dans les médias ne sont pas toujours compréhensibles pour le grand public, et sont mal interprétées. Le vétérinaire praticien est

souvent le seul professionnel de santé animale à qui le public peut parler directement. Un vétérinaire en exercice pendant une crise de santé publique ou zoosanitaire est très souvent questionné par les propriétaires de ses patients au cours des consultations, d'autant plus si l'agent en cause est zoonotique. Pour être capable de donner la réponse la mieux adaptée, sa formation universitaire et continue doit lui apporter un enseignement suffisant concernant le bioterrorisme et l'agroterrorisme.

Rapport-Gratuit.com

## *Conclusion*

Les animaux ont été, depuis leur domestication, enrôlés dans les conflits qui opposaient les humains entre eux. Ceux-ci ont toujours cherché à s'adjoindre les capacités des animaux qu'eux-mêmes ne possédaient pas, qu'il s'agisse de leur force, leur endurance, leur capacité à porter ou à traîner de lourdes charges, leur férocité, leur fidélité, leur furtivité, leur vélocité, leur capacité à s'orienter ou à reconnaître le terrain ou encore leur vigilance de tous les instants.

Les révolutions industrielles et technologiques des XIXe et XXe siècles ont permis la mise au point de machines capables de concurrencer les qualités des animaux domestiques dans tous les domaines de la guerre ou presque, pour le bonheur des animaux diront les protecteurs de leurs droits. La dernière utilisation significative du cheval dans un conflit est celle qu'en firent les Moudjahidines afghans pour résister à l'armée soviétique dans les années 1980. Il faut cependant admettre que c'est plutôt le manque de moyens de l'Afghanistan qui poussa ses guerriers à se déplacer à cheval, faute de transport motorisé, et que ce n'est pas le cheval qui permit de repousser l'envahisseur, mais surtout la ténacité des afghans, certainement aidés par les livraisons d'armes hautement perfectionnées que leur firent les Américains, dans le contexte de la Guerre Froide opposant les deux grandes puissances. Voulant priver les Afghans de ce soutien, les Russes ont tenté d'infecter leurs chevaux avec la maladie du charbon.

Toutes les armées dignes de ce nom ont un jour imaginé une façon de priver un adversaire de l'appui des animaux. Et les mêmes armes qui auraient pu autrefois priver une unité de cavalerie de ses montures furent envisagées, lors des conflits mondiaux (qui furent aussi totaux dans le sens où on essayait aussi bien de détruire l'industrie que les troupes de l'ennemi), pour priver une armée adverse du soutien logistique que représente pour elle l'agriculture du pays qu'elle défend.

Ainsi, les Allemands tentèrent de diminuer les ressources équines de leurs ennemis pendant la Première Guerre Mondiale en les affectant à l'aide d'agents biologiques. Après la Deuxième Guerre Mondiale et la généralisation des véhicules motorisés, il devint inutile de chercher à diminuer les forces hippomobiles d'un adversaire. Mais l'idée de l'arme biologique était née, et on n'enterre pas une idée comme celle-là. Elle fut reprise au sein des programmes biologiques offensifs des vainqueurs de la Deuxième Guerre Mondiale. Ceux-ci développèrent des armes

biologiques visant notamment à affaiblir l'économie d'un ennemi potentiel en détruisant ses cultures ou ses cheptels d'animaux d'élevage. En effet, l'arme biologique se révèle d'une efficacité redoutable contre les cheptels.

La trêve aura donc été de courte durée pour nos animaux domestiques, qui ne seront plus enrôlés directement dans nos guerres mais qui deviennent des cibles de premier choix dans les guerres à venir.

Parallèlement à ces changements se sont ouverts de nouveaux champs d'utilisation pour l'arme biologique, qui découlent de la mutation actuelle des stratégies de guerre. Ces nouvelles formes de guerre n'hésiteront pas à employer l'arme biologique contre nos élevages d'autant plus que ceux-ci sont une cible particulièrement vulnérable.

L'importance des masses et des opinions publiques en pays démocratiques a permis l'essor du terrorisme. Cette forme de guerre asymétrique qui emploie la terreur comme stratégie trouve dans les armes biologiques un moyen d'engendrer des destructions massives, garantes de la publicité nécessaire à leur survie. Les experts en terrorisme s'accordent pour dire qu'il ne faut pas se demander *si* un acte agroterroriste majeur aura lieu un jour, mais plutôt *quand* il aura lieu.

Pour certains spécialistes, le 21<sup>e</sup> siècle sera dominé par la guerre économique. Les conflits n'auront plus pour but la conquête de territoires ou la soumission de populations, mais l'obtention de marchés et de contrats assurant la prospérité du peuple vainqueur. Ceci peut être obtenu par la victoire lors de conflits ouverts de forte intensité, comme les Américains l'ont récemment fait en Irak, mais aussi par l'emploi de moyens indirects. Dans le domaine agroalimentaire, l'arme biologique est un outil qui peut séduire certains pays où certaines firmes pour gagner des marchés d'exportation juteux.

Les animaux qui constituent nos élevages sont donc des cibles prioritaires dans ces trois formes de guerre que sont la préparation d'une situation stratégique avantageuse avant d'ouverture d'un conflit direct, le terrorisme, et la guerre économique. Il est donc essentiel de se préparer à l'éventualité d'une attaque contre nos élevages. Si les moyens législatifs et de renseignement sont nécessaires pour empêcher de telles attaques, ils ne pourront à eux seuls garantir un risque zéro. Et puisque les vétérinaires restent la première ligne de défense en cas d'attaque, il devient indispensable et urgent de les y préparer en adaptant leur formation et leurs outils.

## Bibliographie

ALIBEK K. & HANDELMAN S. (1999). *Biohazard*. Random House, NYC.

Animal Protection Institute (API) (1997). Deer kills at Gettysburg stopped. *API Bulletin*. **4**(6). (consulté le 9 avril 2003. <http://www.api4animals.org/doc.asp?ID=426#Gettysburg>)

Anonymous (1997). Review of public health and biological terrorism. *Journal of the American Medical Association*. **278**(5), 347-446.

ASHFORD D.A., GOMEZ T.M., NOAH D.L., SCOTT D.P. & FRANZ D.R. (2000). Biological terrorism and veterinary medicine in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. **217**(5), 664-666.

BAKAN S., CHLOND A., CUBASCH U. *et al.* (1991). Climate response to smoke from the burning oil wells in Kuwait. *Nature*. **351**, 367-371.

BASAHAM A.S. & AL-LIHAIBI S.S. (1993). Trace elements in sediments of the western Gulf. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 103-108.

BEAUFRE A. (1965). *Une introduction à la stratégie*.

BERNSTEIN B.J. (1987). The birth of the US biological warfare program. *Scientific American*. **256** (6), 116-121.

BOYT W.P. (1979) *Rhodesian veterinary Journal*. **10**. 54.

BROWN C. (1999). Economic considerations of agricultural diseases. *Annals of the New York Academy of Science*. **894**, 92-94.

BROWNING K.A., ALLAM R.J., BALLARD S.P. *et al* (1991). Environmental effects from burning oil wells in Kuwait. *Nature*. **351**, 363-366.

CAMPBELL C.L. & MADDEN L.V. ( 1990). *Introduction to plant diseases epidemiology*. New York: John Wilry and Sons ed.

CARUS S.W. (1998). *Bioterrorism and biocrimes*. Working paper of the Center for Counterproliferation Research. National Defense University. August.

CARUS W.S.(1998). *Bioterrorism and biocrimes: the illicit use of biological agents in the 20<sup>th</sup> century* (September 1998 revision). Center for counterproliferation research, National Defense University, Washington, D.C.

CASAGRANDE R. (2002). Biological warfare targeted at livestock. *BioScience*. **52**(7), 577-581.

Center for Disease Control and Prevention (CDC) (2000). Questions and answers about West Nile virus. CDC Division of vector-borne infectious diseases (DVBID), November. CDC, Atlanta, Georgia. (<http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/index.htm>).

CHAILLAND G. (1988). *Terrorismes et Guérillas*. éd. Complexe. p. 126.

CHEN B.-J., SUNG W.H.T. & SHIEH H.K. (1999). Managing an animal health emergency in Taipei China: foot-and-mouth disease. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **18**(1), 186-192.

CHEVRIER M.I. (1996). The aftermath of Aum Shinrikyo : a new paradigm of terror ? *Politics Life Sciences*. **15**(2), 194-195.

CHMITELIN I. & MOUTOU F. (2002). Fièvre aphteuse: les leçons de l'expérience française. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3), 723-730.

CHRISTOPHER G.W., CIESLAK T.J., PAVLIN J.A. & EITZEN E.M. (1997). Biological warfare; a historical perspective. *Journal of American Medical Association*. **278**(5), 412-417.

CHYBA C.F. (2001). Biological security in a changed world. *Science*. **293**, 2349.

COLE L.A. (1996). The specter of biological weapons. Sci. Am. December, 60-65.

plant pathogenes to inte

DONALDSON A.I. & ALEXANDERSEN S. (2002). Predicting the spread of foot-and-mouth disease

DONALDSON A.I. (1997). Foot-and-mouth disease in Taiwan. *Veterinary Record*. **140**, 407.

OWNING N. & ROBERTS C.M. (1993). Has the Gulf War affected coral reefs of the

UDLEY J.P. & WOODFORD M.H. (2001). Bioweapons, bioterrorism and biodiversity:

-137.

2.

UNN C.S. & DONALDSON A.I. (1997). Natural adaptation to pigs of a Taiwanese isolate

FAS. Federation of American Scientists. (2002). How will genomics and genetic technology change the threat? August 2002, 30. (consulté le 15 mai 2003.

<http://www.fas.org/bwc/agr.genomics.htm>)

FERGUSON N.M., DONNELLY C.A. & ANDERSON R.M. (2001). The foot-and-mouth disease epidemic in Great Britain: pattern of spread and impact of interventions. *Science*. **292**, 1155-1160.

FITZPATRICK A.M. & BENDER J.B.(2000). Survey of chief livestock officials regarding preparedness in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. **217**(9), 1315-1317.

Foreign Agricultural Service (FAS), US Department of Agriculture. (1997). Foot-and-mouth disease spread chaos in pork export markets. FASonline, October. (consulté le 5 février 2003. [www.fas.usda.gov/dlp2/circular/1997/97-10LP/taiwanfmd.htm](http://www.fas.usda.gov/dlp2/circular/1997/97-10LP/taiwanfmd.htm)).

FOTHERGILL D.L. (1961). Biological warfare and its effects on foods. *Journal of the American Dietetic Association*. **38**, 249-252.

FRANZ D.R. (1999). Foreign animal disease agents as weapons in biological warfare. *Annals of the New York Academy of Science*. **894**, 100-104.

FRKOVIC A. (1993) The influence of war on wild animals in Gorski Kotar. In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB *Animal victims of croatian homeland war*, 129-132.

GARNER M.G., FISHER B.S. & MURRAY J.G. (2002). *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3),

GERE F.(2002). Guerre et terrorisme. In : *Pourquoi les guerres ?* Grafica Editorials Printing. Boulogne. 186-187.

GERGES M.A. (1993). On the impacts of the 1991 Gulf War on the environment of the region: general observations. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 305-314.

GLOSTER J., BLACKALL R.M., SELLERS P.B. & DONALDSON A. (1981). Forecasting the airborne spread of foot-and-mouth disease. *Veterinary Record*. **108**, 370.

GOLDSTEIN S. (1999). US could face a new terror tact: Ag warfare. *Philadelphia Inquirer*. 22 June 1999. p.1.

GOLDSTEIN S. (2000). Rabbit response: rabbit hemorrhagic virus New Zealand. 13 February 2000, p. 8-16, 22, 23. *Philadelphia Inquirer*. Philadelphia, PA.

GOMERCIC H. (1993) The saving of Lippizaner mares. *In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB Animal victims of croatian homeland war*, 19-30.

GORDON J.C. & NIELSEN S.B. (1986). Biological terrorism: a direct threat to our livestock industry. *Military Medicine*. **151**, 357-363.

GRAHAM B. (1996). Military chiefs back anthrax inoculations; initiative would affect all of nation's forces. *Washington Post*. October 2, 1996: A1.

GREENSTONE M.H. (2001). GMOs : Tree hackers, bathwater, and the free lunch. *BioScience*. **51**, 899.

GREISER-WILKE I., FRITZMEIER J., KOENEN F., VANDERHALLEN H., RUTILI D. & De MIA G. (2000). Molecular epidemiology of a large classical swine fever epidemic in the European Union in 1997-1998. *Veterinary Microbiology*. **77**, 17-27.

HANSON V.D. (2002). *Carnage et culture : les grandes batailles qui ont fait l'occident*. Flammarion éd. p 146.

HARRIS S. (1992). Japanese biological warfare research on humans: a case study of microbiology and ethics. *Annals of the New York Academy of Science*. **666**, 21-52.

HAYES M.O., MICHEL J., MONTELLO T.M., AURAND D.V., AL-MANSI A.M., AL-MOAMEN A.H., SAUER T.C. & THAYER G.W. (1993). Distribution and weathering of shoreline oil one year after the Gulf War oil spill. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 135-142.

HICKSON R.D. (1999). Infecting soft targets: biological weapons and Fabian forms of indirect grand strategy. *Annals of the New York Academy of Science*. **916**, 108-117.

*High Plains Journal* (1998). August 17, 23-B.

HOLLOWY H.C., NORWOOD A.E, FULLERTON C.S., ENGEL C.C. & URSANO R.J. (1997). The threat of biological weapons: prophylaxis and mitigation of psychological and social consequences. *Journal of the American Medical Association*. **278**(5), 425-427.

HUXSOLL D.L. (1999). Tools and methods for protection of targets and infrastructures associated with food and agricultural industries. *Annals of the New York Academy of Science*. **894**, 105-107.

HUXSOLL D.L. PATRICK III W.C. & PANOT C.D. (1987). Veterinary services in biological disasters. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. **190**(6), 714-722.

JACKSON R.J., RAMSAY A.J., CHRISTENSEN C.D., BEATON S., HALL D.F. & RAMSHAW I.A. (2001). Expression of mouse interleukin-4 by a recombinant ectromelia virus suppresses cytolytic lymphocyte responses and overcomes genetic resistance to mousepox. *Journal of virology*. **75**(3), 1205-1210.

JAMES A.D. & RUSHTON J. (2002). The economics of foot-and-mouth disease. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3), 637-644

JAMES C. (2001). Global review of commercialized transgenic crops: 2001. ISAAA Briefs 24: Preview. (consulté le 10 mars 2003.

[http://www.isaaa.org/publications/briefs/Brief\\_24.htm](http://www.isaaa.org/publications/briefs/Brief_24.htm))

JOHNSON N. & JOHNSON B. (1995). Measures for sustainable use of biodiversity in natural resource management. in: *Global biodiversity assessment*. (V.H. Heywood, ed.). United Nations Environment Programme, Cambridge, 943-981.

JOHNSON D.W., KILSBY C.G., McKENNA D.S. *et al.* (1991). Airborne observations of the physical and chemical characteristics of the Kuwait oil smoke plume. *Nature*. **353**, 617-621.

KADLEC R.P., ZELICOFF A.P. & VRTIS A.M. (1997). Policy perspectives. Biological weapons control: prospects and implications for the future. *Journal of American Medical Association*. **278**(5), 351-356.

KARADJOLE I. (1993) Estimates of damages caused by the killing of breeding livestock. In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB *Animal victims of croatian homeland war*, 107-110.

KENWORTHY W.J., DURAKO M.J., FATEMY S.M.R., VALAVI H. & THAYER G.W. (1993). Ecology of seagrasses in northeastern Saudi Arabia one year after the Gulf War oil spill. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 213-222.

KLEINER K. (1999). Operation Eradicate. *New Scientist*. **163**(2203), 20.

KNJAZ Z. (1993) Evacuation of animals from the war destroyed Osijek zoo. In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB *Animal victims of croatian homeland war*, 111-116.

KOLAVIC S.A., KIMURA A., SIMONS S.L. *et al.* (1997). An outbreak of Shigella dysenteriae Type 2 among laboratory workers due to intentional food contamination. *Journal of American Medical Association*. **278**(5), 396-398.

KORTEPETER M., CHRISTOPHER G., CIESLAK T., CULPEPPER., DARLING R., ROWE J. *et al.* (2001). Medical management of biological Handbook. 4<sup>th</sup> ed. Fort Detrick (MD): US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases. (consulté le 22 mars 2003. [http://www.plague.law.umkc.edu/blaw/bluebook/Bluebook\\_htm.htm](http://www.plague.law.umkc.edu/blaw/bluebook/Bluebook_htm.htm))

KRISTOF N.D. (2002). Anthrax? The FBI yawns. Editorial desk, *New York Times*. July 2, 2002.

LAWRENCE J.A & NORVAL R.A.I.(1979) *Rhodesian veterinary Journal*. **10**. 28.

LAWRENCE J.A, FOGGIN C.M. & NORVAL R.A.I. (1980) *The Veterinary Record*. **107**. 85.

LE BOURDELLES (1939). La guerre bactériologique et la défense passive antimicrobienne. *Le bulletin médical*. **53** (10), 179-185.

LEDERBERG J. (1997). Infectious disease and biological weapons: prophylaxis and mitigation. *Journal of the American Medical Association*. **278**(5), 435-436.

LEFORBAN Y. (2002). L'épisode de fièvre aphteuse en Europe en 2001 était-il prévisible ? La vaccination constitue-t-elle une solution ? *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3), 539-547.

LEGLU D. (2002). *La menace. Bioterrorisme : la guerre à venir*. Robert Laffont. Paris.

LEPICK O. & BINDER P. (2001). *Les armes biologiques*, PUF, coll. « Que sais-je ? », Paris. P. 42.

LEPICK O. (1997). Le programme français de guerre biologique: 1919-1945. in : *Guerres mondiales et conflits contemporains*. **185**, 29-54.

LIDDEL HART B.H. (1967). *Strategy*. 2nd edit. Meridian Books. NewYork.

LITERATHY P. (1993). Considerations for the assessment of environmental consequences of the 1991 Gulf War. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 349-356.

LOGAN-HENFREY L. (2000). Mitigation of bioterrorist threats in the 21<sup>st</sup> century. *Annals of the New York Academy of Science*. **916**, 121-133.

LUTTWAK E.N. (2002). *Le grand livre de la stratégie : de la paix et de la guerre*. Odile Jacob éd. Paris.

MACKAY D.K.J., FORSYTH M.A., DAVIES P.R., BERLINZANI A., BELSHAM G.J., FLINT M; & RYAN M.D. (1998). Differentiating infection from vaccination in foot-and-

mouth disease using a panel of recombinant, non-structural proteins in ELISA. *Vaccine*. **16**(5), 446-459.

MANCHEE R.J. & STEWART R. (1988). The decontamination of Gruinard Island. *Chem. Br.* **24**, 690-691.

MATHEWS C.P., KEDIDI S., FITA N.I., Al-YAYHA A. & Al-RASHEED K. (1993). Preliminary assessment of the effects of the 1991 Gulf War on Saudi Arabian prawn stocks. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 251-271.

MESELSON M., GUILLEMIN J., HUGH-JONES M. *et al.* (1994). The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*. **266**, 1202-1208.

MEUWISSEN M.P.M., HORST S.H., HUINE R.B.M. & DIJKHUIZEN A.A. (1999). A model to estimate the financial consequences of classical swine fever outbreaks : principles and outcomes. *Preventive Veterinary Medicine*. **42**, 240-270.

MICHEL J., HAYES M.O., KEENAN R.S., SAUER T.C., JENSEN J.R. & NARUMALANI S. (1993). Contamination of nearshore subtidal sediments of Saudi Arabia from the Gulf War oil spill. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 109-116.

MIKUSKA T. (1993) The war in Croatia: its impact on wild animals. In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB *Animal victims of croatian homeland war*, 117-122.

MILLER J., ENGELBERG S. & BROAD W.(2001). *Germs, biological weapons and America's war*. Simons and Schuster, 2001.

MOLLARET H.H. (1985). Bref historique de la guerre bactériologique. *Médecine et maladies infectieuses*, **7**, 402-406.

NEHER N.J. (2000). The need for a coordinate response to food terrorism: the Wisconsin experience. *Annals of the New York Academy of Science*. **916**, 182-183.

NEVA. (2001). Charbon, bioterrorisme et morve: le grand retour des pathogènes oubliés? *Bulletin des GTV*. **12**, 23-24.

NORVAL R.A.I (1977) *Journal of the South African Veterinary Association*. **50**. No 4.

NORVAL R.A.I (1979) *Rhodesian veterinary Journal*. **8**. 33.

Office international des Epizooties (OIE) (2001). Biological agents as potential weapons against animals. *Biological warfare technical brief*, November 2001 draft. Geneva: World Health Organization Office international ds Epizooties.

PEARSON J.E. (2000). Biological agents as potential weapons against animals. *Biological warfare technical brief*, June 16. Office international des Epizooties (OIE), Paris. 3pp.

PLUIMERS F.H., AKKERMAN A M., van der WAL P., DEKKER A. & BIANCHI A. (2002). Lessons from the foot-and-mouth disease outbreak in the Netherlands in 2001. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3), 711-722.

POUPARD J.A. & MILLER L.A. (1992). Histoty of biological warfare : catapults to capsomères. *Annals of the New York Academy of Science*. **666**, 9-20.

PRESTON R. (1998). The Bioweaponeers. *The New Yorker*. March 9, 52-65.

PRICE A.R.G, MATHEWS C.P., INGLE R.W. & Al-RASHEED K. (1993). Abundance of zooplankton and penaeid shrimp larvae in the western Gulf: analysis of pre-war (1991) and post-war data. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 273-278.

PROBST P.S. (2000). Terrorism overview. *Annals of the New York Academy of Science*. **916**, 154-157.

RAPPOLE J.H., DERRICKSON S.R. & HUBALEK Z. (2000). Migratory birds and the spread of West Nile virus in the Western Hemisphere. *Emerging infectious diseases*. **6**(4), 319-328.

READMANN J.W., FOWLER S.W., VILLENEUVE J.-P. et al. (1992). Oil and combustion-product contamination of the Gulf marine environment following the war. *Nature*. **358**, 663-665.

REYNOLDS R.M. (1993). Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hornuz, and the Gulf of Oman: results from the Mt Mitchell expedition. *Marine Pollution Bulletin*. **27**, 35-59.

RICHARDS A.L., MALONE J.D., SHERIS S., WEDDLE J.R., ROSSI C.A., KSIASEK T.G. et al. (1993). Arbovirus and Rickettsial infections among combat troops during operations Desert Shield / Desert Storm. *Journal of Infectious Diseases*. **168**, 1080-1081.

ROBERTSON A.G. & ROBERTSON L.J. (1995). From asps to allegations: biological Warfare in history. *Military medicine*. **160**, 369-373.

ROSENBERG B.H.(2002). Is the FBI dragging its feet? *In: Analysis of the Anthrax attacks*. Federation of American Scientists. Working Group on Biological Weapons.  
[<http://www.fas.org/bwc/news/anthraxretort.htm>]. (consultée le 30 avril 2003).

RUANE J. (2000). A framework for prioritizing domestic animal breeds for conservation purposes at the national level : A Norwegian case study. *Conservation Biology*. **14**, 1385-1393.

RUKAVINA A. (1993) Cattle breeding in Lika during the war. *In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB Animal victims of croatian homeland war*, 45-50.

RWEYEMAMU M.M. & ASTUDILLO V. ( 2002). Global perspective for foot-and-mouth control. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3), 765-774.

SANDSTRÖM G. (2000). A Swedish/European view of bioterrorism. *Annals of the New York Academy of Science*. **XXX**, 112-116.

SANKOVIC F. (1993) Bullet wounds (vulnera scopletaria) on dogs. *In*: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB *Animal victims of croatian homeland war*, 61-68.

*omeland war*, 75-81. AA

SMALL R.D. (1991). Environnemental impact of fires in Kuwait. *Nature*. **350**, 11-12.

SMITH R.J. (1992). Yeltsine blames '79 anthra on germ warfare efforts. *Washington Post*. June 16, 1992: A1.

SMITH R.J. (1995). Japanese cult had network of front companies investigators say. *Washington Post*. November 1, 1995: A8.

SORENSEN K.J., MADSEN K.G., MADSEN E.S., SALT J.S., NQUINDI J & MACKAY D.K.J. (1998). Differentiation of infection from vaccination in foot-and-mouth disease by the detection of antibodies to the non-structural proteins 3D, 3AB and 3ABC in ELISA using antigens expressed in baculovirus. *Archives of Virology*. **143**(8), 1461-1476.

SOSTARIC B. (1993) Introduction. *In: FACULTY OF VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB Animal victims of croatian homeland war*, 5-12.

STALHEIM O.V.H. (1987). Veterinary services in emergencies: food safety and inspection. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. **190**(6), 723-732.

STEPHEN G. McL. *et al* (1993) Report by the international commission of impartial observers and veterinary officers on destroying the Lippizaners in Lipik. *In: FACULTY OF*

*VETERINARY MEDICINE UNIVERSITY OF ZAGREB Animal victims of croatian homeland war*, 83-105.

STERN J. (1999). The prospect of domestic bioterrorism. *Emerging Infectious Diseases*. **5**, 517-522.

STONE R. (2000). Experts call fungus threat poppycock. *Science*. **290**, 246.

THOMPSON D., MURIEL P., RUSSELL D., OSBORNE P., BROMLEY A. & ROWLAND M. (2002). Economic costs of the foot-and-mouth disease outbreak in the United Kingdom in 2001. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*. **21**(3), 675-688.

- THURMOND M.& BROWN C. (2002). Bio- and agroterror: the role of the veterinary academy. *Journal of Veterinary Medical Education*. **29**(1), 1-4.
- TODD F.A. (1952). Biological warfare against our livestock. *N. Am. Vet.* **33**, 689-691.
- TORO M.A., RODRIGANEZJ., SILIOL. & RODRIGUEZ C. (2000). Genealogical analysis of a closed herd of black hairless Iberian pigs. *Conservation Biology*. **15**, 1843-1851.
- TÖRÖK T.J., TAUXE R.V., WISE R.P. *et al.* (1997). A large community outbreak of Salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bar. *Journal of American Medical Association*. **278**(5), 389-395.
- UNEP (1991). A rapid assessment of the impacts of the Iraq-Kuwait conflict on terrestrial ecosystems. Part I: Iraq; Part II: Kuwait; Part III: Saudi Arabia. UNEP/Terrestrial Ecosystems Branch (Soils)/Regional Office for West Asia, Bahrein, September 1991.
- VAN COURTLAND MOON J.E. (1992). The Korean War case. *Annals of the New York Academy of Science*. **666**, 53-83.
- Von BREDOW J., MYERS M., WAGNER D., VALDES J.J., LOOMIS L. & ZAMANI K. (2000). Agroterrorism: agricultural infrastructure vulnerability. *Annals of the New York Academy of Science*. **916**, 168-180.
- WADE N. (1980). Death at Sverdlovsk : a critical diagnosis. *Science*. **209**, 1501-1502. *Washington Post*. December 22, 1976.
- WATSON S.A. (2000). The changing biological warfare threat: anti-crop and anti-animal agents. *Annals of the New York Academy of Science*. **916**, 159-163.
- WHEELIS M., CASAGRANDE R. & MADDEN L.V. (2002). Biological attack on agriculture: low-tech, high impact bioterrorism. *BioScience*. **52**(7), 569-576.
- WILSON T.M., LOGAN-HENFREY L., WELLER R. & KELLMAN B. (2000). Agroterrorism, biological crimes and biological warfare targeting animal agriculture. Pages

23-57. in: *Emerging Diseases of Animals*. Edited by C. Brown and C. Bolin. 2000. American Society for Microbiology Press, Washington, D.C.

WMO (1992). Report of the second WMO meeting of experts to assess the response to atmospheric effects of the Kuwait oil fires (called in collaboration with UNEP). WMO, Global Atmosphere Watch No81, Ref WMO/TD-No. 512, 1992.

YANG P.C., CHU R.M., CHUNG H.T. & SUNG H.T. (1999). Epidemiological characteristics and financial costs of the 1997 foot-and-mouth disease epidemic in Taiwan. *Veterinary Record*. **145**, 731-734.

ZILINSKAS R.A. (1997). Irak's biological weapons: the past as the future? *Journal of American Medical Association*. **278**, 418-424.

# **LES ANIMAUX DANS LES GUERRES D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN**

**NOM :** JOURNAUX  
**Prénoms :** Hugues, Renault, Roger

**RÉSUMÉ :** Les animaux, qui depuis les origines jusqu'aux Guerres Mondiales participaient activement aux conflits humains, tendent aujourd'hui à être remplacés par des outils technologiques perfectionnés. Cependant, ils sont toujours les victimes indirectes des guerres contemporaines, blessés ou tués par les bombardements, abandonnés lors de la fuite des populations, victimes des épizooties à l'arrêt des vaccinations régulières, menacés d'extinction par la fragilisation des écosystèmes touchés. La prolifération des armes biologiques au XX<sup>ème</sup> siècle place les animaux domestiques et sauvages face à une nouvelle menace. Les nouveaux types de guerre – guerre biologique, bioterrorisme et agroterrorisme, et guerre économique – prendront certainement pour cible les animaux d'élevage. Source de richesse des pays développés et moyen de survie des pays en développement, l'agriculture est hautement vulnérable face à des destructions massives faciles à réaliser et qui pourraient satisfaire les desseins de nombreux individus, groupes terroristes, sectes, États ou compagnies agroalimentaires. Les moyens de lutte existent mais méritent d'être développés.

**MOTS-CLEFS :** Animaux – Guerre – Bioterrorisme – Agroterrorisme – Armes biologiques – Guerre économique – Fièvre aphteuse

**JURY :**  
Président :  
Directeur : Dr MAILHAC  
Assesseur : Dr MAILLARD

Adresse de l'auteur :  
M Hugues JOURNAUX  
10-12 rue Domat  
75005 PARIS  
huggo@caramail.com

# ANIMALS IN CONTEMPORARY AND FUTURE WARS

**NAME :** JOURNAUX  
**Surnames :** Hugues, Renault, Roger

**SUMMARY :** From the origins of war until the World Wars, animals actively took part in Human conflicts, but today they tend to be substituted by latest war tools.  
However, they still remain the indirect victims of contemporary wars, injured or killed by bombings, abandoned when people flee, victims of epizootics when vaccination programs stop, threatened with extinction when ecosystems are weakened.  
The proliferation of biological weapons during the XX<sup>th</sup> century is a new threat for domestic and wild animals. New forms of war – biowarfare, bioterrorism and agroterrorism, and economic war – will certainly target breeding animals.  
Agriculture, which is a wealth source for developed countries and a means to survive in developing countries, is highly vulnerable facing massive destructions which are easy to achieve and which could fulfil the purposes of numerous individuals, terrorist groups, sects, States, or agriculture-involved companies. The means to respond to such attacks exist but need to be improved.

**KEY WORDS :** Animals – War – Bioterrorism – Agroterrorism – Biological Weapons – Economic War – Foot-and-mouth disease

**JURY :**  
President :  
Director : Dr MAILHAC  
Assessor : Dr MAILLARD

**Author's Address :**  
Mr Hugues JOURNAUX  
10-12 rue Domat  
75005 PARIS  
huggo@caramail.com

