

ANTHRAX - Sites potentiellement contaminés par l'enfouissement de bétail infecté au siècle passé – évaluation de la situation

RINSOZ, Thomas & GANDOLLA, Mauro
novembre 2003

Introduction

Ces derniers temps, le mot anthrax a été principalement lié aux attentats commis aux Etats-Unis et à la possible menace bioterroriste. Mais cette maladie, avant d'être une maladie de l'homme, est d'abord une maladie du bétail (bovins, caprins, équins) et est, de plus, connue depuis longtemps – on y trouve déjà trace dans l'Ancien Testament. L'agent responsable de cette maladie est la bactérie *Bacillus anthracis*. En fait, peu de gens savent que, encore actuellement, cette maladie est endémique dans de nombreuses régions de notre planète et que les spores de cette bactérie sont particulièrement résistantes et peuvent survivre plusieurs décennies dans l'environnement. On sait que lorsqu'un animal meurt, on l'enterre souvent, et ceci de manière plus ou moins adéquate. Et les risques liés aux interventions sur ces sites d'enterrement (appelés clos d'équarrissages) – qui doivent être considérés comme des sites biologiquement contaminés – sont mal connus. Toutefois les risques liés à l'infection d'anthrax doivent être relativisés ; un vaccin existe et il est possible de limiter la diffusion de la maladie avec des mesures relativement simples. Le présent article propose des mesures concrètes et relativement simples pour prévenir une éventuelle diffusion ainsi que des mesures de protection pour les personnes devant intervenir sur ces sites.

Cet article se base sur une étude faite dans le cadre du cours postgrade en Ingénierie et Management de l'Environnement (IME)¹ de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) en Suisse. Cette étude a été soutenue financièrement par l'Office Fédéral de l'environnement, des Forêts et du Paysage (OFEP) et le bureau *ECONS SA - Environmental Engineering* a assumé la gestion du projet.

Biologie de *Bacillus anthracis*

La bactérie *B. anthracis* a la particularité de former des spores lorsque les conditions ne sont pas favorables. La spore est l'élément clé dans le cycle d'infection de l'anthrax (Figure 1), elle est à la fois la forme infectante qui enclenche l'infection après germination dans l'hôte et la forme de persistance dans l'environnement. En effet, la spore est particulièrement résistante et peut rester longtemps dans le sol sous des conditions rigoureuses avant d'infecter un nouvel animal. L'animal s'infecte le plus souvent en se nourrissant sur un pâturage contaminé. A l'intérieur de l'hôte, les spores germent et la bactérie se multiplie en tuant rapidement l'hôte. Une fois l'animal mort, les bactéries qui se trouvent au contact de l'air forment à nouveau des spores qui peuvent retourner dans le sol et ainsi initier un nouveau cycle. Il faut noter que le bétail peut être vacciné contre cette maladie, même si le vaccin n'est pas toujours bien supporté par les animaux. L'homme est beaucoup moins sensible à la maladie que le bétail. On distingue, chez l'homme, trois types d'infection : 1) l'infection cutanée, par le contact de spores avec des petites lésions de la peau ; 2) l'infection digestive, par ingestion d'aliments contaminés et 3) l'infection pulmonaire, par inhalation de spores, cette forme étant utilisée pour le bioterrorisme. Les formes pulmonaires et digestives sont le plus souvent mortelles alors

¹ EPFL-ENAC-CECOTOX-CPE
M. J.D. Bourquin
CH 1015 Lausanne

Téléphone : +4121 693 49 41 Fax: +4121 693 49 40
E-mail : jean-denis.bourquin@epfl.ch
Site web: <http://www.cpe.epfl.ch>

que la forme cutanée est moins grave. La plupart des cas humains d'anthrax ont lieu suite à des contacts avec des bêtes contaminées, ou avec leurs produits (peau, laine, ...), mais aussi par le biais de sols contaminés.

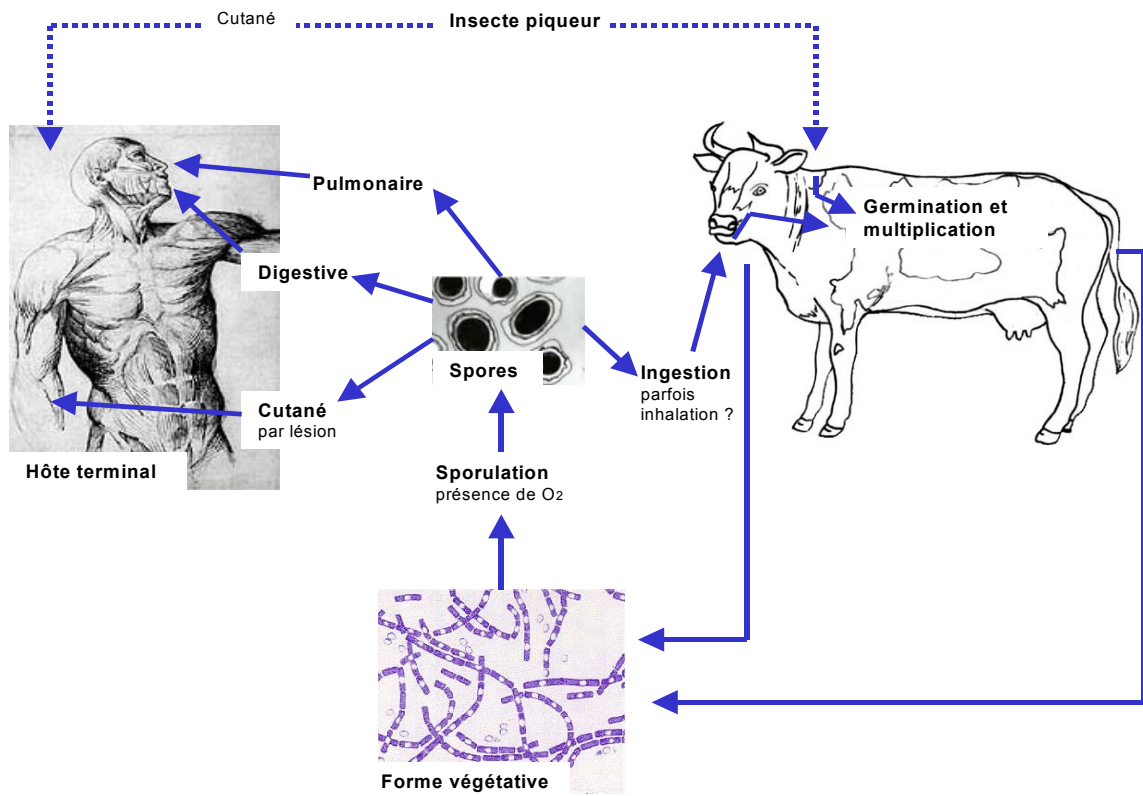


Figure 1 - cycle d'infection de l'anthrax.

Pour plus de détail, voir le texte (les insectes piqueurs pourraient être vecteurs de la maladie dans certaines conditions). Adapté de TURNBULL & AL., 1999.

La situation épidémiologique actuelle

La situation épidémiologique actuelle est fortement différente pour les différents pays du monde. Par exemple en Suisse comme dans d'autres pays du centre de l'Europe, la maladie est latente et n'apparaît plus que très sporadiquement. Par contre, dans de nombreux pays, l'anthrax est une maladie qui ne fait malheureusement pas partie du passé (Figure 2). Les régions les plus touchées par la maladie sont l'Afrique de l'Ouest (au Tchad, par exemple, ce fléau fait chaque année de nombreuses victimes, aussi bien animales qu'humaines) et l'Asie centrale (HUGH – JONES, 1999). En Europe, les pays les plus touchés sont la Turquie et la Grèce. Cependant, de nombreux cas d'anthrax sont apparus en Espagne, Albanie, Italie et Roumanie. Le cas de l'Espagne est intéressant (le centre étant la région la plus touchée). En effet, l'analyse historique des données épidémiologiques globales révèle approximativement les proportions suivantes : un cas humain d'anthrax cutané pour dix bêtes de bétail mortes d'anthrax (chez les humains : 100-200 cas d'anthrax cutané pour un cas d'anthrax digestif) (TURNBULL & AL., 1999). Or on dénombre chaque année plusieurs cas humains d'anthrax : entre 152 en 1990 et 28 en 2001 alors que le nombre déclaré de bêtes mortes d'anthrax reste faible (HUGH – JONES, 1999 ; World Anthrax Data Site). Ces questions liées à l'Espagne restent à approfondir.

Dans le cadre de la construction routière suisse, quelques sites d'enfouissement de cadavres d'animaux ont été découverts. Ces sites sont situés en zones où, dans le passé,

il y avait la présence d'anthrax. Le problème est donc devenu d'actualité et il a été décidé de faire une recherche. Compte tenu que l'infection n'a pas complètement disparu et que sa réapparition – spécialement chez les bovins – n'est pas totalement à exclure, le sujet a été approfondi afin de fournir aux différents intervenants des indications pratiques.

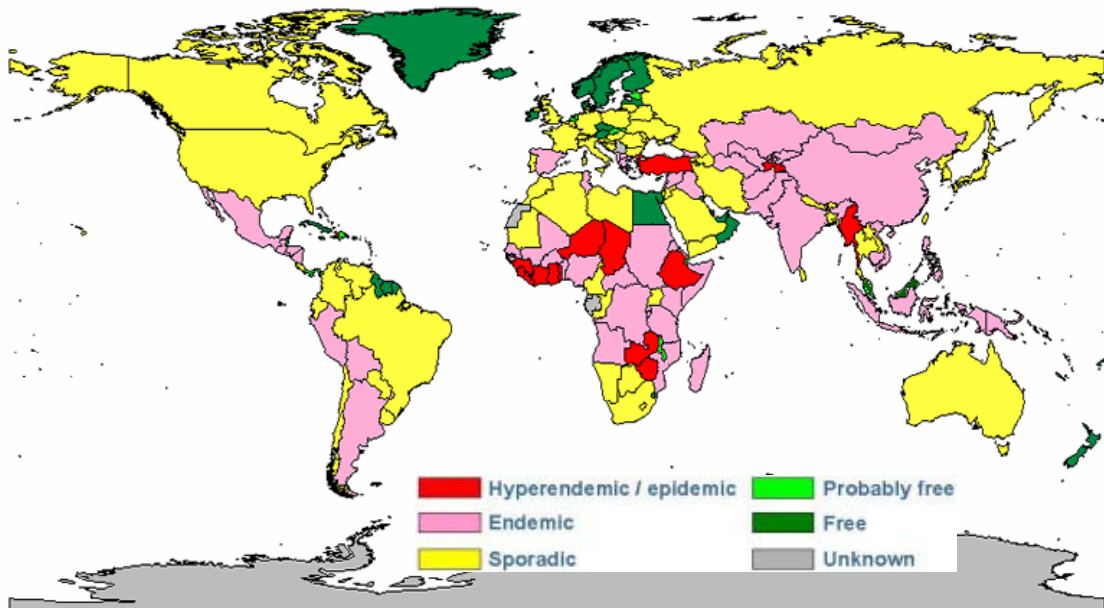


Figure 2 – Situation mondiale actuelle.

Anthrax absent (vert foncé) = Pas de cas d'anthrax pour une période prolongée, ou > huit ans.

Anthrax probablement absent (vert clair) = Inclut quelques pays dont la déclaration d'absence n'est pas exempte de doute.

Sporadique (jaune) = Faible occurrence sporadique; >0 à approximativement 30 cas de bétail/mio.

Enzootique (rose) = Pas d'évidence comme étant épizootique, empiriquement 30–99 cas de bétail/mio.

Hyperendémique/épizootique (rouge) = Occurrence élevée; nombre significatif de cas humains, ou >99 cas de bétail/mio.

Inconnu (gris) = Aucune information disponible.

Source : World Anthrax Data Site (http://www.vetmed.lsu.edu/whocc/mp_world.htm)

Le cadre légal suisse :

La *Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPA)* et l'*Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites)* ne définissent ou ne se réfèrent pas explicitement au cas concerné; c'est-à-dire à des terrains potentiellement contaminés par des germes pathogènes présents en concentration critiques et liés à des activités anthropiques.

Par analogie, il est possible de se référer aux articles de loi suivants:

- l'Art. 35 de la LPA, en relation aux *atteintes aux sols*, introduit le concept de *niveau de gravité des atteintes au-delà duquel, selon l'état de la science ou l'expérience, certaines exploitations mettent forcément en péril l'homme, les animaux ou les plantes.*
- L'Art. 1 de l' OSites, [...] *vise à garantir que les sites pollués seront assainis s'ils causent des atteintes nuisibles ou incommodes à l'environnement, ou s'il existe un danger concret que de telles atteintes apparaissent.*

Il est important de signaler qu'au niveau législatif, à l'heure actuelle, il n'existe pas de valeur limite – comme il en existe pour les pollutions chimiques - au-delà de laquelle il existe un danger concret et/ou au-delà desquelles il est nécessaire de mettre en place des mesures de précaution et/ou d'assainissement. Il serait dès lors opportun d'approfondir ce problème en collaboration avec les autorités fédérales compétentes.

Les questions qui se posent :

En considérant le cas suisse décrit précédemment, plusieurs questions se posent concernant le risque lié aux anciens clos d'équarrissages :

- Peut-on exclure la possibilité d'infection des hommes, en particulier des ouvriers devant intervenir sur le site ?
- Peut-on exclure la possibilité d'infection du bétail pâturant à proximité du site au moment de son ouverture ?
- Peut-on exclure la possibilité d'infection des hommes et du bétail sur le site (pâturage), avant même les opérations de remédiation ?

Et dans le cas d'une réponse négative à une seule de ces trois questions, des questions supplémentaires se posent :

- Quelles seraient les mesures de précaution préliminaires à prendre au moment de l'ouverture du site ?
- Quelle est la localisation des sites connus et de ceux qui sont présumés ?
- Quels sont les aspects nécessitant un approfondissement pour une appréciation bien documentée de la situation ainsi que la définition des mesures définitives ?

Pour répondre à ces questions, les risques liés aux anciens clos d'équarrissages ont tout d'abord été définis d'une manière générale, en se basant sur la littérature ainsi que sur des entretiens avec des spécialistes de chaque domaine. Ensuite, pour faire le point plus spécifiquement sur la situation suisse, des recherches ont été menées sur : l'historique de l'épidémiologie de l'anthrax en Suisse au 20^e siècle, le nombre de clos d'équarrissages, la date de suppression de ces clos et les pratiques en vigueur dans ces clos d'équarrissages. Enfin la question importante de la santé au travail a été traitée en collaboration avec des spécialistes.

Les premières réponses :

Les différents types d'anthrax : Il existe trois types d'anthrax chez l'homme : l'anthrax **cutané** (Figure 3), l'anthrax **respiratoire** et l'anthrax **digestif**. Ce dernier type, se contractant en mangeant des aliments contaminés, ne concerne pour des raisons évidentes pas les clos d'équarrissages. Sur la base de la littérature, les risques d'anthrax respiratoires (se contractant par inhalation de spores) pour des personnes devant intervenir sur de tels sites sont extrêmement bas voire à exclure (TURNBULL & AL., 1999). Mais vu la gravité de ce type d'anthrax – il est mortel dans 85 % des cas si l'intervention thérapeutique est tardive - des mesures simples abaissant encore ce risque peuvent être prises. L'anthrax cutané (se contractant au contact de spores avec des lésions de la peau) est moins grave que l'anthrax



Figure 3 – Anthrax cutané
Sur une zone souvent touchée car a découvert : la main.
Source :
<http://www.med.sc.edu:85/ghaffar/zoonoses.htm>

respiratoire, sans traitement la mortalité est de 5-20 %. Mais d'autre part, il nécessite une exposition moins grande aux spores d'anthrax et est donc la forme de la maladie la plus probable en cas d'ouverture de tels sites.

La situation en Suisse : Un clos d'équarrissage contaminé à l'anthrax présenterait donc certains risques potentiels, aussi bien pour l'homme que pour le bétail. Mais tous les anciens clos ne sont pas contaminés à l'anthrax. Pour évaluer globalement le risque lié aux clos d'équarrissages en Suisse, il convient de considérer le nombre de bêtes mortes d'anthrax au siècle passé, et les pratiques d'équarrissage. Certaines données disponibles entre 1886 et 1960 indiquent que, dans un seul canton, plus de 750 bêtes (Figure 4), principalement des bovins, sont mortes d'anthrax. Les cas d'anthrax enregistrés en Suisse depuis 1981 sont au nombre de 21, dont 13 bêtes dans le canton des Grisons en 1985 (KUONI & ZINDEL, 1986) - pour éviter la propagation de la maladie, plus de 3000 bêtes furent vaccinées. Et pour les cas se situant dans la période entre 1960 et 1981 en Suisse, les données sont lacunaires - quelques données sur le canton des Grisons sont disponibles - mais probablement seuls quelques cas sporadiques sont survenus. En Suisse, la maladie était donc bien présente au siècle passé et à fortement diminué dans les dernières décennies : on peut la considérer comme étant latente. A partir de l'analyse des cas survenus on pourrait affirmer que actuellement, en Suisse, le risque de nouvelle infection est très limité.

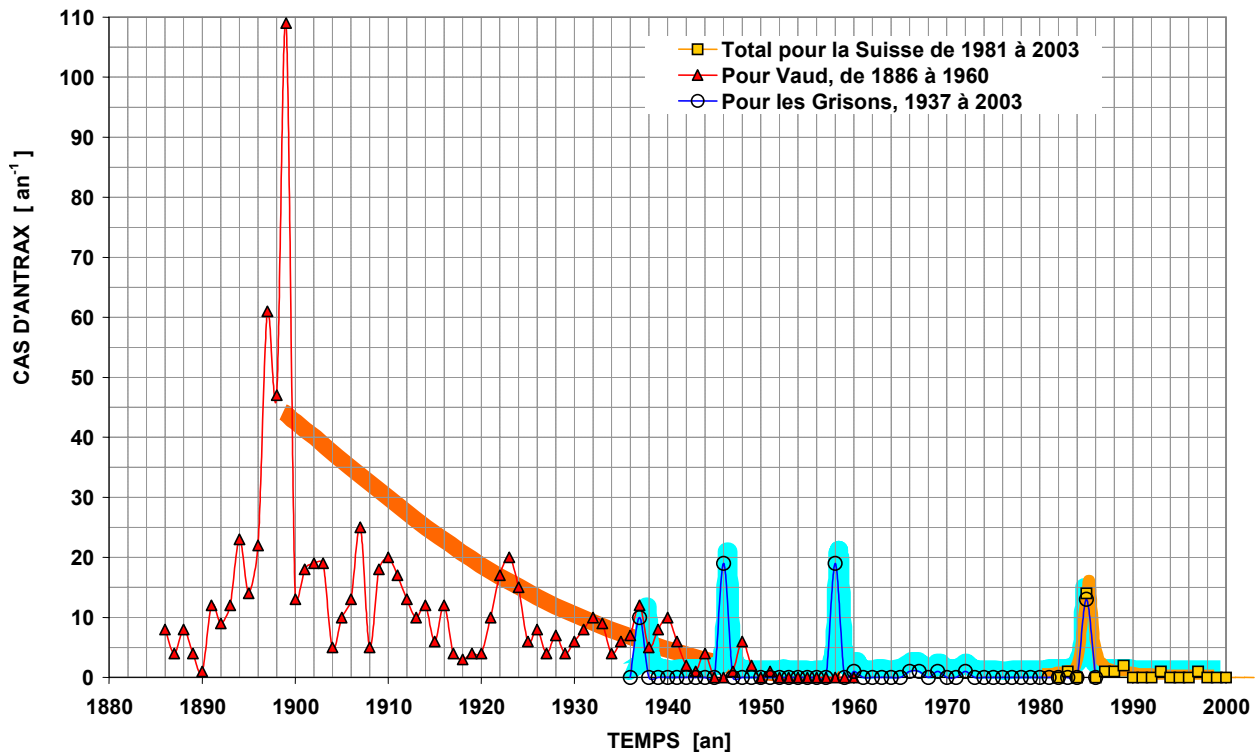


Figure 4 - Graphique issu des données disponibles sur les cas d'anthrax en Suisse.

Les données pour le canton de Vaud (triangles rouges) s'arrêtent en 1960. Les données pour le canton des Grisons (ronds bleus) vont de 1937 à 2003. Les données totales pour la Suisse (carrés oranges) vont de 1981 à 2003. Les courbes en gras (respectivement rouge-orange pour Vaud, bleu pour les Grisons et orange pour la Suisse), représentent les comportements apparents de chacune des trois courbes.

Quant aux connaissances sur les pratiques et les lieux d'équarrissage, elles restent, elles aussi, lacunaires. Mais, d'après les informations obtenues, il y aurait aussi des différences de pratiques selon les cantons. Dans certains cantons, l'utilisation de chaux aurait été systématique alors que dans d'autres cantons, les bêtes auraient été enfouies sans aucun "traitement" préalable. Dans les années 1950-1960, la procédure habituelle a été d'incinérer toutes les bêtes. On ne connaît toutefois pas les conditions de sécurité prises pour le transport et le « déchiquetage » de l'animal avant l'incinération.

Les premières conclusions :

Face à un clos d'équarrissages potentiellement contaminé par une ou plusieurs bêtes mortes d'anthrax :

1. Même si le risque d'infection des hommes, en particulier des ouvriers devant intervenir sur le site est probablement limité, il ne peut pas être exclu.
2. Sans mesures de précautions, le risque d'infection du bétail pâturant à proximité du site au moment de son ouverture ne peut pas être exclu.
3. Pour l'homme : le risque d'infection est, sans ouverture du site, très basse voire à exclure. Pour le bétail : des bêtes pâturant sur des anciens clos pourraient être infectées.

Mesures de précaution conseillées :

Deux types de mesures de précaution peuvent être distinguées: les mesures de **protection pour les travailleurs** devant intervenir sur un tel site et les mesures concernant la **protection de l'environnement**.

En premier lieu, il convient de donner une information simple et complète aux personnes devant intervenir sur le site, sur les risques encourus et les mesures de protection. **Pour les travailleurs**, le port d'un masque rendrait l'anthrax par inhalation de spores (le plus grave) quasi impossible. L'anthrax par voie cutanée se contracte par contact des spores avec des parties non protégées de la peau (Figure 4). Pour prévenir cette forme d'anthrax, le port de gants, d'une combinaison jetable, de bottes ainsi qu'une protection particulière pour les petites lésions sont des mesures adéquates. Un impératif serait que les moyens mécaniques intervenant sur le site soient pourvus d'un système de micro-filtrage de l'air insufflée dans la cabine (Figure 4). Les filtres pouvant concentrer les spores présentes dans l'air, il faudrait les changer immédiatement après l'intervention et les traiter convenablement, en évitant tout contact direct avec la peau. En Suisse, l'*Ordonnance sur la protection des travailleurs contre les risques liés aux microorganismes (OPTM)* régleme les obligations de l'employeur (Chapitre 2), en particulier en ce qui concerne l'identification des dangers et l'identification du risque. L'art. 5 : "Pour assurer la protection des travailleurs, l'employeur doit, lors de chaque utilisation de microorganismes et de chaque exposition à de telles entités, identifier le danger et évaluer le risque qui y est lié." Dans l'art. 7 : "L'identification des dangers et l'évaluation du risque doivent être effectuées sur la base de toutes les informations disponibles. Il convient en particulier de déterminer : [...]; les propriétés des microorganismes, leur nombre et leur état; [...]". Les connaissances et les normes actuelles rendent actuellement difficile, pour l'entrepreneur, la mise en place de ces mesures pour le personnel de chantier.

Figure 5 – Mesures de précaution sur le chantier

Un ouvrier sur un ancien clos d'équarrissage (on y voit des os enterrés environ il y a 60 ans). Le port de gant, d'une combinaison est conseillé. Un masque respiratoire peut aussi être utile pour éviter d'inhaler des spores de la bactérie.

En bas, un véhicule intervenant sur le site. Les filtres des mécanismes d'air conditionné pourraient concentrer les spores présents dans l'air et donc présenter un risque particulier.



Pour l'environnement (en particulier pour protéger le bétail), il s'agit d'éviter la dissémination de la bactérie, en particulier des spores, notamment par la voie aérienne. Il serait donc déconseillé de travailler sur un tel site en cas de vent important, de climat trop sec ou de procédés soulevant trop de poussières. La création d'un climat artificiel local humide permettrait de contrecarrer la dissémination par voie aérienne. Une solution consisterait premièrement : à mouiller le sol afin de limiter la formation des poussières et deuxièmement : à obtenir une forte humidité dans l'air (par exemple avec un arrosage fin et régulier). Ceci en évitant que le flux d'eau soit trop élevé et devienne capable de transporter, par ruissellement, la bactérie vers l'extérieur du site. Une attention peut aussi être portée à la décontamination du matériel utilisé, qui peut être soit décontaminé chimiquement par des sporicides, soit incinéré convenablement .

Mesures de prévention conseillées :

A la base des mesures de prévention se trouve la connaissance de l'emplacement des sites d'enfouissement : cadastre des sites potentiellement contaminés biologiquement. En Suisse, dans le cadre de la mise en place d'un cadastre des sites contaminés, de plusieurs cantons cherchent à y intégrer les anciens clos d'équarrissages. De ce fait, une estimation du nombre de clos d'équarrissages a pu être fournie par différentes personnes. Il y aurait environ un clos d'équarrissage par commune, soit entre 200-300 pour le canton de Vaud et environ 3000 pour la Suisse. Répertorier ces anciens clos est cependant une tâche rendue difficile par le fait qu'il ne reste que peu de traces de ces sites. La démarche la plus courante pour les répertorier consiste à interroger des personnes âgées dans les communes, qui sont souvent les seules mémoires de ces sites. De plus il est très difficile, sur la base de documents de type historiques, de savoir avec exactitude si une bête morte d'anthrax (ou plusieurs) est effectivement enterrée dans un clos d'équarrissage donné. Il n'existe toutefois pas de normalisation au niveau fédéral concernant les clos d'équarrissages et il pourrait être intéressant de le faire.

Il serait utile de faire un classement du territoire national en fonction de la probabilité d'une contamination à l'anthrax, par exemple, selon les 3 critères suivants :

- 1) **zone sensible**, où de nombreux cas d'anthrax se sont déclarés dans le dernier siècle ou dans les dernières décennies
- 2) **zone peu sensible**, où peu de cas d'anthrax se sont déclarés dans le dernier siècle ou dans les dernières décennies
- 3) **zone potentiellement critique**, où il est possible que des bêtes mortes d'anthrax y aient été enterrées dans le dernier siècle ou dans les dernières décennies

D'autre part, pour l'instant, **aucune certitude n'existe quant à la possibilité d'une contamination des anciens clos d'équarrissages par l'anthrax**. Pour avoir une réponse à la question "Y a-t-il des clos encore contaminés à l'anthrax en Suisse ?" il semble indispensable de faire des analyses bactériologiques sur le terrain. En effet, les connaissances sur le temps de survie de la bactérie dans l'environnement ainsi que les conditions nécessaires à cette survie sont sujettes à discussion dans le monde scientifique. Il s'agirait alors de définir des clos d'équarrissages où tout indique que des bêtes mortes d'anthrax ont été enfouies et y faire des analyses. Mais peu de laboratoires sont équipés pour faire de telles analyses; il est en effet nécessaire de faire partie des laboratoires avec une sécurité maximum pour les microorganismes, le « Niveau de Biosécurité 3 », comme le *Nationales Zentrum für Anthrax (NANT)*, à l'*Institut Vétérinaire de l'Université de Berne* qui possède un tel laboratoire. Des recherches sur la périodicité des apparitions de l'anthrax ainsi que le lien avec des données pédologiques et climatiques pourraient aussi aider à comprendre la diffusion de l'infection.

Conclusions

En conclusion, le risque lié aux clos d'équarrissages en Suisse semble être faible pour l'homme de manière directe, même si ce risque ne peut pas être exclu. Mais, comme le montrent les données historiques, lors d'épidémies d'anthrax animales, des humains sont souvent contaminés. Une réémergence de la maladie chez les animaux pourrait entraîner, comme ça a été le cas en France (VAISSAIRE & AL., 2001) ces dernières années, des cas humains. De plus, comme l'a montré le cas dans un canton suisse en 1985, une erreur de comportement avec une bête morte d'anthrax peut être lourde de conséquences. Il se pourrait aussi que les nouvelles générations d'agriculteurs ne

connaissent plus les terres sur lesquelles le charbon s'est manifesté par le passé (les difficultés à recenser les clos d'équarrissages illustrant bien cette perte d'information avec le temps). Il ne faut donc pas oublier cette maladie, savoir la reconnaître rapidement, et mettre en œuvre des moyens simples et efficaces de la contenir : la vigilance et le souvenir sont la meilleure prévention.

Comme décrit dans l'introduction, la situation mondiale est différente de la situation suisse. Quelles sont les leçons que peuvent tirer d'autres pays, où la maladie est encore présente, de cet exemple suisse ? Premièrement, dans la mesure du possible, il serait intéressant d'incinérer convenablement les bêtes mortes d'anthrax. Cela permet d'éviter que la bactérie (ou les spores) reste dans l'environnement. Cependant, l'incinération nécessite des structures adéquates pour garantir la sécurité : aussi bien lors de l'incinération que lors du transport de la bête morte, afin de ne pas répandre les spores dans l'environnement ou de mettre en danger les travailleurs. Deuxièmement, si les bêtes doivent être enterrées, il semble impératif de veiller à garder ces sites en mémoire, peut-être de manière centralisée, afin d'éviter la situation d'incertitude actuelle en Suisse. En effet, retrouver des anciens clos d'équarrissages 50 ou 100 ans après la fermeture de celui-ci peut s'avérer être extrêmement difficile et soumis à de nombreux obstacles. Se souvenir des lieux où la maladie a sévi permettrait, par exemple, une vaccination du bétail sélective en fonction de la proximité du pâturage avec de tels lieux. D'autre part, la recherche d'un pré-traitement efficace, simple et surtout bon marché de l'animal avant de l'enterrer pourrait être d'un grand intérêt pour des pays comme le Tchad en Afrique, ou dans d'autres pays où l'anthrax est considéré comme étant hyperendémique, et fait chaque années de nombreuses victimes animales et humaines.

Bibliographie

HUGH-JONES, M. (1999) : 1996-97 global anthrax report. *Journal of Applied Microbiology* **87**, pages 189-191.

KUONI, E., ZINDEL, W. (1986) : Milzbrand 1985 in Graubünden. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* **138**, pages 261-267.

RINSOZ, T. (2003) : *Mémoire de recherche pour l'obtention du diplôme d'études postgrades EPFL en Ingénierie et management de l'environnement*. Lausanne.

TURNBULL, PCB., BÖHM, R., COSIVI, O., DOGANAY, M., HUGH-JONES, ME., JOSHI, DD., LALITHA, MK., DE VOS, V. (1999) : *Guidelines for the surveillance and control of anthrax in humans and animals*. Geneva: World Health Organization, 109 pages. (WHO/EMC/ZDI/98/6)

VAISSAIRE, J., MOCK, M., LE DOUJET, C., LEVY, M. (2001) : Le charbon bactérien. Epidémiologie de la maladie en France. *Médecine et maladies infectieuses* **31 Suppl 2**, pages 257-271.

Communications personnels

Prof. M. Guillemin : Institut Universitaire Romand de Santé au Travail (IST)

Prof. H. Haechler : Nationales Zentrum für Anthrax (NANT), à l'Université de Berne.

Prof. H. Harms : Institut d'Aménagement des Terres et des Eaux - Pédologie (IATE/P), à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Site internet :

World Anthrax Data Site : http://www.vetmed.lsu.edu/whocc/mp_world.htm

Adresses des auteurs :

Thomas Rinsoz
Biologiste - Diplômé EPFL en Ingénierie et Management de l'Environnement
Avenue Jomini 6
1004 Lausanne (Suisse)
E-mail: trinsoz@hotmail.com

Mauro Gandolla
Ingénieur dipl. ETH/SIA
ECONS SA
6934 Bioggio (Suisse)
Home page: <http://www.econs.ch>
E-mail: mauro.gandolla@ticino.com

Le rapport de la recherche préliminaire « ANTHRAX - Sites potentiellement contaminés par l'enfouissement de bétail infecté au siècle passé – évaluation de la situation », peut être obtenu chez : ECONS Environmental Engineering: econs@ticino.com