

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 7 juillet 2017

## **AVIS** **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

**relatif à l'évaluation de la présence de spores de *Bacillus anthracis* dans différents milieux (eau, sol, aliments) et l'évaluation du risque pour la santé humaine lié à différentes voies d'exposition (voie respiratoire, cutanée, digestive)**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont publiés sur son site internet.*

---

L'Anses a été saisie le 23 décembre 2016 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : évaluation de la présence de spores de *Bacillus anthracis* dans différents milieux (eau, sol, aliments) et évaluation du risque pour la santé humaine lié à différentes voies d'exposition (voie respiratoire, cutanée, digestive). Avis sur les propositions de mises à jour des préconisations de l'Agence régionale de santé (ARS) Grand-Est.

### **1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

Au cours de l'été 2016, plusieurs foyers animaux de fièvre charbonneuse ont été signalés dans six communes de Moselle. Suite à ces foyers, des recommandations ont été émises par l'ARS Grand-Est à destination de la population des communes concernées et en particulier des personnes travaillant dans les exploitations agricoles ou en contact avec les bovins. La préfecture souhaite actualiser les préconisations qui avaient été émises. Dans ce contexte, la Direction générale de la santé (DGS) a saisi l'Anses pour conduire une évaluation du risque de contamination de l'eau, des sols, de l'alimentation dans les communes concernées par des spores de *Bacillus anthracis*.

Les questions instruites dans l'avis sont les suivantes :

1 / Evaluation du risque de présence de spores de *B. anthracis* dans l'eau :

- évaluation du risque de présence de spores de *B. anthracis* dans les puits privés situés dans les communes concernées et à l'intérieur des bassins hydrologiques, en lien avec la consommation humaine et l'arrosage,
- évaluation du risque de présence de spores de *B. anthracis* dans les étangs privés situés sur les communes concernées et à l'intérieur des bassins hydrologiques, en lien avec les baignades.

2 / Evaluation du risque de présence de *B. anthracis* dans les aliments : les gibiers, champignons, baies et végétaux sur les communes concernées.

3 / Evaluation du risque de présence de *B. anthracis* dans le sol dans les zones concernées, en lien avec l'exposition des travailleurs du BTP, les agriculteurs ou les particuliers pouvant avoir des activités dans ces zones : pique-nique par exemple. En particulier, les situations en lien avec les travaux de terrassement, de labour ou le déballage de bottes de foin provenant des parcelles impactées seront examinées.

4 / Evaluation du risque de présence de spores de *B. anthracis* dans le foin provenant des parcelles concernées, en lien avec l'exposition des animaux pour lesquels la vaccination n'est pas disponible (équidés).

5/ Avis sur les propositions d'actualisation des préconisations émises par l'ARS Grand-Est.

## 2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise collective a été réalisée par le groupe d'expertise collective d'urgence (GECU) « Charbon » créé par décision du 23 mars 2017. Le GECU Charbon s'est réuni à cinq occasions les 6 avril, 18 mai, 1<sup>er</sup> juin, 15 juin et 19 juin 2017.

Les conclusions et recommandations de la synthèse du GECU ont été adoptées au cours de la réunion du 19 juin 2017.

L'expertise collective a fait intervenir des experts des différents domaines d'évaluation des risques liés à l'air, l'eau, les aliments et la santé animale et s'est également appuyée sur les avis scientifiques de l'Afssa et de l'Anses publiés depuis 2008 (Afssa 2008, 2009, Anses 2010a, 2017)

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)). Aucun lien ni conflit d'intérêt n'a été identifié au cours des travaux.

## 3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GECU

### 3.1. Etat des lieux des connaissances sur *Bacillus anthracis* en lien avec l'exposition humaine et animale

La maladie du charbon est une anthroponose qui touche principalement les herbivores et les animaux domestiques. L'Homme est un hôte accidentel qui se contamine directement ou indirectement par l'intermédiaire d'animaux infectés ou de leurs produits.

La maladie humaine est principalement observée en Afrique et en Asie alors que seuls quelques cas sporadiques sont répertoriés en Europe et en Amérique.

Le bacille du charbon est toujours présent dans l'environnement hydrotellurique des zones d'enzootie. Impossible à éradiquer, la maladie du charbon restera toujours une menace pour les troupeaux et pour les Hommes, car elle peut ré-émerger en fonction des évolutions climatiques et écologiques et/ou des activités humaines.

La fièvre charbonneuse (FC ou charbon bactérien animal) est inscrite sur la liste des dangers sanitaires de première catégorie pour les espèces animales (Arrêté du 29 juillet 2013, Ordonnance du 22 juillet 2011). En France, elle survient de manière sporadique (Calavas *et al.* 2009).

### 3.1.1. *Bacillus anthracis*

*B. anthracis* fait partie des bactéries mentionnées par l'arrêté du 30 juin 2010 fixant la liste des micro-organismes et toxines (MOT) prévue à l'article L. 5139-1 du code de la santé publique. La détention, la mise en œuvre et le transport de ces bactéries sont soumis à une réglementation définie par le décret n° 2010-736 du 30 juin 2010 relatif aux micro-organismes et toxines.

Le bacille du charbon appartient à la classe 3 des agents biologiques pathogènes qui regroupe les agents hautement pathogènes ou capables de provoquer des épidémies, mais contre lesquels il existe un traitement ou un vaccin efficace. Les personnes risquant d'être exposées à ce danger biologique doivent être protégées et les manipulations de laboratoire effectuées dans un local confiné. De plus, l'exportation de souches ou de dérivés (acides nucléiques, toxines) doit être déclarée dans le cadre des contrôles des exportations de biens et technologies à double usage.

#### 3.1.1.1. Bactériologie

##### 3.1.1.1.1. Morphologie et caractères culturels

*B. anthracis* est une bactérie à Gram positif, immobile appartenant à la famille des *Bacillaceae*, bactéries sporulantes, constituée notamment des genres *Clostridium* et *Bacillus*. Au cours de son cycle biologique, *B. anthracis* peut se présenter sous deux formes : une forme végétative, le bacille et une forme résistante, la spore. La sporulation de la bactérie se déclenche en conditions de stress, c'est-à-dire une carence nutritive associée à la présence d'oxygène libre. Cette sporulation se déroule à une température comprise entre 18°C et 42°C en atmosphère humide et aboutit à la formation d'une spore ovoïde, non déformante.

La spore constitue la forme infectieuse de la bactérie et peut persister pendant plusieurs dizaines d'années dans le milieu extérieur (« champs maudits »). La forme végétative, obtenue à partir de prélèvements pathologiques, correspond à un bacille isolé ou en courtes chaînettes, immobile, capsulé, aux extrémités carrées, de 3 à 15 µm de longueur et de diamètre supérieur à 1 µm. En culture, ce bacille se présente sous forme de longs filaments à bouts carrés dits en tiges de bambou.

*B. anthracis* est aéro-anaérobie facultatif et la température optimale de croissance se situe entre 30°C et 37°C. Sur milieu solide et à l'air ambiant, les colonies ont un diamètre de 3 à 5 mm, et sont rugueuses (de type Rough) à contours irréguliers, dites en « tête de Méduse ».

##### 3.1.1.1.2. Facteurs de virulence et pathophysiologie

Le pouvoir pathogène de *B. anthracis* repose essentiellement sur la présence de deux plasmides de virulence pXO1 et pXO2, qui contrôlent la synthèse de deux toxines et de la capsule respectivement. Ces toxines mettent en jeu trois protéines : l'antigène protecteur (PA), le facteur oedématogène (EF) et le facteur létal (LF). L'association de ces facteurs avec l'antigène protecteur conduit à la formation de deux toxines selon un modèle de type A-B (Activity-Binding), spécifique de *B. anthracis*. Ces toxines sont à l'origine de la toxémie développée au cours de l'infection.

### 3.1.1.2. Maladie du charbon chez l'Homme

La maladie du charbon est une zoonose à large spectre d'hôtes qui peut affecter la plupart des animaux. Alors que les mammifères herbivores sont très sensibles à l'infection, l'Homme est relativement résistant, mais il peut être infecté s'il est en contact avec des spores suite à une exposition professionnelle (voie cutanée ou respiratoire) ou après la consommation de viande contaminée.

La maladie chez les animaux est enzootique dans des pays à climat semi-désertique. Sa fréquence est faible mais probablement sous-estimée du fait de l'absence de contrôles rigoureux et de déclarations systématiques. La maladie est commune en Afrique, en Asie centrale et du Sud-Est, en Chine, en Inde, au Moyen-Orient, en Europe du Sud et de l'Est et, dans une moindre mesure, sur le continent américain et en Australie. Le développement de la vaccination vétérinaire, la mise en place de mesures d'hygiène et de procédures de stérilisation des produits animaux importés a entraîné une diminution de l'incidence du charbon humain dans les pays développés. Néanmoins, entre 20 000 et 100 000 cas humains seraient observés chaque année dans le monde selon l'Organisation mondiale de la santé (WHO/OIE/FAO 2008).

#### 3.1.1.2.1. Source de contamination de l'Homme

L'Homme est un hôte accidentel du charbon qui peut entrer dans le cycle épidémiologique lors de contact avec des produits provenant d'animaux infectés : laine, cuir, fourrure, poudre d'os, viande.

La maladie du charbon en situation professionnelle peut se présenter sous forme de :

- charbon « non industriel », apparaissant chez les bouchers, les équarrisseurs, les fermiers, les vétérinaires, les personnels de laboratoire vétérinaire, ou les travailleurs en abattoirs,
- et de charbon « industriel » apparaissant chez les personnes employées dans les industries de la laine (*wool sorter's disease*), des poils, de la peau, du cuir ou des os.

La forme « non industrielle » se manifeste habituellement par un charbon cutané. La forme industrielle se manifeste aussi le plus souvent par un charbon cutané et plus rarement par des manifestations pulmonaires. Dans la forme d'inhalation, les poussières chargées de spores sont inhalées alors que lors de la maladie cutanée, l'infection se contracte *via* une petite plaie ou une dermabrasion.

Aucune transmission directe interhumaine de la maladie du charbon n'est décrite dans la littérature.

#### 3.1.1.2.2. Description clinique

La maladie du charbon peut se manifester chez l'Homme selon trois formes cliniques classiques, conditionnées par le mode de contamination : le charbon cutané, le charbon d'inhalation et le charbon digestif. Une nouvelle forme clinique a récemment été décrite chez les usagers de drogue intraveineux (UDI) : la forme injectionnelle (ECDC 2014).

##### 3.1.1.2.2.1. Le charbon cutané

Il s'agit de la forme la plus fréquente, représentant 90 à 95 % des cas.

C'est une maladie qui survient après un contact direct avec des animaux ou des produits animaux contaminés, souvent à l'occasion de travaux agricoles. Cette forme peut également survenir suite à des contacts accidentels en laboratoire ou en milieu ouvert comme lors de l'accident de Sverdlovsk (Bezdenzhnykh and Nikiforov 1980) ou des attentats aux Etats-Unis où le charbon cutané représentait 11 des 22 cas décrits (Grundmann 2014).

Les premières manifestations apparaissent 1 à 12 jours après le contact contaminant, un seul cas serait apparu après 19 jours. Il s'agit au début d'une papule ou d'un papulo-nodule érythémateux, indolore et prurigineux, volontiers confondu avec une piqûre d'insecte. Puis la lésion initiale s'entoure de vésicules au contenu séro-hémorragique qui contiennent de nombreux bacilles. Les précautions standard s'imposent donc pour les soignants intervenant à ce stade. Ces lésions siègent préférentiellement dans les zones exposées : bras, mains, cou, face.

Puis en 24 à 36 h, la lésion centrale s'ulcère et apparaît une escarre à la croûte d'un noir intense, de 1 à 3 cm de diamètre, déprimée et reposant presque toujours sur une base œdémateuse d'une taille plus importante. L'œdème périphérique peut être important et aboutir à une asphyxie lorsque le cou ou la face sont atteints. Les lymphadénopathies régionales, comme la lésion elle-même, ne sont pas douloureuses. La fièvre est rare et modérée lorsqu'elle est présente.

La lésion sèche ensuite, se rétracte et se détache et la croûte tombe dans un délai de 1 à 2 semaines. Il n'y a pas de cicatrice lorsque les lésions sont limitées.

Cette évolution peut ne pas être favorable et se compliquer de septicémie ou de méningite, avec dans ce cas une létalité d'environ 20 %. La létalité globale reste inférieure à 1 % avec un traitement antibiotique adapté.

Les complications générales peuvent être une anémie hémolytique avec insuffisance rénale chez l'enfant, une coagulopathie, une hyponatrémie.

#### 3.1.1.2.2. *Le charbon d'inhalation*

Jusqu'en 2001, cette forme était considérée comme une maladie rare cantonnée à certaines professions exposées. Seulement 18 cas avaient été décrits aux USA entre 1900 et 1976 et 9 cas entre 1950 et 2001 et ils concernaient des trieurs de laine ou des tanneurs principalement ainsi que deux cas de contaminations en laboratoire (Bales *et al.* 2002a). Le charbon d'inhalation était connu en Europe comme la « maladie des chiffonniers ».

Compte tenu de la physiopathologie de ce mode d'infection, la durée d'incubation est très variable : de 4 à 6 jours en 2001 aux USA, mais de 2 à 43 jours à Sverdlovsk. Les données expérimentales obtenues chez le singe suggèrent qu'elle pourrait aller jusqu'à 100 jours.

La maladie se déroule ensuite en deux phases :

- La première qui dure de quelques heures à 6 jours, 48 h en moyenne, est celle d'un syndrome pseudo-grippal avec des signes peu spécifiques.
- La deuxième phase, fulminante, apparaît dans certains cas après une phase d'amélioration transitoire. L'état du malade s'aggrave très rapidement avec une fièvre élevée et des sueurs, une cyanose et une tachypnée, une tachycardie et des signes de choc. L'évolution est dès lors rapide (moins de 24 heures) vers le décès, le plus souvent. La létalité est classiquement très élevée de 89 à 96 % dans les épisodes antérieurs à 2001, y compris lors de l'accident de Sverdlovsk. La létalité était réduite à 45 % pour les 11 cas de 2001 (attentats aux Etats-Unis), probablement grâce à une alerte et à une optimisation de la prise en charge précoce.



L'infection n'est pas contagieuse, il n'a jamais été observé de cas secondaires et les sujets en contact avec des malades ne nécessitent pas de mesures particulières.

La méningite hémorragique est une forme de complication de toutes les formes du charbon dès lors qu'il y a bactériémie. Elle est néanmoins beaucoup plus fréquente dans les cas de charbon d'inhalation.

#### 3.1.1.2.2.3. *Le charbon digestif*

C'est sûrement la forme la plus mal connue malgré la survenue de plusieurs épidémies dans des pays comme l'Ouganda, le Zimbabwe, la Thaïlande, la Turquie ou la Bulgarie (ECDC and EFSA 2015). Il est difficile de déterminer si la contamination se fait plutôt par ingestion de spores que de formes végétatives.

Les cas font suite à l'ingestion de viande contaminée crue ou insuffisamment cuite. La viande séchée est également à risque. Deux formes sont possibles, en fonction du site de germination des spores :

- Forme oro-pharyngée. Son incubation est de 2 heures à 5 jours. Elle se caractérise par une fièvre élevée, température supérieure à 39,5°C et une ulcération pharyngée ou œsophagienne avec dysphagie.
- Forme intestinale. Dans les 15 à 72 heures suivant le repas contaminant apparaissent : une fièvre avec une température supérieure à 39°C, des nausées, vomissements et un malaise général pouvant être confondu, au début, avec une gastro-entérite banale, suivis rapidement d'une diarrhée hémorragique ou d'un melaena, d'un abdomen aigu avec sepsis dont les manifestations se rapprochent de celles des deux autres voies de contamination. Ces manifestations correspondent à l'existence de lésions nécrotiques extensives, principalement de l'iléon terminal ou du cæcum, avec un œdème local qui s'étend au mésentère, et des adénopathies mésentériques.

Fréquemment mortelles sans traitement, ces formes sont responsables d'une létalité de 0 à 29 % après traitement antibiotique.

#### 3.1.1.2.2.4. *Le charbon par injection*

Une quatrième forme clinique de la maladie du charbon a été décrite pour la première fois en Norvège en 2000 chez un patient UDI : le charbon par injection (Hanczaruk *et al.* 2014). Au niveau clinique, cette forme débute par une infection sévère des tissus mous au niveau du site d'injection 1 à 10 jours après l'administration de la drogue, allant d'une tuméfaction substantielle jusqu'à l'œdème cutané et la nécrose. Des complications systémiques, après l'infection progressive des tissus mous, peuvent aboutir à une coagulopathie, un choc septique, une toxémie et une défaillance multi-viscérale.

#### 3.1.1.2.3. Traitement

##### 3.1.1.2.3.1. *Antibiothérapie*

L'antibiothérapie doit être mise en place le plus précocement possible. Elle doit être précédée des prélèvements bactériologiques à visée diagnostique afin de permettre l'isolement de la souche

pour identification et réalisation d'un antibiogramme. Le traitement est ensuite adapté en fonction de l'identification de la souche, des résultats de l'antibiogramme et de la sensibilité de la personne infectée (enfant, femme enceinte, sujet âgé).

Pour le charbon cutané, le traitement repose sur l'administration, par voie orale, pendant une dizaine de jours, d'amoxicilline, de doxycycline ou de ciprofloxacine.

Pour le charbon d'inhalation, le traitement repose également sur la prise *per os* de doxycycline, de ciprofloxacine voire d'amoxicilline aux mêmes doses que celles utilisées pour le charbon cutané mais pendant une période de 60 jours, en raison des possibilités de germination tardive des spores retenues au niveau des macrophages alvéolaires pulmonaires.

#### 3.1.1.2.3.2. *Antibiorésistance*

*B. anthracis* est naturellement sensible à de nombreux antibiotiques : la pénicilline fut longtemps l'antibiotique de choix, mais des résistances naturelles sont observées pour 10 % des souches. *B. anthracis* est sensible aux fluoroquinolones, aux tétracyclines, aux aminoglycosides, aux glycopeptides et au chloramphénicol. Les seules résistances décrites sont celles de souches résistantes à la pénicilline G, à l'amoxicilline, aux céphalosporines et la résistance naturelle au cotrimoxazole.

#### 3.1.1.2.3.3. *Traitement non spécifique*

L'antibiothérapie doit être associée, si nécessaire, à des mesures symptomatiques, notamment de réanimation dans la phase aiguë.

Pour le charbon cutané, la désinfection et la protection de la plaie doivent faire l'objet d'une antiseptie rigoureuse.

#### 3.1.1.2.4. Prévention

##### 3.1.1.2.4.1. *Réglementation*

En France, la maladie du charbon est une maladie à déclaration obligatoire depuis 2001. Tout cas probable ou confirmé doit être signalé immédiatement à l'ARS. Une investigation doit alors être mise en œuvre pour confirmer la maladie, identifier d'autres cas, identifier la source d'exposition et la population exposée. Un traitement antibiotique préventif doit être mis en œuvre en cas de contact avec des animaux morts de charbon ou lors d'autopsie sans mesure de protection adéquate (InVS 2005, Piroth *et al.* 2011).

##### 3.1.1.2.4.2. *Vaccins*

Aucune vaccination n'est disponible pour l'Homme en France.

### 3.1.1.3. Relation dose réponse chez l'Homme

Peu d'éléments sont disponibles pour évaluer la relation dose-réponse des différentes formes. Pour la forme digestive, les données disponibles concernent principalement les animaux et leur pertinence est discutable pour l'Homme. Concernant l'Homme, des travaux (WHO/OIE/FAO 2008, Xu *et al.* 2006) suggèrent, sur dires d'experts, que l'ingestion d'une dose élevée ( $10^6$  spores) est nécessaire pour entraîner une infection digestive à *B. anthracis*. Cette publication reste isolée. La probabilité d'infection par voie cutanée ou respiratoire serait supérieure pour cette dose ( $10^6$  spores) (Erickson and Kornacki 2003, Toth *et al.* 2013, WHO/OIE/FAO 2008).

En conclusion, il n'existe pas de données chez l'Homme permettant de caractériser une relation dose-réponse pour l'évaluation du risque.

### 3.1.1.4. Description de la maladie chez l'animal

Le charbon est une maladie de répartition mondiale. En France, la fièvre charbonneuse (FC ou charbon bactérien animal) est inscrite sur la liste des dangers sanitaires de première catégorie pour les espèces animales (2013, 2011), donnant lieu à l'application de mesures de police sanitaire.

#### 3.1.1.4.1. Source de contamination chez les animaux

Les conditions climatiques et géologiques jouent un rôle important dans le cycle du bacille qui comprend une phase sporulée dans l'environnement et une phase végétative chez l'hôte. Les herbivores contractent la maladie par ingestion de spores provenant du sol ou d'eaux de ruissellement. En période sèche et d'herbe rase, ils sont plus facilement en contact avec les spores du sol qui pénètrent par des micro-abrasions de la peau et des muqueuses. Les spores peuvent se retrouver à la surface du sol, en cas de travaux de drainage ou de terrassement, d'inondations, ou de fortes pluies provoquant un ravinement concentrant les spores au niveau des dépressions. Les animaux touchés sont principalement ceux en pâture sur parcelles contaminées, lors d'alternance de périodes sèches et de fortes précipitations, notamment. Les parcelles contaminées sont également appelées « champs maudits ». Les carnivores peuvent être touchés suite à la consommation de viande contaminée (Madani *et al.* 2010).

L'animal mort répand dans le sol les bacilles qui sporulent au contact de l'oxygène de l'air. Les charognards, se nourrissant sur les carcasses infectées, dispersent les spores dans l'environnement. Les spores libérées par le cadavre infecté de l'animal restent dans le sol, puis sont, soit remontées en surface, par exemple par les vers de terre, soit emportées par les eaux de ruissellement ou par le vent. La transmission de la maladie du charbon peut quelquefois se faire par l'intermédiaire de mouches piqueuses ou de moustiques ; ce phénomène n'a pas été décrit en France. Chez l'animal, le charbon est dit « interne » quand les spores sont ingérées ou inhalées, et « externe » quand elles sont inoculées à travers la peau.

Il n'y a pas de transmission directe d'un animal malade à un autre, excepté chez les carnivores qui consomment une carcasse contaminée.

Les sources de contamination permanentes sont les sols contaminés par les spores provenant d'animaux malades ou de leurs cadavres. Les sources de contamination occasionnelles sont les animaux malades (le sang, les excréments) et leurs produits (viscères, viandes, os, peaux, phanères) et les fourrages récoltés sur des parcelles contaminées.



#### 3.1.1.4.2. Durée d'incubation

Chez les bovins, les symptômes apparaissent après une courte période d'incubation de 1 à 14 jours en moyenne, parfois jusqu'à 20 jours. Chez les ovins, elle peut être de 24 h. Chez les carnivores, elle est de 3 à 5 jours et parfois jusqu'à 14 jours. Chez les animaux de laboratoire sensibles, la période d'incubation varie de 36 à 72 heures. Chez les porcins, l'infection expérimentale orale avec la souche Ames a induit une incubation entre 1 à 8 jours alors que chez les singes rhésus la durée d'incubation varie entre 20 et 50 heures pour respectivement une dose infectante de  $10^5$  et  $5.10^{10}$  spores.

#### 3.1.1.4.3. Description clinique

Après ingestion, les spores sont transportées jusqu'aux ganglions lymphatiques régionaux. Les spores germent et les bacilles se multiplient dans les ganglions et la rate, avant de se disséminer et de libérer les toxines menant rapidement à la mort.

De nombreuses espèces de mammifères, domestiques ou sauvages, sont sensibles à *B. anthracis*, en particulier les herbivores. Les oiseaux sont moins sensibles. Cette maladie se manifeste souvent par une mortalité rapide et très soudaine dans les cheptels infectés. Le plus souvent, la présentation clinique, chez les herbivores, est celle d'un animal ou de plusieurs animaux trouvés morts en pâture et qui étai(en)t en bonne santé la veille. Les espèces par ordre de sensibilité décroissante à l'infection sont les suivantes : ovins, bovins, équins et porcins. Chez le mouton on observe des formes foudroyantes qui peuvent être confondues avec des intoxications aiguës : l'animal meurt d'un choc en moins de 12 heures sans avoir présenté de signe spécifique d'infection charbonneuse.

La maladie est principalement provoquée par les exotoxines. Elle a une évolution septicémique souvent compliquée par un syndrome toxique. Plusieurs formes suraiguë, aiguë, subaiguë et rarement chronique de la maladie sont rapportées. Les signes cliniques peuvent être pratiquement absents dans les formes suraiguë et aiguë de la maladie. La forme subaiguë peut s'accompagner de fièvre, dépression, prostration, suivies de la mort de l'animal.

Les symptômes et lésions dépendent de la forme de la maladie, qui varie selon la voie de contamination. La forme aiguë est la plus fréquente chez les ruminants, la mortalité est brutale. Une atteinte brusque de l'état général peut être observée avec un arrêt de la sécrétion lactée, une hyperthermie de 41 °C à 42 °C, de la dyspnée, une tachycardie, de la congestion voire une cyanose des muqueuses, parfois des coliques accompagnées de ténesme et de diarrhée fétide et sanguinolente, hématurie, tremblements et convulsions puis mort de l'animal, avec parfois des hémorragies par les orifices naturels. La contamination par voie respiratoire est plus rare et conduit à la forme respiratoire qui est souvent suraiguë.

Un diagnostic de suspicion est émis à la suite d'une mortalité brutale correspondant à la forme aiguë ou suraiguë sans symptôme spécifique.

L'animal mort présente un gonflement abdominal, des hémorragies au niveau des orifices naturels, le sang est incoagulable. Si le diagnostic clinique de suspicion repose sur les symptômes, le diagnostic de confirmation est réalisé par l'isolement de *B. anthracis* par culture ou par amplification génique par PCR des séquences plasmidiques codant pour les toxines de *B. anthracis*. Les prélèvements de choix sont le sang, la rate, le lait et le muscle, lorsque les organes internes ne sont pas disponibles. La mise en culture doit être très rapide car la présence d'un grand nombre de micro-organismes contaminants rend difficile, voire impossible, l'isolement.

#### 3.1.1.4.4. Traitement

Le traitement antibiotique des animaux fébricitants prévient l'apparition de symptômes et limite la mortalité.

#### 3.1.1.4.5. Prévention

##### 3.1.1.4.5.1. Mesures d'hygiène et gestion des cadavres

Comme la sporulation se produit au contact de l'air, il faut éviter d'ouvrir les carcasses d'animaux morts de la maladie du charbon. Celles-ci doivent être détruites dans des incinérateurs dont les paramètres sont maîtrisés et contrôlés.

L'enfouissement en présence de chaux vive est à proscrire.

Les spores de charbon sont très résistantes dans l'environnement : résistantes aux biocides, à l'irradiation et à la chaleur. La décontamination et la désinfection des locaux et du matériel par la stérilisation à l'autoclave ou l'utilisation de biocides sporicides (glutaraldéhyde, formaldéhyde, peroxyde d'hydrogène, acide peracétique, hypochlorite de sodium) sont des éléments essentiels dans la lutte contre la maladie du charbon.

##### 3.1.1.4.5.2. Vaccination

La vaccination est le mode de prévention le plus efficace, en particulier chez les animaux vivant dans les zones où des foyers ont eu lieu par le passé. Lors de foyer, la vaccination des animaux sains permet de stopper l'infection dans un cheptel (InVS 2005).

Actuellement, aucun vaccin contre le charbon ne dispose d'une autorisation de mise sur le marché en France. Afin de répondre à un besoin, il est possible d'avoir recours à des vaccins disposant d'une autorisation de mise sur le marché dans un pays européen par le biais d'une procédure d'importation (articles R5141-123 à R5141-123-5 du code de la santé publique).

Un vaccin disposant d'une autorisation de mise sur le marché en Espagne est produit et commercialisé. Il s'agit du vaccin Antravax<sup>®</sup> produit par SYVA : il contient la souche vivante Sterne 34F2 de *B. anthracis* et de l'hydroxyde d'aluminium est utilisé comme adjuvant.

- Bovins, ovins

Le vaccin Antravax<sup>®</sup> autorisé par les autorités espagnoles est destiné aux bovins et aux ovins. Le schéma vaccinal prévoit la vaccination des animaux à partir de l'âge de 3 mois (2 ml pour les bovins, 1 ml pour les ovins) et un rappel annuel avec une même dose de vaccin (sauf pour les zones d'endémie où un rappel est recommandé tous les 6 mois). L'efficacité de la vaccination est démontrée trois semaines après l'administration d'une dose et persiste pendant 12 mois.

- Caprins, équidés

Le vaccin Antravax<sup>®</sup> ne dispose pas d'AMM pour les caprins et les équidés. Pour ces deux espèces, l'usage du vaccin ne peut donc s'envisager que par le principe de la « cascade », au titre de l'article L. 5143-4 du code de la santé publique. S'agissant de vaccins, le recours à la « cascade » ne doit cependant pas revêtir un caractère systématique (ANMV / Groupe de travail – Applicabilité de la cascade aux vaccins – relevé d'avis de la réunion du 21 février 2006). Le vétérinaire devra procéder, avec le propriétaire, à une évaluation du bénéfice/risque avant de décider d'une vaccination sur ces espèces.

### 3.1.2. Données épidémiologiques

#### 3.1.2.1. Chez l'Homme

Entre octobre 2001 (date de la réinscription du charbon sur la liste des maladies à déclaration obligatoire (DO)) et juin 2016, 7 cas humains, tous cutanés, ont été déclarés en France (Source : Santé publique France):

- 2 cas étaient des voyageurs infectés hors de France ;
- 3 cas sont survenus en Moselle chez des personnes ayant manipulé un même bovin charbonneux en 2008 ;
- 1 cas a été diagnostiqué en 2012 chez un UDI après l'injection d'héroïne contaminée par des spores de charbon. Ce cas est survenu dans un contexte d'épidémie internationale, avec des cas diagnostiqués en Allemagne et au Royaume-Uni. Ce patient a été le seul cas identifié en France durant cette épidémie ;
- 1 cas possible selon la définition de la DO, non confirmé biologiquement, est survenu dans le contexte d'une épizootie de durée et d'amplitude inhabituelles en Moselle en 2016.

Parmi les pays de l'Union européenne, 74 cas confirmés de charbon ont été déclarés entre 2008 et 2014, avec une fréquence de 1 à 32 cas par an. Une part importante des cas était liée à l'épidémie survenue chez des UDI (ECDC 2014).

#### 3.1.2.2. Chez l'animal

Durant les 18 dernières années, plus d'une centaine de foyers de fièvre charbonneuse principalement bovins, avec confirmation par isolement de *B. anthracis*, ont été enregistrés en France dans 15 départements avec une moyenne annuelle de 5 à 10 foyers. Tous sont survenus dans des départements où des foyers avaient été enregistrés auparavant.

Si le nombre de foyers annuel est resté limité et stable de 1999 à 2007, en 2008, 23 foyers ont été enregistrés : un épisode de 21 foyers dans le Doubs (Calavas *et al.* 2009), 1 dans le Cantal et 1 en Aveyron. En 2009, 21 foyers ont été enregistrés, dont un épisode de 17 foyers en Savoie (Madani *et al.* 2010). L'année 2009 a été aussi marquée par la survenue de cas chez des chèvres et des chevaux, espèces rarement touchées dans le passé. Le nombre relativement important de foyers dans le Doubs et en Savoie n'est à ce jour pas totalement expliqué, mais est sans doute à mettre en relation avec l'historique de fièvre charbonneuse dans les zones touchées et également avec les conditions météorologiques pour la période concernée (Madani *et al.* 2010).

Le tableau 1 présente le bilan des foyers charbonneux enregistrés par le Laboratoire national de référence (LNR) en France entre 1999 et 2017.

Tableau 1 : Bilan des foyers charbonneux animaux enregistrés par le LNR en France entre 1999 et 2017

Année	Département	Nombre de cas confirmés*	Nombre de foyers /département	Nombre total de foyers /année
1999	Côte-d'Or	4	4	5
	Lozère	1	1	
2000	Côte-d'Or	2	1	5
	Savoie	8	3	
	Cantal	1	1	
2001	Mayenne	1 équin	1	3
	Aveyron	1	1	
	Puy-de-Dôme	1	1	
2002	0	0	0	0
2003	Cantal	2	2	7
	Puy-de-Dôme	3	3	
	Côte-d'Or	1	1	
	Doubs	1	1	
2004	Saône-et-Loire	3	3	3
2005	Savoie	1	1	2
	Saône-et-Loire	1	1	
2006	Cantal	2	2	3
	Savoie	1	1	
2007	Savoie	1	1	6
	Jura	1	1	
	Lozère (origine de l'animal Aveyron en estive)	1	1	
	Cantal	2	2	
	Meurthe-et-Moselle	1	1	
2008	Cantal	1	1	23
	Doubs (10 communes)	21	21	
	Moselle	1	1	
2009	Côte-d'Or	1	1	21
	Aveyron	2 (1 bovin, 1 caprin)	1	
	Puy-de-Dôme	1	1	
	Savoie (11 communes)	1 (15 bovins, 2 chevaux)	17	
	Isère	1	1	

Année	Département	Nombre de cas confirmés*	Nombre de foyers /département	Nombre total de foyers /année
2011	Aveyron	2	1	4
	Cantal	1	1	
	Doubs	1	1	
	Puy-de-Dôme	2	1	
2010 et 2012		0	0	0
2013	Haute-Marne	1	1	1
2014 et 2015		0	0	0
2016	Moselle	12	7	8
	Cantal	1	1	
2017	Haute-Marne	5	1	1

### 3.1.3. Méthode de détection et de diagnostic

#### 3.1.3.1. Prélèvements biologiques

##### 3.1.3.1.1. Diagnostic chez l'Homme

Le tableau clinique du charbon humain n'étant pas spécifique, hormis la forme cutanée, la maladie doit être évoquée, si tableau concordant, en cas de profession à risque, d'usage de drogue intraveineuse, d'enzootie ou de menace terroriste.

##### 3.1.3.1.1.1. Diagnostic bactériologique

*B. anthracis* peut être mis en évidence à partir de différents types de prélèvements : pus, sang, liquide cérébro-spinal (LCS), LCR, liquide pleural, écouvillonnage d'escarres ou écouvillonnage nasal. Son identification repose sur des techniques bactériologiques, moléculaires et immunologiques. L'antibiothérapie, préalable aux prélèvements, rend souvent difficile sa mise en évidence. Compte tenu de sa pathogénicité, et en cas de suspicion, l'identification de ce bacille doit être réalisée par des laboratoires spécialisés, dans des conditions de niveau de sécurité biologique 3.

##### 3.1.3.1.1.2. Identification en spectrométrie de masse MALDI-TOF (Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-Of-Flight)

La spectrométrie de masse MALDI-TOF est réalisée à partir de cellules totales ou d'extraits cellulaires totaux. Pour cet agent biologique de classe 3, il est important d'utiliser une méthode d'extraction en milieu liquide suivie d'une filtration et de s'assurer de l'inactivation et de l'élimination des spores résiduelles avant de réaliser le dépôt sur les cibles MALDI. Des études ont montré que les performances diagnostiques de la spectrométrie de masse MALDI-TOF appliquées aux formes végétatives de *B. anthracis* permettent d'accorder une grande confiance à cette méthode de diagnostic, la principale difficulté étant de différencier les espèces à l'intérieur du groupe *B. cereus*. La détection du bacille du charbon peut également être réalisée sur les toxines et leur activité en MALDI-TOF ou sur les spores par des techniques de spectrométrie de masse autres que le MALDI-TOF.



### 3.1.3.1.1.3. *Diagnostic moléculaire*

Aucun test bactériologique n'étant absolument spécifique, le diagnostic moléculaire constitue une aide précieuse à l'identification. Depuis quelques années, de nombreuses techniques par PCR conventionnelle puis en temps réel ont été développées. Ces techniques sont basées sur la détection spécifique de marqueurs chromosomiques et de marqueurs plasmidiques de virulence.

### 3.1.3.1.1.4. *Diagnostic immunologique*

Il existe également des tests rapides immunologiques de type ELISA, qui permettent de détecter les antigènes notamment PA, EF et LF ou les anticorps spécifiques dirigés contre ces antigènes. Ces tests ont une grande utilité en cas d'absence d'isolement de la bactérie, lors d'enquêtes épidémiologiques humaines ou animales ou lors d'évaluation vaccinale.

### 3.1.3.1.1.5. *Diagnostic par détection ultrasensible des toxines*

La détection ultrasensible de l'antigène EF par détection de la production de cAMP (Cyclic adenosine monophosphate) ultrasensible en ELISA est possible à des niveaux femtomolaires. La détection de LF peut se faire après immunocapture couplée à l'exposition d'un peptide portant un site de clivage. La détection du peptide clivé se fait en spectrométrie de masse.

### 3.1.3.1.2. Méthodes de diagnostic en santé animale (appliquées au LNR)

La bactérioscopie et l'étude des caractères biochimiques, ainsi que les techniques de PCR multiplexe spécifiques sont utilisées pour l'identification et la confirmation de l'espèce *B. anthracis*.

L'identification présomptive de *B. anthracis* en laboratoire est basée sur la coloration de Gram d'un frottis réalisé à partir d'une lésion cutanée (sérosités ou escarre) ou d'un prélèvement liquide ou de tissus (sang, organe). La présence de bactéries en forme de bâtonnets organisés en chaînes (tige de bambou) à Gram positif capsulés et parfois sporulés est évocatrice de la présence de *B. anthracis*.

Des milieux sélectifs (PLET AGAR) peuvent être utilisés pour la recherche de *B. anthracis* sur des prélèvements polycontaminés ou sur des prélèvements de sol.

Les espèces du genre *Bacillus* ne possèdent pas d'exigences culturelles particulières et se développent sur des milieux ordinaires. Le diagnostic bactériologique est réalisé par la mise en culture des échantillons (sang, organes) sur milieux de culture synthétiques supplémentés, principalement sur gélose au sang. Le temps de croissance est rapide (18 à 24 heures d'incubation à 37° C). On observe des colonies blanc-grisâtre rugueuses à bord irrégulier, non hémolytiques. La bactérioscopie réalisée sur ces colonies montre des bacilles formant des spores, Gram positif.

*B. anthracis* est immobile, ce caractère est vérifié par mise en culture sur une gélose molle.

L'identification de l'espèce est réalisée par PCR spécifique ciblant des séquences correspondant aux gènes de virulence de *B. anthracis*.

La recherche de *B. anthracis* est également réalisée directement sur ADN extrait d'organe ou de sang d'animaux par PCR spécifique des gènes de virulence.

### 3.1.3.2. Prélèvements environnementaux

#### 3.1.3.2.1. Méthode de détection des *B. anthracis* dans les eaux

*B. anthracis* n'est pas classiquement recherché par les laboratoires chargés du contrôle sanitaire des eaux, aussi bien dans les eaux d'alimentation que dans les eaux environnementales (eaux de surface, eaux souterraines).

Dans le domaine de l'eau, la détection de *B. anthracis* peut être réalisée par les laboratoires du réseau Biotox-Eaux. Les laboratoires de ce réseau disposent de capacités techniques permettant la prise en charge d'échantillons en urgence provenant de localisations géographiques éloignées et la réalisation d'analyses rapides sur des paramètres spécifiques présentant potentiellement un risque sanitaire pour la population. Ces laboratoires, dits laboratoires d'astreinte, assurent en permanence une astreinte opérationnelle et peuvent être sollicités 24h/24h par les ARS ou les services préfectoraux pour effectuer les prélèvements et les analyses.

La détermination de la concentration de *B. anthracis* dans les eaux se fait le plus souvent par une méthode de filtration sur des volumes d'eaux variables. Ainsi par exemple, les laboratoires du réseau Biotox-eaux, utilisent une membrane de filtration dont le diamètre des pores est inférieur à la taille des bactéries, ce qui permet de les retenir mécaniquement. La méthode consiste à filtrer par dépression un volume d'eau potentiellement contaminée à travers une membrane en polycarbonate de porosité de 0,22 µm. Les bactéries sont retenues sur la membrane, puis éluées et remises en suspension dans une solution tamponnée au phosphate. Le volume d'eau analysé est compris entre 1 et 10 L. Ce principe peut être employé également sur des eaux plus chargées en matières en suspension (MES). Cependant dans ce cas le volume analysé est plus faible (1 L).

Un principe analytique basé sur l'utilisation de l'association de deux filtres différents (cartouche et membrane de filtration) a été évalué par Perez *et al.* (2005) sur une souche Sterne (souche vaccinale) de *B. anthracis* inoculée dans des volumes de 10 L. Les auteurs ont montré qu'il était possible de détecter par culture environ 70 spores après filtration de 10 L d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) artificiellement dopées. Lindquist *et al.* (2007), ont testé plusieurs protocoles de concentration par ultrafiltration (UF) sur fibre creuse « Hollow Fiber » sur différentes souches de *Bacillus* (*B. anthracis* souche Sterne et *B. atrophaeus subsp. globigii*) ajoutées dans des échantillons de 100 litres d'EDCH de manière à travailler avec des concentrations finales de 1 à 10 spores par L. La détection des spores était faite sur gélose spécifique après ensemencement de 0,1 mL de concentrât (1mL final obtenu après filtration). En termes de rendement, les auteurs signalent des résultats compris entre 5% et 43% pour la souche de *B. anthracis* selon le procédé d'éluion employé et de 0 à 29% pour la souche de *B. subsp. globigii*. En 2009, Francy *et al.* (2009) ont évalué un procédé analytique équivalent sur 100 L d'EDCH en employant cette fois-ci un procédé de détection moléculaire PCR comparé parallèlement au procédé de culture sur gélose. Différentes quantités de spores ont été testées (entre 500 et 50 000 spores). Les auteurs indiquent des rendements entre 4% et 87% et une détection de génomes dans plus de 92% des échantillons préparés. En 2011, L'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US EPA) publie un rapport comparatif sur des protocoles d'ultrafiltration concernant la détection de *B. anthracis* souche Sterne et *B. atrophaeus subsp. globigii* dans des eaux d'alimentation artificiellement contaminées. La détection est faite par culture sur gélose. Les conclusions mettent en évidence que les deux systèmes semblent globalement équivalents avec un rendement légèrement meilleur pour le protocole de l'US EPA (rendement >60%). Humrighouse *et al.* (2015) évaluent une méthode automatisée permettant la concentration de spores dans 100 L d'eau d'alimentation sur fibres creuses et démontrent qu'ils sont capables de déceler approximativement 6 *B. anthracis* UFC /100L avec un intervalle de confiance associé à 95% compris entre 4,8 et 8,4. Il est important de signaler que le volume d'eau analysé lors de l'utilisation des systèmes de filtration membranaire quels qu'ils soient sera limité lors de la recherche des spores dans des eaux environnementales

contenant de forte quantité de matières en suspension (MES). Ainsi, la filtration d'un volume supérieur à 1 L sur une membrane de 0.45 µm est difficile en raison du colmatage du filtre.

Il en est de même avec les systèmes d'ultrafiltration décrits ci-dessus. Sur des eaux prélevées dans l'environnement, il ne peut être envisagé de filtrer des volumes de 100 L pour les raisons citées ci-dessus. La présence de MES dans le concentrât pourra par ailleurs provoquer une interférence avec la méthode de détection employée après concentration, qui peut conduire à des résultats de faux négatifs. Ce dernier point est relayé par Perez *et al.* (2005) qui ont effectué des essais sur des eaux de rivières. Dans cette étude, les auteurs mentionnent la difficulté d'utiliser la méthodologie sur des eaux riches en flore bactérienne.

Différents procédés plus ou moins complexes peuvent être employés pour détecter *B. anthracis* dans le concentrât. L'étape de détection peut cibler soit une fraction du micro-organisme (paroi, génome, par exemple), soit le micro-organisme dans son intégralité après multiplication de ce dernier le plus souvent sur un milieu de culture spécifique. Il est important de préciser que selon le principe analytique employé, le résultat obtenu n'aura pas la même signification. Ainsi par exemple la détection de génome par Polymérase Chain Reaction (PCR) ne permet pas d'indiquer l'état de viabilité du micro-organisme mis en évidence, puisqu'il est possible d'amplifier le génome de micro-organismes viables ou non avec ce type de méthodologie. De fait, il est important de sélectionner le principe analytique à mettre en œuvre bien en amont de l'analyse en tenant compte de l'information que l'on souhaite obtenir (présence, absence, détermination d'une quantité, détermination de la viabilité du micro-organisme par exemple).

Les laboratoires du réseau de surveillance utilisent pour la recherche en urgence de *B. anthracis* dans les eaux des outils moléculaires (PCR) qui ciblent des fragments génomiques du pathogène. Ces protocoles sont sensibles, spécifiques, quantitatifs et permettent d'obtenir une réponse rapide (quelques heures). Le pyroséquençage des fragments génomiques amplifiés est fait lors de l'obtention de résultats positifs afin de confirmer leur appartenance à l'espèce ciblée. L'utilisation d'outils moléculaires a été relayée au travers de la littérature par différents auteurs tels que Perez *et al.* (2005) ou Franczy *et al.* (2009). En termes de sensibilité, la PCR s'avère, selon Franczy *et al.* (2009), équivalente à la méthode de culture utilisée. Pour Perez *et al.* (2005), la PCR est moins sensible (facteur 10) que le procédé de culture utilisé. Cette différence peut être expliquée par la différence de volume de prise d'essai employé et ajouté dans le volume réactionnel de chaque méthode et qui est nettement moindre lorsque la PCR est utilisée. Dans le protocole appliqué par les laboratoires d'astreinte, la culture de *B. anthracis* sur gélose est faite généralement en seconde intention après que l'échantillon a été confirmé positif en PCR. Différents milieux de culture plus ou moins sélectifs peuvent être employés. Notons enfin que des tests rapides immuno-enzymatique sur bandelettes chromatographiques peuvent être également employés. Cependant ces tests rapides (15 minutes) sont peu sensibles. Ils sont de fait réservés à la détection sur matrice concentrée, retrouvée sur site par les laboratoires d'astreinte (poudre, laitance, produits chimiques, par exemple).

Différents procédés plus ou moins complexes peuvent être employés pour détecter *B. anthracis* dans l'eau. Mais il n'existe pas, à ce jour, de méthode normalisée pouvant être préconisée pour une recherche spécifique de *B. anthracis* dans l'eau.

#### 3.1.3.2.2. Méthode de détection des *B. anthracis* dans les sols et les sédiments

La présence de communautés microbiennes abondantes et complexes, comprenant en particulier des niveaux élevés de *B. cereus* très proche génétiquement de *B. anthracis*, est parmi les difficultés majeures associées à sa détection dans le sol ou les sédiments. Un traitement thermique (de 10 à 30 min à des températures comprises généralement entre 65°C et 80°C) ou

une exposition à une solution d'éthanol permet d'inactiver les formes végétatives. Le milieu gélosé Polymyxine-Lysozyme EDTA- acétate de thallium (PLET) est souvent proposé pour la numération sélective ou l'isolement de *B. anthracis*, mais requiert une confirmation de l'appartenance des souches isolées à l'espèce *B. anthracis* (WHO/OIE/FAO 2008). Les méthodes moléculaires nécessitent l'extraction des acides nucléiques des échantillons de sols ou de sédiments dont l'efficacité (variable) a été évaluée dans de nombreux articles. Les amorces pour les tests de PCR ou de PCR en temps réel ciblent soit les séquences des gènes de virulence situés sur les plasmides pXO1 et pXO2, soit des séquences chromosomiques spécifiques de *B. anthracis*, qui restent cependant difficiles à repérer en raison de la très grande proximité génétique avec *B. cereus*, déjà mentionnée. Irengé and Gala (2012) ont présenté une synthèse des différentes options envisagées pour la détection de *B. anthracis* dans des échantillons environnementaux.

A titre d'exemple, Dragon and Rennie (1995) ont procédé à la détection de *B. anthracis* dans 250 échantillons de sols prélevés dans une zone récemment touchée par un épisode de charbon. Leur procédure incluait une séparation des spores grâce à un gradient de densité, un étalement sur milieu PLET et une confirmation de 1047 souches de *B. anthracis* présomptives isolées de 160 échantillons PLET-positifs par leur phénotype dans un premier temps (absence de capacité hémolytique et sensibilité à la pénicilline) puis par une analyse génétique (détection du gène *lef* présent sur le plasmide pXO1). Les auteurs concluent à la détection de 71 échantillons positifs pour la présence de *B. anthracis*. Pour une enquête à l'échelle du continent nord-américain sur la contamination de sol par *B. anthracis*, Griffin *et al.* (2009) ont employé une démarche différente de la précédente. Elle était basée sur une détection par une méthode moléculaire dans un extrait d'ADN de spores et de cellules végétatives obtenus à l'aide d'un kit commercial (dont l'efficacité avait été évaluée au préalable) à partir de 161 échantillons de sols. La détection de *B. anthracis* a été réalisée par PCR avec deux couples d'amorces s'hybridant avec des séquences du gène *rpoB*, un couple spécifique du genre *Bacillus* et l'autre couple spécifique de l'espèce *B. anthracis*. Les échantillons positifs (n = 10) ont par la suite été adressés à un laboratoire expert pour confirmation (présence des gènes de virulence sur les plasmides pXO1 et pXO2 et caractérisation phénotypique : mobilité, coloration de Gram, hémolyse and sensibilité au phage  $\gamma$ ).

Dans les sols et les sédiments, il existe des méthodes permettant la détection et l'isolement de *B. anthracis*. La principale difficulté méthodologique dans ces matrices repose sur la définition d'un plan d'échantillonnage pertinent.

Un tableau récapitulant les avantages et limites des méthodes de détection de *B. anthracis* dans différentes matrices est présenté en annexe 4.

### 3.2. Evaluation de la présence de *B. anthracis* dans l'eau, les aliments, le sol et le foin dans les zones concernées

La saisine porte sur une évaluation des risques associés à l'exposition à *B. anthracis* de la population générale et des travailleurs, par différentes voies.

L'évaluation des risques se décompose en quatre étapes : l'identification du danger, l'appréciation de l'exposition (nécessitant des données quantitatives sur l'occurrence et les concentrations de l'agent pathogène dans les véhicules), la caractérisation du danger (permettant l'appréciation de la probabilité de survenue des effets néfastes sur la santé en fonction de la quantité ingérée du danger) et la caractérisation du risque (c'est-à-dire l'estimation de la probabilité et de la gravité des effets néfastes sur la santé) lié à l'exposition aux véhicules.

Peu de données relatives à la prévalence et à la concentration de *B. anthracis* dans les réservoirs et les véhicules sont disponibles. De la même façon, peu d'éléments sont disponibles pour la

relation dose-réponse des différentes formes cliniques. Pour la forme digestive, les données disponibles concernent principalement les animaux et leur pertinence et leur utilisation est par conséquent discutable pour l'Homme. Pour l'Homme, des auteurs (Xu *et al.* 2006) suggèrent, sur dires d'experts, qu'une dose importante ( $10^6$  spores) doit être ingérée pour entraîner une infection digestive à *B. anthracis*. La probabilité d'infection par voie cutanée ou respiratoire serait supérieure pour cette dose ( $10^6$  spores) (Erickson and Kornacki 2003, Toth *et al.* 2013, WHO/OIE/FAO 2008).

Le peu de données disponibles ne permet donc pas de conduire une évaluation quantitative du risque.

Dans un contexte où des cas de fièvre charbonneuse ont été recensés, trois voies d'exposition sont envisageables :

- l'exposition par voie alimentaire (l'eau de consommation, produits à base de viande et produits laitiers, gibiers, cueillettes) ;
- l'exposition *via* la pratique d'activités nautiques ;
- l'exposition professionnelle (travaux agricoles, travaux de terrassement).

La figure 1 présente les réservoirs et véhicules potentiels de l'agent. Trois zones sont distinguées : la première concerne la parcelle dans laquelle des cas de fièvre charbonneuse ont été recensés ; la seconde correspond à la commune où sont situées les parcelles ; la troisième zone s'étend aux communes avoisinantes et au bassin versant.

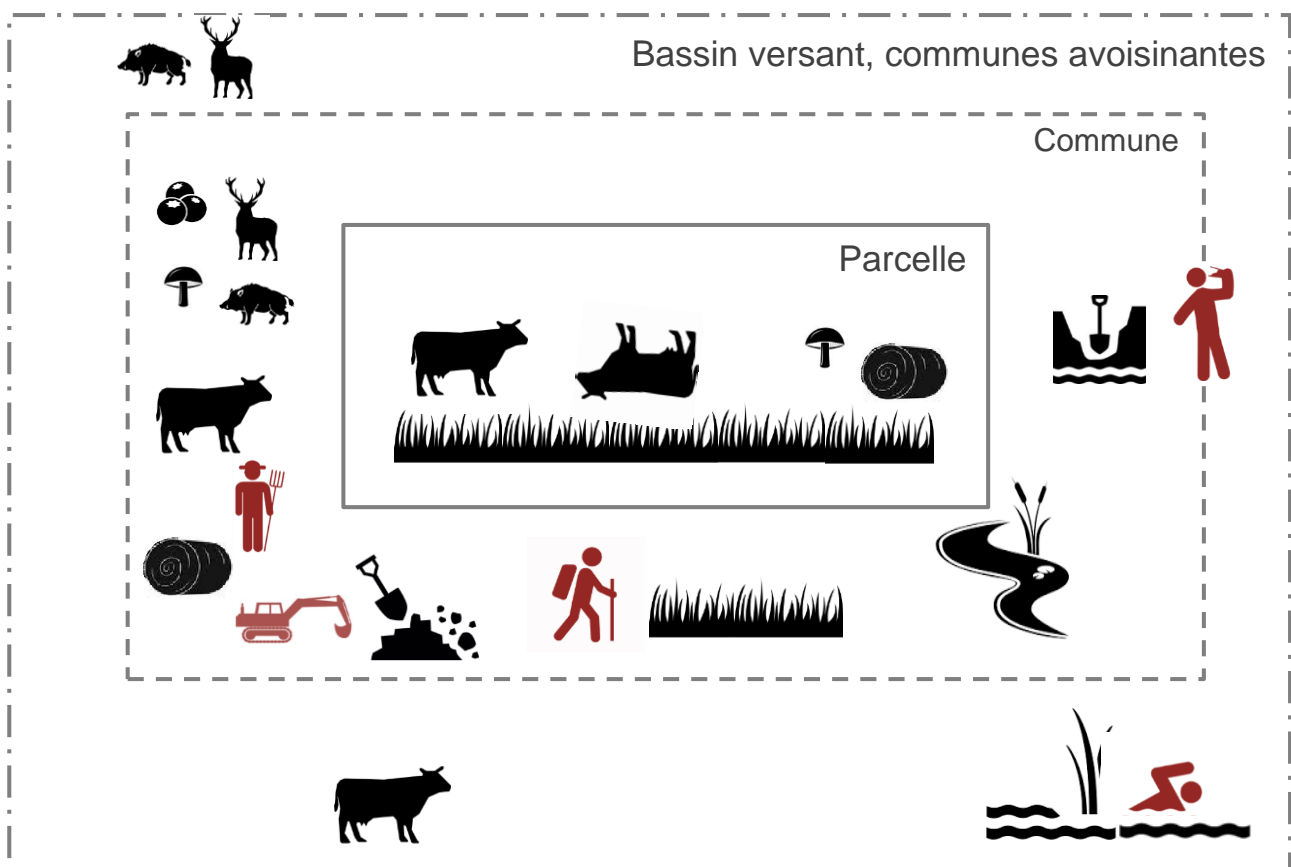


Figure 1 : représentation schématique des différents compartiments à considérer lors d'un épisode de fièvre charbonneuse à *B. anthracis*



### 3.2.1. Evaluation de la présence de spores de *B. anthracis* dans l'eau

#### 3.2.1.1. Potentiel de présence des spores de *B. anthracis* dans l'eau

Les suivis des épidémies de charbon ont montré que ces dernières apparaissent généralement durant les étés chauds qui suivent des périodes de pluies abondantes (Dragon and Rennie 1995), comme ce fut le cas dans l'épisode de Moselle en 2016. Les cycles de ruissellement de l'eau et d'évaporation peuvent conduire à rassembler les spores éparses et les concentrer dans une zone de réserve.

Une étude du contexte hydrogéologique des foyers de charbon détectés en Moselle en août 2016 (Côte-Chosselier 2016) et la consultation de la base de données Géoportail ([www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr)) ont permis d'évaluer la vulnérabilité des différentes ressources en eau par rapport à la diffusion de spores de *B. anthracis* dans ce secteur géographique. Il apparaît que les foyers de charbon détectés en Moselle sont situés dans un secteur géographique contenant 4 masses d'eau souterraines imperméables ou faiblement perméables :

- marnes irisées du Keuper à Fénétrange (35 à 40 m d'épaisseur),
- marnes et argiles bariolées de la Lettenkohle et limons à St Jean de Bassel (20 m),
- marno-calcaire à Cératites et limons à Langatte (50 m),
- grès (à 350 m de profondeur).

Il a été noté également la présence de quelques forages d'eau destinés à l'usage agricole captant la nappe des calcaires à Cératites (à 20-50 m de profondeur) et des petites sources peu productives issues du ressuyage des limons ou des marnes.

**Le mode principal de circulation de l'eau du secteur est marqué par le ruissellement engendrant l'acheminement des eaux circulant sur les parcelles contaminées vers les rivières et étangs.**

Les caractéristiques hydrogéologiques du secteur concerné par les foyers de charbon induisent :

- une probabilité de présence de spores quasi-nulle dans les grès vosgiens sous-jacents, situés à plus de 300 m de profondeur - et sous des couches imperméables - et exploités par **forage réalisé selon les bonnes pratiques professionnelles** pour les collectivités ;
- une probabilité de présence des spores plus élevée pour les ressources en eaux souterraines plus superficielles : sources drainant l'écoulement hypodermique des marnes. Ces sources sont salées et donc inutilisées. Des forages à usage agricole, de 20 à 50 m de profondeur captent la nappe des calcaires à Cératites. Ces calcaires sont susceptibles d'être fracturés et même karstifiés. Contrairement aux grès vosgiens, la taille centimétrique des ouvertures de la roche permet parfaitement le passage de spores de charbon à des vitesses de plusieurs centaines de mètres par jour.

Concernant les eaux superficielles, le foyer de FC de Fénétrange est drainé vers l'Est par le ruisseau de Longweiher mais pas par le Grand étang de Mittersheim situé plus à l'Ouest. Les foyers de FC de St Jean de Bassel et de Langatte s'écoulent superficiellement dans le bassin du Landbach à l'aval de la digue de l'étang du Stock. Ces deux plans d'eau de loisirs ne peuvent donc pas être impactés par les eaux de ruissellement en provenance des foyers d'infection connus actuellement. En revanche, la présence des spores est possible dans les petits étangs qui barrent le réseau hydrographique situé à l'aval des foyers de contamination.

### 3.2.1.2. Potentiel de présence des spores de *B. anthracis* dans les puits privés

La répartition entre les différentes origines de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux n'est pas bien connue en France. Elle varie d'une région à l'autre, en fonction du type d'élevage et de la possibilité d'accès aux différentes ressources.

Dans le secteur des foyers de charbon en Moselle, il apparaît que des puits privés sont utilisés pour l'abreuvement des animaux. Il est rappelé que l'eau des puits privés peu profonds (moins de cinq mètres de profondeur) peut être contaminée comme une eau de surface (Anses, 2010).

### 3.2.1.3. Potentiel de persistance des spores de *B. anthracis* dans l'eau

Il existe peu d'études relatives à la persistance des spores de *B. anthracis* dans l'eau. Les résultats de ces études conduisent à des périodes de persistance variables (de quelques mois dans l'eau salée à plusieurs années dans l'eau d'étang) (Sinclair *et al.* 2008). Une étude collaborative plus récente (Institut Pasteur de Lille, Suez Environnement-CIRSEE, VEOLIA Environnement-Anjou Recherche) a été menée entre 2005 et 2006, avec pour objectif d'examiner la stabilité des spores de *B. anthracis* lors de traitements de potabilisation et de désinfection de l'EDCH. Dans les conditions de cette étude, les spores de *B. anthracis* se sont révélées stables dans l'EDCH, quelles que soient la température étudiée et les conditions d'exposition à la lumière. L'abattement observé a été de l'ordre de 0,5 à 1 log en 7 jours.

Les spores ne sont pas sensibles à des traitements thermiques à 55 °C et 70°C. En revanche, un traitement par ébullition (15 min) a permis un abattement supérieur ou égal à 4 log. Ceci a confirmé les données obtenues par l'équipe de Rice (Rice *et al.* 2004) qui avait montré qu'un traitement de 5 min à 100°C permet un abattement de 5 log de différentes souches de *Bacillus* (dont *B. anthracis* Sterne) introduites dans de l'eau potable.

### 3.2.1.4. Moyens de maîtrise

#### 3.2.1.4.1. Eau utilisée pour produire de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH)

L'étude menée par l'Institut Pasteur de Lille a permis de générer des données sur les performances d'élimination des spores de *B. anthracis* par différents traitements utilisables dans les filières de potabilisation de l'EDCH.

Les traitements suivants ont été étudiés sur *B. anthracis*<sup>1</sup> :

- Persistance dans l'eau à 5°C, 25°C (lumière et obscurité),
- Dégradation par la chaleur : 55°C (6, 12, 18 et 24h), 70°C (30 min, 1h), ébullition (15 min),
- Désinfection par le chlore et ses dérivés : traitement par le chlore : 0,3 mg/L – 1,0 mg/L et 1,5 mg/L ; traitement par le dioxyde de chlore : 0,3 mg/L – 1,0 mg/L et 1,5 mg/L ; traitement par la monochloramine : 0,3 mg/L – 1,0 mg/L et 1,5 mg/L,
- Désinfection choc Chlore (avec et sans biofilm) : traitement par choc chloré de 15 mg/L pendant 24 h\*, 25 mg/L pendant 16 h\*, 50 mg/L pendant 6 h, 100 mg/L pendant 3 h, traitement par choc chloré de 150 mg/L pendant 1 h,
- Désinfection par ozonation : 4 taux de traitement appliqués : 0,1 ; 0,4 ; 1 et 3 mg d'ozone/L,

<sup>1</sup> La souche de *B. anthracis* utilisée était de Cluster A et a été isolée dans le Nord de la France. Les essais ont été réalisés avec de l'eau de réseau alimentant l'agglomération Dunkerquoise (59).

\* concentrations étudiées en présence de Biofilm.

- Coagulation/Floculation (coagulant : chlorure ferrique sans adjuvant de floculation),
- Désinfection UV : 250 J.m<sup>-2</sup> et 400 J.m<sup>-2</sup>.

Le tableau 2 ci-dessous résume les performances obtenues pour les spores de *B. anthracis* en fonction des traitements étudiés.

**Tableau 2 : Performance d'élimination des spores de *B. anthracis* par différents traitements utilisables dans les filières de potabilisation de l'eau destinée à la consommation humaine**

Traitement	Performance observée (abattement)
Chlore (Cl <sub>2</sub> )	>4 log pour Cl <sub>2</sub> >15 mg/L (choc) Non efficace si Cl <sub>2</sub> <1,5 mg/L
Dioxyde de Chlore (ClO <sub>2</sub> )	Non efficace si ClO <sub>2</sub> <1,5 mg/L
Monochloramine (NH <sub>2</sub> Cl)	Non efficace si NH <sub>2</sub> Cl<1,5 mg/L
O <sub>3</sub>	5 log pour taux ≥ 1 mg/L
Coagulation FeCl <sub>3</sub>	0,5 à 1 log
UV (254 nm)	2,9 log à 250 J.m <sup>-2</sup> 4,6 log à 400 J.m <sup>-2</sup>

D'une manière générale, les traitements de désinfection utilisés ont eu un effet sporicide très faible sur la population de spores de *B. anthracis* testée. Seuls les traitements de désinfection par choc chloré ont un effet sporicide.

Les traitements d'ozonation ont un effet sporicide sur la population de *B. anthracis* à partir d'un taux d'O<sub>3</sub> initial supérieur ou égal à 1 mg/L.

Pour les essais de coagulation/floculation réalisés, une réduction de la population moyenne de l'ordre de 0,6 unité logarithmique a été observée ; par conséquent, le traitement appliqué a peu d'effets sur la population de spores de *B. anthracis*.

Les UV basse pression ont entraîné une diminution du taux de spores de *B. anthracis* qui est fonction du degré d'irradiation appliqué. La dose de 400 J.m<sup>-2</sup> a eu un effet plus important sur la réduction de la population des spores de *B. anthracis*. Une étude publiée postérieurement à l'étude citée ci-dessus a montré la nécessité d'utiliser des doses plus importantes d'UV (> 400 J.m<sup>-2</sup>) pour obtenir un abattement de 2 log d'une suspension de spores de *B. anthracis* dans l'eau (Rose and O'Connell 2009).

#### 3.2.1.4.2. Dans les puits privés et dans les étangs

Il n'existe pas, à ce jour, de moyens de maîtrise pour les puits et les étangs hormis des restrictions d'accès pour l'Homme et les animaux.

### 3.2.2. Evaluation de la présence de *B. anthracis* dans les aliments : les gibiers, champignons, baies et végétaux sur les communes concernées

#### 3.2.2.1. Gibier et charbon

##### 3.2.2.1.1. Présence de *B. anthracis* dans la faune sauvage

Bien que la fièvre charbonneuse soit principalement une maladie des herbivores, tous les mammifères peuvent être touchés. La diversité des espèces sensibles dans la faune sauvage est large. La forme aiguë (fièvre et mort subite) est dominante chez les ruminants ; chez les suidés et les carnivores, la maladie revêt une forme chronique avec œdème du pharynx et de la langue et septicémie hémorragique (Dhondt 2005). Des cas de fièvre charbonneuse ont été rapportés en Europe chez le sanglier (Bagamian *et al.* 2014) et chez le cerf (Fasanella *et al.* 2007). Aucun cas associé au chevreuil n'a été rapporté en France (Cacard 2004).

Le nombre de cas dans la faune sauvage est, par nature, difficile à estimer mais il faut souligner une absence de cas rapportés par le réseau SAGIR (Réseau de surveillance épidémiologique des oiseaux et des mammifères sauvages terrestres en France).

##### 3.2.2.1.2. Potentiel de persistance dans la faune sauvage

La période à risque de cas de fièvre charbonneuse chez la faune sauvage (pour les cervidés notamment) est probablement la même que pour les bovins (c'est-à-dire surtout l'été et au début de l'automne). Cependant cette période n'est pas la période de prélèvements cynégétiques.

##### 3.2.2.1.3. Moyens de maîtrise

- Cuisson des aliments

Les indications sur la thermorésistance des spores de *B. anthracis* permettent de proposer des barèmes de températures permettant un abattement de plus de 6 log (Afssa 2009). Les combinaisons temps-température suivantes peuvent être appliquées à cœur des aliments pour atteindre cet objectif :

- 90°C pendant 24 minutes (ou 1 heure 30 si l'on considère la borne de confiance à 95%)
  - 100°C pendant 3 minutes (ou 10 minutes si l'on considère la borne de confiance à 95%)
  - 120°C pendant moins d'une minute.
- Formation et information des chasseurs

La formation à l'examen initial du gibier reçue par l'ensemble des sociétés de chasseurs devrait conduire à écarter de la consommation la viande issue d'animaux abattus dans la phase clinique de la maladie. De même, l'information relative à la prévention des zoonoses donnée aux piégeurs (port de gants, nettoyage du matériel) devrait permettre de prévenir les formes cutanées de la maladie.

Pour ces raisons, il ne semble pas nécessaire d'établir des mesures de gestion spécifiques au gibier et à la faune sauvage. L'information des sociétés de chasse et des piégeurs de la zone concernée par les cas de fièvre charbonneuse semble être un élément de gestion suffisant.

### 3.2.2.2. Végétaux et charbon

#### 3.2.2.2.1. Présence de *B. anthracis* associé aux végétaux

*B. anthracis*, comme la plupart des espèces du groupe *B. cereus lato sensu*, peut survivre en tant que germe saprophyte au contact de la rhizosphère d'espèces végétales, voire favoriser leur croissance (Saile and Koehler 2006). En revanche, la présence des formes végétatives et sporulées à la surface des végétaux n'est quasiment pas documentée. L'exposition, par le biais de végétaux ou de fruits, n'est à ce jour pas rapportée par la littérature. La consommation de produits végétaux n'est pas identifiée comme une voie de transmission orale du charbon chez l'Homme (WHO 2008). L'apparition des formes digestives ou cutanées chez l'Homme semble être directement en lien avec la consommation ou la manipulation des animaux atteints de fièvre charbonneuse (Afssa 2008, Duric *et al.* 2012, European Food Safety 2015).

#### 3.2.2.2.2. Persistance à la surface des plantes

Les données spécifiques à la persistance de *B. anthracis* sur les végétaux ne sont pas connues.

Le comportement de *B. anthracis* semble être proche de celui des espèces du groupe *B. cereus lato sensu* (Novak *et al.* 2005, Park *et al.* 2017, Reuter *et al.* 2011, Xu *et al.* 2016), et également de *B. subtilis* (France *et al.* 2016, Wood *et al.* 2015). Les radiations UV de la lumière solaire entraîneraient, en 2 jours, une réduction sur plusieurs cycles logarithmiques du nombre de spores de *B. anthracis* (Wood *et al.* 2015). Les espèces du groupe *B. cereus lato sensu*, dont *B. thuringiensis* plus fréquemment étudiée, montrent une certaine incapacité à se multiplier à la surface des végétaux. La plupart des travaux montrent une persistance et/ou un déclin pendant des durées et à des vitesses variables (Hendriksen and Hansen 2002, Swiecicka 2008).

#### 3.2.2.2.3. Moyens de maîtrise

Les recommandations de cuisson présentées précédemment sont applicables aux produits végétaux.

S'il semble raisonnable d'interdire temporairement des activités de cueillette (par exemple champignons, pissenlits, baies sauvages) dans les parcelles concernées par les cas de fièvre charbonneuse, aucun élément n'indique que l'interdiction de ces activités au-delà de ces parcelles soit nécessaire.

### 3.2.3. Evaluation de la présence de *B. anthracis* dans le sol des zones concernées, en lien avec l'exposition des travailleurs du BTP, les agriculteurs ou les particuliers pouvant avoir des activités dans ces zones : pique-nique

Cette partie vise à évaluer la présence de *B. anthracis* dans les sols mais également à évaluer les éventuelles expositions des travailleurs, notamment dans le cadre de travaux de terrassement, de labour ou de déballage de bottes de foin provenant des parcelles impactées.



### 3.2.3.1. Spores de *B. anthracis* dans les sols des zones concernées

Les spores de bactéries sont des cellules dormantes fortement résistantes pouvant endurer des stress environnementaux importants et persister longtemps dans l'environnement. Lorsque les conditions redeviennent favorables, les cellules engagent un processus de germination qui précède leur multiplication.

Plusieurs études sur la survie des *Bacillus* dans les sols ont été menées et montrent que celle-ci serait dépendante du pH et de la concentration en calcium. Des études (Hendriksen and Carstensen 2013, Hugh-Jones and Blackburn 2009) ont montré que la survie dans l'environnement de *B. thuringiensis subsp. kurstaki* peut dépasser 13 ans. La densité globale de spores a diminué d'environ 40% durant cette période mais avec des périodes d'accroissement et de diminution principalement liées aux conditions de sécheresse du sol.

Siala *et al.* (1974) ont montré qu'à 20 cm de la surface du sol sous une pinède, les cellules et les spores de *Bacillus* étaient principalement associées à des particules organiques en dépit du fait que le sol était composé à 85% de particules minérales. En effet, la plupart des cellules végétatives se trouvaient dans l'horizon organique A1 associées à des matières organiques en décomposition (feuilles et tiges de pin), et la plupart des spores se trouvaient dans l'horizon alcalin C, sous celui A1, associées à des matières organiques (racines de pin en décomposition). Cette tendance à être adsorbée sur des particules organiques provient de la forte hydrophobicité des spores.

Chen *et al.* (2010) ont montré que le transport de spores de *Bacillus* dans des colonnes de sable dépendait des forces d'interaction régies par les propriétés thermodynamiques du milieu et de l'écoulement. Ainsi, Dragon and Rennie (1995) ont proposé que le réseau hydrographique pouvait permettre tout à la fois la concentration des spores dans des zones de collecte (lac, étang) et leur dissémination sur les bassins versants (surface enherbée et sol).

Ces possibilités de diffusion des spores de *B. anthracis* via le réseau hydrographique, adsorbées sur des particules organiques, et leur survie dans l'environnement durant plusieurs années expliquent que des foyers de charbon puissent être observés aux mêmes endroits espacés de longues périodes de temps.

Ces constats sont en faveur d'une présence de *B. anthracis* dans les sols des zones concernées sans qu'il ne soit possible de déterminer les concentrations de l'agent dans le sol.

### 3.2.3.2. Spores de *B. anthracis* dans l'air à proximité du sol des zones concernées

Du fait de leur enveloppe externe, les spores présentent la particularité de pouvoir adhérer entre elles, constituant ainsi des agrégats relativement lourds (INRS 2001), dont les diamètres pourraient être supérieurs à 6 µm, ce qui rend difficile l'atteinte des alvéoles pulmonaires (WHO/OIE/FAO 2008). Cette limite de taille (6 µm) s'applique lorsqu'il s'agit de gouttelettes d'eau (selon des dires d'expert).

A l'état naturel, dans un environnement extérieur, il est estimé que la dilution des spores est importante (WHO/OIE/FAO 2008), et leur concentration dans l'air est jugée trop faible pour que l'exposition des travailleurs présente un risque, du moins d'infection respiratoire (HSE 2017).

De plus, dans l'étude de Turnbull *et al.* (1998), la concentration d'aérosols de *B. anthracis* la plus élevée était d'environ 2 spores pour 100 litres d'air, dans un échantillon d'air prélevé à des distances de 6, 12 et 18 m d'un site contaminé (les concentrations étaient de  $2 \times 10^4$  à  $1,6 \times 10^6$  UFC/gramme de terre) dans le parc national semi-écologique d'Etosha, en Namibie.

L'échantillonnage a été effectué avant et après la simulation de déplacements d'animaux à travers le site. Cette étude conclut qu'il faudrait 2,5 minutes à un humain pour inhaler une spore de *B. anthracis* et estime que la dilution importante dans l'air réduit fortement le risque d'infection (WHO/OIE/FAO 2008).

Par ailleurs (PHE 2014), aucun cas de charbon relié à l'exposition à des sols contaminés (ou à proximité de sols contaminés) n'est survenu pendant les deux guerres mondiales, malgré la présence d'autres maladies liées à des spores telles que le tétanos ou la gangrène. Ce constat suggère que le risque de contracter le charbon à partir de sols (ou zones) contaminés est très faible et que d'autres facteurs sont importants tels que l'exposition à des grandes concentrations de spores, un contact intense et prolongé ou la susceptibilité individuelle.

Ces constats sont en faveur d'une présence de *B. anthracis* dans l'air à proximité des zones concernées.

### 3.2.3.3. Recensement des cas de charbon chez des travailleurs

#### 3.2.3.3.1. Charbon respiratoire

Aucun cas de charbon respiratoire chez des travailleurs suite à la manipulation de la terre (travaux sur les sols de zones contaminées) n'a été rapporté dans la littérature.

Il faut noter un cas possible de charbon (infection soupçonnée mais non diagnostiquée) survenu chez un travailleur sur un site contaminé. Il avait notamment manipulé des carcasses de bisons morts de charbon, enlevé du foin contaminé et avait été exposé à de fortes concentrations de poussières (Pyper and Willoughby 1964).

Mais des cas de charbon respiratoire ont été recensés chez :

- des travailleurs de tanneries et d'usines de transformation de produits animaux (industries utilisant les crins, le cuir, la laine, les os) (Bales *et al.* 2002b, CDC 2017, CNESST 2017, EFFICATT 2011). Dans ces filatures et tanneries, les contaminations les plus fréquentes survenaient dans les stades précoces du processus (réception, cardage, peignage) où les concentrations et donc les expositions étaient plus importantes et, en général, diminuaient vers les stades plus avancés (tissage et finalisation des vêtements) (Bales *et al.* 2002b, Coleman *et al.* 2008).
- des fabricants ou joueurs de bongos ou de tambour provenant d'Afrique (CDC 2006).

Par ailleurs, entre 1950 et 2001, neuf cas de charbon respiratoire ont été diagnostiqués aux Etats-Unis. Ces cas étaient reliés à des usines de transformation de produits animaux : sept personnes y travaillaient et deux personnes qui présentaient des sensibilités individuelles (maladie chronique préexistante, facteurs de risque) travaillaient à proximité d'une de ces usines (Bales *et al.* 2002b).

Enfin, décrit dans la publication de Griffith *et al.* (2014), un américain a été atteint de charbon respiratoire. Il avait voyagé en voiture durant 3 semaines, traversant plusieurs Etats du nord-ouest américain où des cas de charbon animaux avaient été rapportés antérieurement. Son témoignage rapporte la présence de vent et de poussière alors qu'il côtoyait des troupeaux. Cependant, tous les prélèvements faits dans sa voiture ont été négatifs et sa femme, qui voyageait avec lui n'a pas présenté de signes cliniques (et n'a pas été testée). La source de cette infection reste donc inconnue, mais une exposition à partir des champs contaminés n'est pas exclue.

Le risque de contracter le charbon par voie respiratoire pour des travailleurs à partir de sols (ou zones) contaminés semble donc très faible.

#### 3.2.3.3.2. Charbon cutané

Des cas de charbon cutanés sont rapportés chez des éleveurs, différents types de travailleurs en contact avec des animaux (par exemple : vétérinaires, bouchers, équarisseurs, travailleurs en abattoirs) et, plus rarement, des employés de laboratoires vétérinaires.

En Grande-Bretagne (entre 1981 et 2009), un seul cas de charbon cutané a été documenté chez un travailleur de l'industrie de la construction (PHE 2014).

En France, en 1999, un cas de charbon cutané reconnu comme maladie professionnelle a été recensé par le Comité technique national (CTN) bâtiment et travaux publics (INRS 2001).

Il existe donc des risques faibles de charbon cutané pour les travailleurs appelés à manipuler la terre sur des sols de zones contaminées et encore plus faibles au niveau des terrains à proximité des zones contaminées.

Le risque de contracter le charbon par voie cutanée pour des travailleurs à partir de sols (ou zones) contaminés semble donc très faible.

#### 3.2.4. Evaluation de la présence de spores de *B. anthracis* dans le foin provenant des parcelles concernées, en lien avec l'exposition des animaux pour lesquels la vaccination n'est pas disponible (équidés)

En mars 2017, un foyer de charbon est survenu en Haute-Marne dans une exploitation précédemment touchée en 2013 et au sein de laquelle un « champ maudit » est identifié. Au décours de l'épisode de 2013, il avait été décidé que seul un lot d'animaux vaccinés pourrait être alimenté par le foin coupé issu de cette parcelle (« champ maudit »). En mars 2017, une balle de foin sec récoltée en 2016 dans le « champ maudit » a été distribuée par erreur à des bovins non vaccinés et a entraîné la contamination et la mort de 12 bovins en 48 h. Toute autre hypothèse expliquant l'origine de contamination a pu être écartée pour ces bovins qui se trouvaient en stabulation.

Cet épisode atteste de la persistance possible dans le foin récolté dans des parcelles contaminées (« champs maudits ») de spores capables de contaminer et de rendre rapidement malades des animaux sensibles à la maladie et non vaccinés.

### 3.3. Conclusions et recommandations du GECU

#### 3.3.1. Rappel des conclusions des 4 questions

##### 3.3.1.1. Evaluation de la présence de spores de *B. anthracis* dans l'eau

Bien que théoriquement possible, la transmission de *B. anthracis* par l'eau destinée à la consommation humaine ou par les eaux récréatives n'a jamais été documentée en France.

Les caractéristiques hydrogéologiques du secteur concerné par les foyers de charbon induisent :

- une probabilité de présence de spores quasi-nulle dans les grès vosgiens sous-jacents, situés à plus de 300 m de profondeur - et sous des couches imperméables - et exploités par **forage réalisé selon les règles de l'art** pour les collectivités ;
- une probabilité de présence des spores plus élevée pour les ressources en eau souterraine plus superficielles : sources drainant l'écoulement hypodermique des marnes. Ces sources

sont salées et donc inutilisées. Des forages à usage agricole, de 20 à 50 m de profondeur, captent la nappe des calcaires à Cératites. Ces calcaires sont susceptibles d'être fracturés et même karstifiés. Contrairement aux grès vosgiens, la taille centimétrique des ouvertures de la roche permet parfaitement le passage de spores de charbon à des vitesses de plusieurs centaines de mètres par jour.

Concernant les eaux superficielles, le foyer de Fénétrange est drainé vers l'Est par le ruisseau de Longweiher mais pas par le Grand étang de Mittersheim situé plus à l'Ouest. Les foyers de St Jean de Bassel et de Langatte s'écoulent superficiellement dans le bassin du Landbach à l'aval de la digue de l'étang du Stock. Ces deux plans d'eau de loisirs ne peuvent donc pas être impactés par les eaux de ruissellement en provenance des foyers d'infection connus actuellement. En revanche, la présence des spores est possible dans les petits étangs qui barrent le réseau hydrographique situé à l'aval des foyers de contamination.

#### Pour les puits privés

Dans le secteur des foyers de charbon en Moselle, il apparaît que des puits privés sont utilisés pour l'abreuvement des animaux. Il est rappelé que l'eau des puits privés peu profonds (moins de cinq mètres de profondeur) peut être contaminée comme une eau de surface (Anses 2010b).

#### **3.3.1.2. Evaluation de la présence de *B. anthracis* dans les aliments : les gibiers, champignons, baies et végétaux sur les communes concernées**

Le nombre de cas dans la faune sauvage est, par nature, difficile à estimer mais il faut souligner une absence de cas rapportés par le réseau SAGIR.

Compte-tenu des éléments disponibles, il ne semble pas nécessaire d'établir des mesures de gestion spécifiques au gibier et à la faune sauvage. L'information des sociétés de chasse et de piégeurs de la zone concernée par les cas de fièvre charbonneuse semble un élément suffisant.

En complément, une information rappelant de ne pas ramasser les animaux morts, publiée par exemple dans la presse locale, ou sous la forme de panneaux affichés à l'entrée des bois et des forêts, pourrait être mise en place.

S'il semble raisonnable d'interdire temporairement des activités de cueillette (par exemple champignons, pissenlits, baies sauvages) dans les parcelles concernées par les cas de fièvre charbonneuse, aucun élément n'indique que l'interdiction de ces activités au-delà de ces parcelles soit nécessaire.

#### **3.3.1.3. Evaluation de la présence de *B. anthracis* dans le sol dans les zones concernées, en lien avec l'exposition des travailleurs du BTP, les agriculteurs ou les particuliers pouvant avoir des activités dans ces zones : pique-nique**

Les données disponibles :

- sont en faveur d'une présence de *B. anthracis* dans les sols des zones concernées sans qu'il ne soit possible de déterminer les concentrations de l'agent dans le sol,
- sont en faveur d'une présence de *B. anthracis* dans l'air à proximité des zones concernées.

Cependant, le risque de contamination de l'Homme par voie aérienne semble très faible.

Le risque de contracter le charbon par voie respiratoire pour des travailleurs à partir de sols (ou zones) contaminés semble très faible.

En conclusion, pour les travailleurs du bâtiment et des travaux publics (BTP) amenés à travailler dans ou à proximité des zones concernées :

- il existe des risques très faibles de développement de charbon respiratoire ou cutané,
- des mesures simples de prévention permettent de minimiser encore davantage les risques de charbon cutané (voir annexe 5).

#### **3.3.1.4. Evaluation du risque de présence de spores de *B. anthracis* dans le foin provenant des parcelles concernées, en lien avec l'exposition des animaux pour lesquels la vaccination n'est pas disponible (équidés)**

L'épisode de mars 2017 en Haute-Marne, au cours duquel du foin récolté sur un « champ maudit » en 2016 a été accidentellement distribué à des bovins non vaccinés atteste de la persistance de spores dans le foin. Ces spores sont capables de contaminer et de rendre rapidement malades des animaux sensibles à la maladie et non vaccinés.

#### **3.3.2. Avis sur les propositions d'actualisation des préconisations émises par l'ARS Grand-Est**

Le tableau des recommandations de l'Agence régionale de Santé est en annexe 3.

##### **3.3.2.1. Préconisations relatives à l'eau destinée à la consommation humaine distribuée par le réseau public**

Compte tenu des éléments disponibles, du rapport et des analyses des hydrogéologues, le GECU confirme que la consommation de l'eau distribuée par le réseau public ne présente aucun risque lié à *B. anthracis*.

##### **3.3.2.2. Préconisations relatives à l'utilisation de l'eau des puits privés pour l'abreuvement des animaux**

Compte tenu des éléments suivants :

- la relation dose-réponse de *B. anthracis* chez l'animal est mal caractérisée (que ce soit par voie orale ou respiratoire),
- aucun cas de fièvre charbonneuse lié à de l'eau contaminée n'a été rapporté à ce jour par la littérature,
- l'absence de risque de contamination par *B. anthracis* de l'eau des puits dont le captage est réalisé à des profondeurs supérieures ou égales à 20 mètres, dans des zones où la roche n'est pas fracturée,
- les foyers en Moselle sont probablement en lien avec la situation climatique inhabituelle survenue avant l'épisode (période de forte sécheresse précédant des précipitations inhabituelles par leur brutalité, leur durée et la forte pluviométrie ayant entraîné l'inondation des zones agricoles du bassin hydrologique concerné),

le GECU conclut que l'eau des puits privés pourrait être utilisée pour l'abreuvement d'animaux non vaccinés contre l'infection par *B. anthracis*, notamment sous réserve que :



- le captage soit réalisé à une profondeur suffisante (20 – 50 m) (Anses 2010b),
- les sols entourant le captage du puits ne soient pas fracturés,
- le puits ait été construit dans le respect des bonnes pratiques professionnelles,
- les conditions météorologiques ne soient pas en faveur de la réapparition des spores en abondance, c'est-à-dire une période de forte sécheresse précédant des épisodes pluviométriques inhabituels par leur brutalité et leur durée à l'exemple des épisodes du printemps 2016.

Si les conditions ci-dessus ne sont pas remplies, le GECU recommande d'éviter d'utiliser l'eau des puits privés pour l'abreuvement du bétail non vacciné. Cette mesure devra être maintenue jusqu'au retour des animaux en stabulation et pourra être levée lors de la remise en pâture au printemps suivant.

Les mares et trous d'eau, non concernés par la recommandation émise par l'ARS Grand-Est en 2016, sont de nature à concentrer des spores de *B. anthracis* en cas d'épisode de charbon et les animaux non vaccinés ne devraient y avoir accès que hors des conditions météorologiques évoquées précédemment.

Les membres du GECU sont conscients des difficultés posées par l'utilisation de l'eau du réseau public pour l'abreuvement des animaux. Cependant, dans tous les cas où les conditions ci-dessus ne seraient pas remplies, l'utilisation de l'eau du réseau public devrait être recommandée.

### **3.3.2.3. Préconisations relatives à l'utilisation de l'eau des puits privés pour la consommation humaine**

#### 3.3.2.3.1. Pour la consommation humaine

Compte tenu des éléments suivants :

- la relation dose-réponse de *B. anthracis* par voie orale chez l'Homme est mal caractérisée,
- les caractéristiques des puits privés ne sont pas connues (par exemple profondeur, fracturation),
- l'eau utilisée pour produire l'eau destinée à la consommation humaine distribuée par le réseau public est exempte de contamination par *B. anthracis*. Par ailleurs, le contrôle sanitaire des eaux distribuées aux particuliers comprend des analyses régulières de la composition chimique et de la qualité microbiologique,

le GECU confirme la préconisation d'utiliser l'eau distribuée par les réseaux publics pour la consommation humaine. Cette recommandation n'est pas limitée dans le temps.

Par ailleurs, le GECU souscrit pleinement à la recommandation de l'ARS d'appliquer la réglementation relative aux puits privés unifamiliaux. La recherche de *B. anthracis* dans l'eau n'est pas recommandée, en raison des limitations méthodologiques décrites dans le paragraphe 3.1.3.2.1 (Méthodes de détection de *B. anthracis* dans les eaux).



#### 3.3.2.3.2. Pour l'arrosage et l'irrigation

Compte-tenu des éléments suivants :

- seule une fraction des spores potentiellement présentes dans l'eau se retrouvera sur les végétaux arrosés par cette eau (aspersion),
- aucun cas humain lié à la consommation de végétaux ou suite à l'exposition à l'eau d'arrosage (par projection ou gouttelettes) n'a été rapporté dans les zones concernées,
- la taille des gouttelettes d'aspersion est peu favorable à l'inhalation des spores,

Le GECU conclut que l'eau des puits privés peut être utilisée pour l'arrosage et l'irrigation.

Il faut également noter :

- *B. anthracis* est une bactérie visée par le décret Micro-organismes et Toxines, et doit donc être manipulée dans des laboratoires de niveau 3 spécialisés,
- il n'existe pas à ce jour de méthode de référence pour la détection de *B. anthracis* dans les eaux destinées à la consommation humaine, les eaux d'irrigation ou les eaux récréatives,
- la présence de matière organique et non organique est susceptible de compromettre la concentration pré-analytique lors du traitement des échantillons d'eau.

Pour toutes ces limites méthodologiques, le GECU ne considère pas la recherche de *B. anthracis* dans l'eau des puits privés comme une mesure appropriée pour autoriser ou non l'utilisation de l'eau des puits privés destinée à l'arrosage ou à la boisson.

#### 3.3.2.4. Préconisations relatives aux eaux de baignades

Le GECU confirme, sur la base des données disponibles et des données hydrogéologiques, l'absence de risque inhérent à la baignade dans les 3 plans d'eau de Stock, Mittersheim et Gondrexange.

La présence de spores dans les sédiments des étangs de moindre étendue se trouvant dans le bassin versant ne peut pas être exclue. Le ruissellement, depuis les pâtures contaminées, d'eau contenant des spores en cas de nouvel épisode de charbon est également possible. En conséquence, le GECU recommande d'éviter les baignades dans ces étangs et de préférer les sites de Stock, Mittersheim et Gondrexange aménagés pour les loisirs nautiques, que la localisation par rapport au versant hydrologique protège de la contamination.

#### 3.3.2.5. Préconisations relatives aux dispositions générales de santé humaine

En préambule et à titre de mesure générale concernant l'hygiène et la limitation des risques de contamination humaine, le GECU rappelle que la plus importante source de spores et bactéries de *B. anthracis*, en termes quantitatifs et en termes de risque de transmission, est constituée par les cadavres d'animaux morts de charbon.

La prophylaxie antibiotique des personnes exposées n'est pas dans le champ des missions de l'Anses. Par conséquent, le GECU n'émettra aucune recommandation sur ce point particulier.

Se laver les mains, ne pas toucher des animaux trouvés morts, ne pas manger et fumer sur les lieux de travail, ne pas pénétrer sur les pâtures et tenir les chiens en laisse à proximité des pâtures sont des mesures applicables en toutes circonstances, indépendamment d'un épisode de charbon.

### **3.3.2.6. Préconisations relatives à la consommation d'aliments**

Le GECU confirme les préconisations relatives au gibier : ne pas tirer et ramener de la chasse des animaux qui semblent malades et ne pas en consommer la viande.

Pour les végétaux, le GECU confirme la préconisation interdisant de prélever des végétaux ou des champignons dans les « champs maudits ».

En ce qui concerne les pique-niques sur des pâtures non contaminées (à l'exclusion donc des « champs maudits ») contiguës de ces étangs et étant donné :

- l'absence de cas animaux sur ces parcelles,
- l'absence avérée de cas humains causés par une contamination lors de la fréquentation d'une pâture contiguë d'un « champ maudit »,

Le GECU ne recommande pas de proscrire les pique-niques sur des parcelles non connues comme contaminées.

### **3.3.2.7. Préconisations relatives à la manipulation de foin**

Compte tenu des éléments suivants :

- de la survie au-delà de plusieurs mois de spores dans des balles de foin sec,
- du risque élevé de plaie par des végétaux vulnérants lors de la manipulation du foin,
- de la faible acceptabilité du port d'un masque de protection FFP2 (Filtering Facepiece particles 2) pour manipuler du foin,
- de l'absence avérée de cas humains dus à la contamination par la manipulation, le déballage et la distribution de balles de foin (observé encore récemment lors de l'épisode de Haute Marne survenu au printemps 2017),
- de la taille des agrégats contenant des spores de charbon, peu favorable à la pénétration dans les alvéoles pulmonaires en cas d'inhalation et peu favorable à l'atteinte de doses associées à une forte probabilité de maladie,

le GECU considère :

- que le risque de contamination par inhalation lors de la manipulation des balles de foin issues d'un « champ maudit » est très faible,
- que le risque de contamination par voie cutanée lors de la manipulation des balles de foin issues d'un « champ maudit » est très faible, mais ne peut être totalement écarté.

Le GECU recommande donc :

- le port de gants de travail et la protection de toute plaie cutanée lors de la manipulation de balles de foin récoltées dans un « champ maudit »,
- le port de chaussures fermées et adaptées au travail (ex. : pas de sandales, ni de pieds nus) lors de la manipulation de balles de foin récoltées dans un « champ maudit »,
- le lavage des mains suite à la manipulation de balles de foin récoltées dans un « champ maudit ».

Le GECU ne recommande pas le port de masque lors de la manipulation de balles de foin issues d'un « champ maudit ».

### **3.3.2.8. Préconisations relatives aux permis de construire sur les parcelles contaminées**

En ce qui concerne les travaux de terrassement dans le cadre de permis de construire pour des habitations ou des établissements recevant du public sur des parcelles contaminées (« champs maudits »), le GECU ne dispose que de peu d'éléments permettant de juger de la pertinence des préconisations de l'ARS Grand-Est.

- Sur les parcelles contaminées, pour les aspects santé-travail, quelques cas de contaminations cutanées ont été rapportés. Pour la population générale, aucun cas n'est rapporté.
- La destination de la construction et, par conséquent, la superficie de terrain libre accessible aux habitants ou usagers conditionne le risque résiduel.
- Le risque reste plus élevé pour les espèces sensibles (ongulés, ruminants, équidés).

En complément, il faut noter que la difficulté à statuer sur cette question est également illustrée par la diversité des différentes mesures de gestion prise à l'international dans des situations similaires (voir annexe 5).

Par ailleurs, le GECU recommande que, si des travaux de terrassement sont conduits sur des parcelles contaminées, la terre excavée ne soit pas déplacée sur une parcelle non connue comme contaminée.

### **3.3.3. Recommandations complémentaires du GECU**

#### **3.3.3.1. Recensement des « champs maudits »**

Le GECU recommande qu'un recensement national le plus précis et exhaustif possible des parcelles contaminées / « champs maudit » soit réalisé ou à défaut le recensement du site géographique et de ses coordonnées GPS. Ce recensement doit être prospectif et dans la mesure du possible rétrospectif. A ce titre, le GECU rappelle les recommandations de l'avis de la saisine 2010-SA-0007 :

*« Compte tenu de la résistance des spores de B. anthracis dans le milieu extérieur et, donc, de leur survie extrêmement longue, la connaissance des zones potentiellement contaminées par des spores (où sont apparues des cas de FC au cours du temps) et la mise à disposition des décideurs sanitaires aux plans local et national de cette information actualisée sont opportunes pour l'estimation et la gestion du risque de fièvre charbonneuse.*

*Information à recueillir à l'échelle départementale :*

- *l'établissement et l'entretien de cette information sont souhaitables, notamment dans tous les départements qui ont connu des foyers de FC au cours des dernières décennies.*

*Cette information devrait comporter :*

- *un **tableau** réunissant par ordre chronologique les données suivantes : année ; mois ; commune correspondant à des exploitations, pâtures ou estives avec*

foyer(s) ; espèce(s) atteinte(s) ; nombre d'exploitations infectées ; nombre de cas,

- une **carte** localisant les communes où des cas ont été constatés.

On peut suggérer que la carte fasse apparaître d'une manière ou d'une autre (couleur, intensité de grisé, etc.) le nombre d'années au cours desquelles des foyers ont été observés dans chaque commune.

Compte tenu de la résistance des spores évoquée ci-dessus, il est souhaitable de remonter dans le temps le plus loin possible.

Ce tableau et cette carte (actualisés) seraient utiles pour les enquêtes épidémiologiques réalisées à l'occasion de nouveaux foyers et pour les décideurs sanitaires au plan départemental (notamment pour déterminer éventuellement les zones de vaccination).

Au plan national, le rassemblement de ces informations et leur conservation peuvent se révéler utiles pour le laboratoire national de référence et le gestionnaire national du risque.»

S'agissant de la localisation des cas, le GECU insiste sur la nécessité d'un recensement le plus fin et exhaustif possible (c'est-à-dire à une échelle inférieure à celle de la commune) : recensement des parcelles contaminées /« champs maudits » ou à défaut du site géographique et de ses coordonnées GPS.

### **3.3.3.2. Gestion des cadavres lors d'épisodes de fièvre charbonneuse**

Concernant la gestion des cadavres, le GECU rappelle les recommandations déjà formulées dans l'avis de la saisine n°2010-SA-007 :

« • La collecte des éventuels cadavres ne devrait intervenir qu'après réalisation des prélèvements nécessaires au diagnostic de laboratoire.

- Les cadavres devraient être isolés des autres animaux (par exemple via l'utilisation d'une bâche), de la faune sauvage notamment, et le risque qu'ils représentent devrait être signalé aux personnes pouvant, le cas échéant, s'en approcher.

- Les cadavres ne devraient pas être déplacés avant leur collecte par le service d'équarrissage. En cas d'écoulement, sanguin notamment, des mesures de protection des personnes et de décontamination des lieux souillés devraient être mises en œuvre sous surveillance des services vétérinaires dès l'enlèvement du cadavre.

- Des dispositions devraient être envisagées pour inciter les propriétaires d'animaux morts de fièvre charbonneuse (ou suspects de l'être) à ne pas les enterrer mais à les faire éliminer par le service d'équarrissage conformément à la réglementation.

- Transport éventuel des cadavres : lorsque le cadavre doit être déplacé sur l'exploitation avant son enlèvement par le service d'équarrissage, des précautions doivent être prises pour éviter la dissémination de l'agent pathogène (transport sur litière et bâche à l'intérieur d'un véhicule fermé, par exemple).

- Le personnel du service d'équarrissage doit être informé de toute suspicion de fièvre charbonneuse avant la collecte du/des cadavre/s et pour chaque cadavre successif dans un foyer donné, afin que soient respectées les précautions nécessaires.

- Les résultats d'analyses seront communiqués au personnel du service d'équarrissage quelle que soit leur nature. »

En complément, le GECU recommande que le cadavre soit recouvert d'une bâche dans l'attente de la collecte, et la bâche confiée à une filière de DASRI (Déchet d'Activité de Soins à Risque Infectieux) après la collecte. Dans un objectif de protection de la santé publique, ces mesures devraient être rendues accessibles aux éleveurs par le gestionnaire du risque.

### **3.3.3.3. Recommandation pour les personnes à proximité des foyers de fièvre charbonneuse**

Pour les personnes au contact des foyers de fièvre charbonneuse, le GECU rappelle les recommandations de la saisine de 2010 :

*« Trois mesures spécifiques peuvent notamment être recommandées en cas de suspicion ou de foyer de fièvre charbonneuse :*

- 1. la manipulation, parfois nécessaire, des cadavres doit s'accompagner du port de gants résistants mais facilement remplaçables, tels que des gants de ménage (les gants en vinyle ou en latex étant trop fragiles pour ce type de manipulation et les gants de cuir, réutilisés, pouvant devenir source de contamination).*

*Le personnel en charge de l'équarrissage devrait utiliser le « kit zoonose » dont il dispose pour manipuler la carcasse d'un animal mort subitement ;*

- 2. en cas de suspicion forte ou de foyer, si des activités sont susceptibles de générer des projections de gouttelettes ou des aérosols, le port d'un masque doit être recommandé;*
- 3. informer de la suspicion de fièvre charbonneuse :*
  - le personnel des structures susceptibles de manipuler les prélèvements envoyés (identifier une suspicion sur le colis contenant ces derniers) ;*
  - le personnel d'équarrissage chargé de la collecte du/des cadavre/s. »*

En outre, le GECU rappelle qu'il existe une réglementation sur les transports des matières infectieuses (OMS 2015) et qu'elle devrait s'appliquer au transport des échantillons prélevés dans les foyers et les suspicions.

### **3.3.3.4. Recommandations relatives à l'utilisation de foin issu d'un « champ maudit »**

Le GECU recommande que le foin récolté dans un « champ maudit » ne soit pas distribué à des animaux appartenant à une espèce sensible au charbon et non vaccinés. Cette mesure devrait être effective sans limite dans le temps après la survenue d'un épisode de charbon.

### **3.3.3.5. Vaccination des bovins**

La question de la pertinence de la vaccination large des bovins contre *B. anthracis* dans les zones concernées se pose, au vu de la persistance des spores dans le sol (plusieurs dizaines d'années) et du risque de contamination des animaux en cas de résurgence de spores. A ce titre, le GECU rappelle les conclusions de l'Appui scientifique et technique conduit par l'Anses (Anses 2017) :

« la vaccination préventive des bovins reste une mesure efficace pour prévenir les cas sporadiques comme la survenue d'épisodes de plus grande ampleur. Néanmoins, une évaluation coût-bénéfice de cette vaccination serait nécessaire avant de la préconiser à grande échelle ».

En complément, le GECU recommande que le Comité d'Experts Spécialisé « Santé et bien-être des animaux » (CES SABA) de l'Anses évalue la pertinence d'une recommandation vaccinale pour les bovins d'une exploitation comportant une ou plusieurs parcelles contaminée(s), et plus précisément recommande la réalisation d'études coût/bénéfice de la vaccination en fonction des zones (densité de bovins, ruissellement des eaux, typologie des sols par exemple).

### **3.3.3.6. Recommandations relatives à acquisition de nouvelles connaissances**

Les experts ont identifié les besoins de recherche et d'acquisition de connaissance présentés ci-dessous.

#### **3.3.3.6.1. Lien prédictif entre évènement météorologique et foyers de charbon**

Des travaux de recherche permettant de définir des niveaux de risque d'apparition de foyers de charbon en fonction des caractéristiques hydrogéologiques et météorologiques devraient être mis en œuvre afin de définir précisément les situations à risque et, le cas échéant, de pouvoir proposer un dispositif d'alerte en fonction des prévisions concernant ces évènements.

#### **3.3.3.6.2. Méthodes de détection de *B. anthracis* dans les différentes matrices**

Détection et isolement dans l'eau : les experts du GECU recommandent que des travaux de recherche soient menés pour mettre au point et valider une méthode de routine et un protocole efficaces de détection des spores de *B. anthracis* sur des échantillons d'eau de grand volume, prélevés sur le terrain donc non préalablement filtrés comme peut l'être l'eau du réseau public.

#### **3.3.3.6.3. Acquisition de connaissances sur l'écologie microbienne de *B. anthracis***

Le GECU constate que des préoccupations similaires sont rapportées dans d'autres pays, par exemple aux Etats-Unis (US-EPA 2014). Les recommandations ci-dessous paraissent particulièrement pertinentes pour les membres du GECU :

- Comprendre comment et où *B. anthracis* persiste dans les sols ? En particulier, comprendre les mécanismes de sporulation et de dormance,
- Comprendre l'évolution génomique des souches au cours du temps,
- Comprendre les interactions entre bactériophages, vers du sol et rhizosphère et comment ces interactions pourraient participer à la persistance à long terme de *B. anthracis* dans le sol.



#### **4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE**

L'Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, adopte les conclusions et recommandations du groupe d'expertise collective en urgence.

Dr Roger GENET

**MOTS-CLES**

*Bacillus anthracis*, Charbon, Moselle, exposition, eau, sol, air, aliment, loisir, travail  
*Bacillus anthracis*, Anthrax, Moselle, exposure, water, soil, food, leisure, labour

**BIBLIOGRAPHIE**

- Afssa. 2008. "Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur la probabilité de présence de *Bacillus anthracis* dans les produits (lait, viandes) issus d'animaux en incubation ou atteints de fièvre charbonneuse."
- Afssa. 2009. "Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux risques, pour la santé humaine, liés à la consommation de viandes et de produits carnés issus d'animaux ayant pu être en contact indirectement avec le bacille de la fièvre charbonneuse, *Bacillus anthracis*."
- Anses. 2010a. "Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'avis sur les mesures de gestion en santé animale et en sécurité sanitaire des aliments lors de suspicions et de confirmations de cas de fièvre charbonneuse."
- Anses. 2010b. "État des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage."
- Anses. 2017. "Rapport d'appui scientifique et technique : Episode de fièvre charbonneuse en Moselle, Été 2016".
- Arrêté. 2013. Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales
- Bagamian, K. H., A. Skrypnyk, Y. Rodina, M. Bezymenyyi, O. Nevolko, V. Skrypnyk, and J. K. Blackburn. 2014. "Serological anthrax surveillance in wild boar (*Sus scrofa*) in Ukraine." *Vector Borne Zoonotic Dis* 14 (8):618-20. doi: 10.1089/vbz.2013.1521.
- Bales, M. E., A. L. Dannenberg, P. S. Brachman, A. F. Kaufmann, P. C. Klatsky, and D. A. Ashford. 2002a. "Epidemiologic response to anthrax outbreaks: field investigations, 1950-2001." *Emerg Infect Dis* 8 (10):1163-74. doi: 10.3201/eid0810.020223.
- Bales, Michael E., Andrew L. Dannenberg, Philip S. Brachman, Arnold F. Kaufmann, Peter C. Klatsky, and David A. Ashford. 2002b. "Epidemiologic Responses to Anthrax Outbreaks: A Review of Field Investigations, 1950-2001." *Emerging Infectious Diseases* 8 (10):1163-1174. doi: 10.3201/eid0810.020223.
- Bezdenzhnykh, I. S., and V. N. Nikiforov. 1980. "[Epidemiologic analysis of anthrax in Sverdlovsk]." *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol* (5):111-3.
- Cacard, B. 2004. *La mortalité du chevreuil (capreolus capreolus) en France*.
- Calavas, D., C. Sala, J. Vaissaire, J. Condé, H. Thien-Aubert, M. Hessemann, and N. Woronoff-Rehn. 2009. "Retour d'expérience sur un épisode de fièvre charbonneuse chez les bovins dans le Doubs au cours de l'été 2008." *Bulletin épidémiologique* (32):1-6.
- CDC. 2006. "Inhalation Anthrax Associated with Dried Animal Hides --- Pennsylvania and New York City, 2006."
- CDC. 2017. "Protection from exposure." <https://www.cdc.gov/anthrax/>.
- Chen, Gang, Adam Driks, Kamal Tawfiq, Michael Mallozzi, and Sandip Patil. 2010. "Bacillus anthracis and Bacillus subtilis spore surface properties and transport." *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 76 (2):512-518. doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2009.12.012>.
- CNESST. 2017. "Répertoire toxicologique. Anthrax. Maladie du charbon." Répertoire toxicologique. Anthrax. Maladie du charbon.
- Coleman, Margaret E., Brandolyn Thran, Stephen S. Morse, Martin Hugh-Jones, and Stacey Massulik. 2008. "Inhalation Anthrax: Dose Response and Risk Analysis." *Biosecurity and*

- Bioterrorism : Biodefense Strategy, Practice, and Science* 6 (2):147-159. doi: 10.1089/bsp.2007.0066.
- Côte-Chosselier, E. 2016. "Fièvre charbonneuse dans le canton de Sarrebourg, avis de l'hydrogéologue agréé sur l'eau potable."
- Dhondt, C. 2005. *Les zoonoses transmises à partir du cerf (Cerfus elaphus), du chevreuil (Capreolus capreolus), du sanglier (Sus scrofa) et du renard (Vulpes vulpes) en France métropolitaine.*
- Dragon, D. C., and R. P. Rennie. 1995. "The ecology of anthrax spores: tough but not invincible." *The Canadian Veterinary Journal* 36 (5):295-301.
- Duric, P., G. Cosic, S. Rajcevic, V. Petrovic, M. Tomkovic, Z. Subic, and M. Dimitric. 2012. "Three probable cases of cutaneous anthrax in autonomous province of Vojvodina, Serbia, June 2011." *Euro Surveill* 17 (1).
- Dybwad, M., A. L. van der Laaken, J. M. Blatny, and A. Paauw. 2013. "Rapid identification of Bacillus anthracis spores in suspicious powder samples by using matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS)." *Appl Environ Microbiol* 79 (17):5372-83. doi: 10.1128/aem.01724-13.
- ECDC. 2014. "Annual epidemiological report. Food and waterborne diseases 2014."
- ECDC, and EFSA. 2015. "Fatal human case of Bacillus anthracis infection and bovine meat contamination in Bulgaria."
- EFFICATT, INRS Groupe. 2011. "Bacillus anthracis."
- EPA. 2014. "Literature Review on Mechanisms that Affect Persistence of *Bacillus anthracis* in Soils."
- Erickson, M. C., and J. L. Kornacki. 2003. "Bacillus anthracis: Current Knowledge in Relation to Contamination of Food." *Journal of Food Protection* 66 (4):691-699. doi: 10.4315/0362-028X-66.4.691.
- European Food Safety, Authority. 2015. "Fatal human case of Bacillus anthracis infection and bovine meat contamination in Bulgaria. First update, 7 August 2015." *EFSA Supporting Publications* 12 (8):863E-n/a. doi: 10.2903/sp.efsa.2015.EN-863.
- Fasanella, Antonio, Lucia Palazzo, Antonio Petrella, Vincenzo Quaranta, Bruno Romanelli, and Giuliano Garofolo. 2007. "Anthrax in Red Deer (Cervus elaphus), Italy." *Emerging Infectious Diseases* 13 (7):1118-1119. doi: 10.3201/eid1307.061465.
- France, Brian, William Bell, Emily Chang, and Trudy Scholten. 2016. "Composite Sampling Approaches for Bacillus anthracis Surrogate Extracted from Soil." *PLOS ONE* 10 (12):e0145799. doi: 10.1371/journal.pone.0145799.
- Francy, D. S., R. N. Bushon, A. M. G. Brady, E. E. Bertke, C. M. Kephart, C. A. Likirdopulos, B. E. Mailot, F. W. Schaefer lii, and H. D. Alan Lindquist. 2009. "Comparison of traditional and molecular analytical methods for detecting biological agents in raw and drinking water following ultrafiltration." *Journal of Applied Microbiology* 107 (5):1479-1491. doi: 10.1111/j.1365-2672.2009.04329.x.
- Griffin, D. W., T. Petrosky, S. A. Morman, and V. A. Luna. 2009. "A survey of the occurrence of Bacillus anthracis in North American soils over two long-range transects and within post-Katrina New Orleans." *Applied Geochemistry* 24 (8):1464-1471. doi: 10.1016/j.apgeochem.2009.04.016.
- Griffith, Jayne, David Blaney, Sean Shadomy, Mark Lehman, Nicki Pesik, Samantha Tostenson, Lisa Delaney, Rebekah Tiller, Aaron DeVries, Thomas Gomez, Maureen Sullivan, Carina Blackmore, Danielle Stanek, Ruth Lynfield, and Team the Anthrax Investigation. 2014. "Investigation of Inhalation Anthrax Case, United States." *Emerging Infectious Diseases* 20 (2):280-283. doi: 10.3201/eid2002.130021.
- Grundmann, O. 2014. "The current state of bioterrorist attack surveillance and preparedness in the US." *Risk Manag Healthc Policy* 7:177-87. doi: 10.2147/rmhp.s56047.
- Hanczaruk, Matthias, Udo Reischl, Thomas Holzmann, Dimitrios Frangoulidis, David M. Wagner, Paul S. Keim, Markus H. Antwerpen, Hermann Meyer, and Gregor Grass. 2014. "Injectonal

- Anthrax in Heroin Users, Europe, 2000–2012." *Emerging Infectious Diseases* 20 (2):322-323. doi: 10.3201/eid2002.120921.
- Hendriksen, N. B., and J. Carstensen. 2013. "Long-term survival of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* in a field trial." *Can J Microbiol* 59 (1):34-8. doi: 10.1139/cjm-2012-0380.
- Hendriksen, N. B., and B. M. Hansen. 2002. "Long-term survival and germination of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* in a field trial." *Can J Microbiol* 48 (3):256-61.
- Herzog, Amanda B., S. Devin McLennan, Alok K. Pandey, Charles P. Gerba, Charles N. Haas, Joan B. Rose, and Syed A. Hashsham. 2009. "Implications of Limits of Detection of Various Methods for *Bacillus anthracis* in Computing Risks to Human Health." *Applied and Environmental Microbiology* 75 (19):6331-6339. doi: 10.1128/AEM.00288-09.
- HSE. 2017. "Construction micro-organisms: Anthrax from contaminated land and buildings." <http://www.hse.gov.uk/construction/healthrisks/hazardous-substances/harmful-micro-organisms/anthrax.htm>.
- Hugh-Jones, M., and J. Blackburn. 2009. "The ecology of *Bacillus anthracis*." *Mol Aspects Med* 30 (6):356-67. doi: 10.1016/j.mam.2009.08.003.
- Humrighouse, B., A. Pemberton, V. Gallardo, H. D. Lindquist, and R. LaBudde. 2015. "A Method Detection Limit for *Bacillus anthracis* Spores in Water Using an Automated Waterborne Pathogen Concentrator." *J AOAC Int* 98 (4):1003-12. doi: 10.5740/jaoacint.12-461.
- INRS. 2001. "Le charbon : une maladie professionnelle "oubliée" devenue menace bioterroriste."
- InVS. 2005. "Recommandations pour la surveillance et la lutte contre le charbon animal et humain - guide méthodologique."
- Irengé, L. M., and J. L. Gala. 2012. "Rapid detection methods for *Bacillus anthracis* in environmental samples: a review." *Appl Microbiol Biotechnol* 93 (4):1411-22. doi: 10.1007/s00253-011-3845-7.
- Lindquist, H. D., S. Harris, S. Lucas, M. Hartzel, D. Riner, P. Rochele, and R. Deleon. 2007. "Using ultrafiltration to concentrate and detect *Bacillus anthracis*, *Bacillus atrophaeus* subspecies *globigii*, and *Cryptosporidium parvum* in 100-liter water samples." *J Microbiol Methods* 70 (3):484-92. doi: 10.1016/j.mimet.2007.06.007.
- Madani, N., C. Mendy, F. Moutou, and B. Garin-Bastuji. 2010. "La fièvre charbonneuse en France. Episodes de l'été 2009 et foyers enregistrés sur la dernière décennie (1999-2009). Anthrax in France. A ten year report (1999-2009) with special emphasis on the 2009 summer outbreaks. ." *BEH Hors-série*.
- Novak, J. S., J. Call, P. Tomasula, and J. B. Luchansky. 2005. "An assessment of pasteurization treatment of water, media, and milk with respect to *Bacillus* spores." *J Food Prot* 68 (4):751-7.
- OMS. 2015. "Guide pratique sur l'application du Règlement relatif au Transport des matières infectieuses 2015-2016."
- Ordonnance. 2011. Ordonnance n° 2011-862 du 22 juillet 2011 relative à l'organisation de l'épidémiologie, de la prévention et de la lutte contre les maladies animales et végétales et aux conditions de délégation de certaines tâches liées aux contrôles sanitaires et phytosanitaires
- Park, S., C. Kim, D. Lee, D. H. Song, K. C. Cheon, H. S. Lee, S. J. Kim, J. C. Kim, and S. Y. Lee. 2017. "Construction of *Bacillus thuringiensis* Simulant Strains Suitable for Environmental Release." *Appl Environ Microbiol* 83 (9). doi: 10.1128/aem.00126-17.
- Perez, A., C. Hohn, and J. Higgins. 2005. "Filtration methods for recovery of *Bacillus anthracis* spores spiked into source and finished water." *Water Res* 39 (20):5199-211. doi: 10.1016/j.watres.2005.10.009.
- PHE, Public health england. 2014. "Guidance on assessing risk of anthrax on building land."
- Piroth, L., J. Leroy, O. Rogeaux, J. P. Stahl, M. Mock, B. Garin-Bastuji, N. Madani, C. Brezillon, A. Mailles, T. H. May, and Spilf. 2011. "Therapeutic recommendations for the management of patients exposed to *Bacillus anthracis* in natural settings." *Médecine et Maladies Infectieuses* 41 (11):567-578. doi: <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2011.01.002>.

- Pyper, J. F., and L. Willoughby. 1964. "AN ANTHRAX OUTBREAK AFFECTING MAN AND BUFFALO IN THE NORTHWEST TERRITORIES." *Med Serv J Can* 20:531-40.
- Reuter, T., T. W. Alexander, and T. A. McAllister. 2011. "Viability of *Bacillus licheniformis* and *Bacillus thuringiensis* spores as a model for predicting the fate of bacillus anthracis spores during composting of dead livestock." *Appl Environ Microbiol* 77 (5):1588-92. doi: 10.1128/aem.01889-10.
- Rice, Eugene W., Laura J. Rose, Clifford H. Johnson, Laura A. Boczek, Matthew J. Arduino, and Donald J. Reasoner. 2004. "Boiling and *Bacillus* Spores." *Emerging Infectious Diseases* 10 (10):1887-1888. doi: 10.3201/eid1010.040158.
- Rose, L. J., and H. O'Connell. 2009. "UV light inactivation of bacterial biothreat agents." *Appl Environ Microbiol* 75 (9):2987-90. doi: 10.1128/aem.02180-08.
- Saile, Elke, and Theresa M. Koehler. 2006. "*Bacillus anthracis* Multiplication, Persistence, and Genetic Exchange in the Rhizosphere of Grass Plants." *Applied and Environmental Microbiology* 72 (5):3168-3174. doi: 10.1128/AEM.72.5.3168-3174.2006.
- Siala, A., I. R. Hill, and T. R. G. Gray. 1974. "Populations of spore forming bacteria in an acid forest soil, with special reference to *Bacillus subtilis*." *Journal of General Microbiology* 81 (1):183-190.
- Sinclair, Ryan, Stephanie A. Boone, David Greenberg, Paul Keim, and Charles P. Gerba. 2008. "Persistence of Category A Select Agents in the Environment." *Applied and Environmental Microbiology* 74 (3):555-563. doi: 10.1128/AEM.02167-07.
- Swiecicka, Izabela. 2008. "Natural occurrence of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus cereus* in eukaryotic organisms: a case for symbiosis." *Biocontrol Science and Technology* 18 (3):221-239. doi: 10.1080/09583150801942334.
- Toth, Damon J. A., Adi V. Gundlapalli, Wiley A. Schell, Kenneth Bulmahn, Thomas E. Walton, Christopher W. Woods, Catherine Coghill, Frank Gallegos, Matthew H. Samore, and Frederick R. Adler. 2013. "Quantitative Models of the Dose-Response and Time Course of Inhalational Anthrax in Humans." *PLOS Pathogens* 9 (8):e1003555. doi: 10.1371/journal.ppat.1003555.
- Turnbull, P. C., P. M. Lindeque, J. Le Roux, A. M. Bennett, and S. R. Parks. 1998. "Airborne movement of anthrax spores from carcass sites in the Etosha National Park, Namibia." *J Appl Microbiol* 84 (4):667-76.
- WHO/OIE/FAO. 2008. "Anthrax in humans and animals."
- Wood, J. P., K. M. Meyer, T. J. Kelly, Y. W. Choi, J. V. Rogers, K. B. Riggs, and Z. J. Willenberg. 2015. "Environmental Persistence of *Bacillus anthracis* and *Bacillus subtilis* Spores." *PLoS One* 10 (9):e0138083. doi: 10.1371/journal.pone.0138083.
- Xu, Sa, Theodore P. Labuza, and Francisco Diez-Gonzalez. 2006. "Thermal Inactivation of *Bacillus anthracis* Spores in Cow's Milk." *Applied and Environmental Microbiology* 72 (6):4479-4483. doi: 10.1128/AEM.00096-06.
- Xu, Shanwei, Amanda Harvey, Ruth Barbieri, Tim Reuter, Kim Stanford, Kingsley K. Amoako, Leonard B. Selinger, and Tim A. McAllister. 2016. "Inactivation of *Bacillus anthracis* Spores during Laboratory-Scale Composting of Feedlot Cattle Manure." *Frontiers in Microbiology* 7:806. doi: 10.3389/fmicb.2016.00806.



## **ANNEXE 1 : PRESENTATION DES INTERVENANTS**

**PRÉAMBULE** : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

### **GROUPE DE TRAVAIL**

---

#### **Présidente**

Mme Alexandra MAILLES – Santé publique France - Santé humaine, santé publique, maladie infectieuse, épidémiologie

#### **Membres**

M. Frédéric CARLIN – INRA - Microbiologie alimentaire, écologie des *Bacillus spp*]

M. Olivier CERF – ENVA (Pr honoraire) – Microbiologie alimentaire, évaluation du risque

M. Thierry CHESNOT – Anses, Laboratoire d'hydrologie de Nancy (LHN) – Microbiologie, eau

Mme Aurélie COURCOUL – Anses, LSA – Epidémiologie, santé animale

M. Matthieu FOURNIER – Université de Rouen – Hydrogéologue, eau

M. Benoit GASSILLOUD – Anses, Laboratoire d'hydrologie de Nancy (LHN) – Microbiologie, eau

M. Laurent GUILLIER – Anses, LSAI – Microbiologie alimentaire, modélisation, évaluation de risque

Mme Nora MADANI – Anses, LSA – Microbiologie, santé animale, LNR *Bacillus anthracis*

M. Jacques-Noël MUDRY – Université de Franche-Comté – Hydrogéologue, eau

M. François THIBAUT – IRBA – Microbiologie, *Bacillus anthracis*, transmission aérienne

Mme Michèle TREMBLAY – Centre universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal. Direction régionale de santé publique- Santé au travail.

M. Eric VALADE – IRBA – Microbiologie, biologie des agents transmissibles

Mme Michèle VIALETTE – Institut Pasteur de Lille – Microbiologie, eau

### **PARTICIPATION ANSES**

---

#### **Coordination scientifique**

M. Anthony BRASSEUR – Chargé de projet scientifique – Unité d'évaluation des risques liés à l'air

Mme Carole CATASTINI – Chef de projet – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau

Mme Charlotte DUNOYER – Chef d'unité – Unité d'évaluation des risques liés à l'alimentation, à la santé et au bien-être des animaux



Mme Pascale PANETIER – Chef d'unité – Unité d'évaluation des risques liés à l'eau

Mme Marie-Bénédicte PEYRAT – Chef de projet scientifique – Unité d'Evaluation des risques biologiques liés aux aliments

M. Moez SANAA – Chef d'unité – Unité d'Evaluation des risques biologiques liés aux aliments

**Secrétariat administratif**

Mme Angélique LAURENT

Mme Catherine François

ANNEXE 2 : LETTRE DE SAISINE

2016 -SA- 0 2 8 6



MINISTRE DES AFFAIRES SOCIALES ET DE LA SANTÉ

COURRIER ARRIVE

28 DEC. 2016

DIRECTION GENERALE

Direction générale de la Santé  
Sous-direction de la veille et de la Sécurité Sanitaire  
Bureau de la préparation aux crises

Paris, le

23 DEC. 2016

Pégase : D-16-034222

Le directeur général de la santé

à

Monsieur le directeur général de l'Agence  
nationale de santé publique

et

Monsieur le directeur général de l'Agence  
nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,  
de l'environnement et du travail

**Objet : Mise à jour des préconisations et évaluations des risques sanitaires liés d'une part à des cas de Charbon diagnostiqués en Moselle en aout dernier, d'autre part à la libération potentielles de spores de charbon suite au dégel de sols gelés continuellement.**

Pièces jointes : Note n°554/SGDSN/PSE/PSN/NP à l'attention du cabinet du Premier ministre  
Note de l'ARS relatives aux propositions d'actualisation des préconisations émises par l'ARS Grand Est

Au cours de l'été 2016, l'Agence régionale de santé Grand Est signalait plusieurs foyers animaux de fièvre charbonneuse identifiés dans 6 communes de Moselle.

Suite à cet épisode des recommandations très strictes ont été émises, en lien avec la sous-préfecture, en direction des populations des communes concernées et plus particulièrement des personnes travaillant dans les exploitations agricoles concernées et les personnes en contact avec des bovins. Les cheptels ont été vaccinés. A ce jour, l'Agence régionale de santé Grand Est nous interroge, à la demande de la sous-préfecture, sur l'actualisation de ces recommandations à distance de l'épizootie.

Aussi je souhaite que vous puissiez me faire parvenir votre avis concernant l'actualisation de ces recommandations. Les questions a et b ci-dessous requièrent une analyse urgente de votre part, aussi je souhaite que vous me rendiez votre avis sur ces points dans les meilleurs délais et si possible pour mi-janvier. Concernant les autres questions, je vous demande de me faire part de votre analyse avant le 30 mars 2017.

a) évaluation du risque de présence des spores de *Bacillus anthracis* contenues dans les puits privés situés sur les communes concernées et à l'intérieur des bassins hydrologiques, en lien avec la consommation humaine et l'arrosage ;

b) évaluation du risque de contamination du sol dans les zones concernées, en lien avec des travaux de terrassement ou de labourage des sols ou le déballage des bottes de foin sur les parcelles impactées ;

c) évaluation du risque lié à l'alimentation, consommation de gibiers, champignons, baies et végétaux sur les communes concernées mais aussi lié à d'autres activités champêtres comme les pique-niques dans les parcelles contigües à l'intérieur des bassins hydrologiques.

d) évaluation du risque de présence des spores de *Bacillus anthracis* contenues dans les étangs privés situés sur les communes concernées et à l'intérieur des bassins hydrologiques, en lien avec les baignades.

Pour ce faire vous trouverez ci-joint les recommandations de l'ARS et les propositions d'actualisation.

Par ailleurs, au mois d'août 2016, la fédération de Russie a fait part de l'apparition d'une contamination animale et humaine de grande ampleur par *Bacillus anthracis* (bacille du charbon) dans la péninsule de Yamal en Sibérie. Cette contamination a entraîné la mort de plus de 1500 rennes, l'hospitalisation de plus de 90 cas suspects et le décès d'un enfant de 12 ans. Les personnes exposées sont essentiellement des nomades éleveurs de rennes qui auraient été contaminés lors de la consommation de viande de rennes.

La survenue de cet évènement serait due à des températures anormalement élevées au cours de l'été ayant entraîné la fonte du pergélisol sibérien dans lequel étai(en)t emprisonné(s) un ou plusieurs cadavres de rennes porteurs de spores de *B. anthracis*.

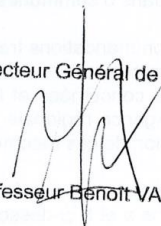
Cet épisode infectieux met en avant le risque d'émergence ou de réémergence d'agents pathogènes jusque là emprisonnés dans des sols gelés continuellement, et ce d'autant plus que le réchauffement climatique impacte plus fortement les régions arctiques où l'essentiel du pergélisol est situé. Il inquiète le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) qui souhaite disposer d'une évaluation des risques liés à cet épisode :

- e) évaluation du risque de libération des spores de *Bacillus anthracis* contenues dans le pergélisol ;
- f) évaluation du risque de réémergence du bacille du charbon en Sibérie, et de propagation de cet agent pathogène y compris en France ;
- g) évaluation du risque d'utilisation de ces spores à des fins terroristes.

Mes services vous transmettent en parallèle et sous pli confidentiel le courrier du SGDSN, et restent à votre disposition pour toute information complémentaire.

Dans ce cadre, je vous demande de bien vouloir me faire part de votre analyse sur les questions suivantes d'ici le 30 mars 2017.

Le Directeur Général de la Santé,


  
Professeur Benoît VALLET

## Avis de l'Anses

Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

### ANNEXE 3 : PROPOSITIONS D'ACTUALISATION DES RECOMMANDATIONS EMISES PAR L'ARS GRAND EST

	<b>DELEGATION TERRITORIALE DE LA MOSELLE</b>	
	<b>FIEVRE CHARBONNEUSE</b> <b>Propositions d'actualisation des préconisations émises par l'ARS Grand Est</b>	
<b>MAJ</b> : 24.11.2016	Rédigé par : Hélène ROBERT, chef de service VSSE ARS Grand Est DT Moselle	Validé par : Laurent CAFFET, Chef du département Santé Environnement ARS Grand Est

	Préconisations émises par l'ARS lors de la réunion du 25 août 2016	Préconisations émises dans le communiqué de presse ARS-Préfecture du 1 <sup>er</sup> septembre 2016	Proposition d'actualisation faite par la DT 57	Avis du Chef du département Santé Environnement de la DSP ARS Grand Est
Eau du RESEAU PUBLIC	Aucun risque, aucune restriction	Aucun risque, aucune restriction	Aucun risque, aucune restriction	OK
Utilisation de l'eau des puits privés pour l'ABREUVEMENT DES ANIMAUX	<b>Recommandations dans certaines zones géographiques</b> (bassins hydrographiques) précisées par l'ARS et jointes au compte rendu : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restriction de consommation pour les animaux non vaccinés</li> <li>• Utiliser l'eau du réseau public</li> </ul>	<b>Recommandations à l'intérieur des bassins hydrologiques</b> sur lesquels se trouvent les foyers de fièvre charbonneuse : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter d'utiliser l'eau des puits privés pour l'abreuvement du bétail non vacciné</li> <li>• Préférer l'eau du réseau public</li> </ul>	Compétence DDPP ?	OK pour Compétence DDPP

1/5



## Avis de l'Anses

### Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

<p>Utilisation de l'eau des puits privés pour la CONSOMMATION HUMAINE</p>	<p><b>Recommandations dans certaines zones géographiques</b> (bassins hydrographiques) précisées par l'ARS et jointes au compte rendu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restriction d'usage pour la consommation et l'arrosage,</li> <li>• Utiliser l'eau du réseau public</li> </ul>	<p><b>(Attention : ambiguïté sur la zone concernée par ces consignes !)</b>  <b>Recommandations à la fois sur l'ensemble des communes concernées et à l'intérieur des bassins hydrologiques</b> sur lesquels se trouvent les foyers de fièvre charbonneuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter d'utiliser l'eau des puits privés pour la consommation humaine et l'arrosage</li> <li>• Préférer l'eau du réseau public</li> </ul>	<p>Appliquer les consignes classiques valables partout et en tous temps sur l'utilisation des puits privés :</p> <p>L'utilisation des puits privés pour la consommation humaine unifamiliale doit faire l'objet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'une déclaration en mairie</li> <li>• D'une analyse P1 préalable au minimum, aux frais du demandeur, à laquelle il peut ajouter une recherche de bacille du charbon (attention au coût)</li> </ul>	<p>Je propose une période de probatoire de 3ans durant laquelle la consigne serait :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter d'utiliser l'eau des puits privés pour la consommation humaine et l'arrosage</li> <li>• Préférer l'eau du réseau public.</li> </ul> <p>Puis si aucun signale : Appliquer les consignes classiques valables partout et en tous temps sur l'utilisation des puits privés</p>
<p>Eaux de BAINADES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun risque pour la baignade dans l'étang du STOCK et de MITTERSHEIM</li> <li>• Par précaution, recommandation de maintenir l'interdiction de baignade dans les 2 petits étangs privés entre BERTHELMING et SAINT-JEAN DE BASSEL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun risque pour la baignade dans l'étang du STOCK, de MITTERSHEIM et de GONDREXANGE</li> <li>• <b>Recommandations à l'intérieur des bassins hydrologiques</b> sur lesquels se trouvent les foyers de fièvre charbonneuse :  - Eviter la baignade dans des petits étangs privés qui pourraient se trouver à proximité directe des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun risque pour la baignade dans l'étang du STOCK, de MITTERSHEIM et de GONDREXANGE</li> <li>• Baignade dans les petits étangs privés à l'intérieur des <b>bassins hydrologiques</b> sur lesquels se trouvent les foyers de fièvre charbonneuse : levée des recommandations préalablement émises OU ALORS : faire faire une</li> </ul>	<p>OK pour les baignades publiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baignade dans les petits étangs privés à l'intérieur des <b>bassins hydrologiques</b> sur lesquels se trouvent les foyers de fièvre charbonneuse :  Je propose une</li> </ul>

## Avis de l'Anses

### Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

		parcelles - Eviter le pique-nique avec des enfants dans les parcelles contiguës à ces petits étangs, bien se laver les mains avant de manger	analyse au printemps avant la saison estivale (qui commande, sui paye)	période de probatoire de 3ans et levée des recommandations
Dispositions générales SANTÉ HUMAINE	Préconisation de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se laver les mains systématiquement après tout contact avec les animaux, les déchets ou les déjections animales, et avant les repas ou les pauses</li> <li>• Ne pas boire, manger ou fumer sur les lieux de travail (agriculteurs, éleveurs...)</li> <li>• Ne pas faire de travaux de terrassement sur les <b>parcelles impactées</b></li> <li>• Ne pas s'approcher des animaux morts</li> <li>• Une évaluation avec les éleveurs sur le risque de manipulation est réalisée pour la mise en œuvre des mesures de protection en fonction du risque de contamination humaine. Les éleveurs sont appelés individuellement par un médecin de l'ARS pour évaluer le niveau de risque et leur expliquer la nécessité d'une antibioprophylaxie s'il y a lieu</li> </ul>	<b>Consignes sur les communes concernées :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecter les pâtures et tenir les chiens en laisse</li> <li>• Ne pas toucher ni ramasser des animaux morts dans la nature, mais en informer la mairie</li> <li>• Préférer l'eau du réseau public qui peut être consommée sans danger à l'eau issue des puits et sources</li> <li>• Travaux de terrassement à proximité des parcelles où des animaux morts ont été retrouvés : mesures de protection pour les travailleurs</li> </ul>	<b>Consignes sur les communes concernées :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne pas toucher ni ramasser des animaux morts dans la nature, mais en informer la mairie</li> <li>• Travaux de terrassement sur les <b>parcelles impactées</b> : solliciter préalablement l'avis de l'ARS et de la DDPP</li> </ul> <p>Rappel de la consigne générale (valable partout et en permanence, même hors contexte de fièvre charbonneuse) : se laver les mains systématiquement après tout contact avec les animaux, les déchets ou les déjections animales, et avant les repas ou les pauses</p> <p>En cas de nouveau signalement, l'ARS maintient ses interventions de protection de la santé humaine auprès des éleveurs</p>	OK



## Avis de l'Anses

### Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

Consommation d'ALIMENTS	Sur les <b>communes concernées</b> : application de la consigne générale (valable partout et en permanence même hors contexte de fièvre charbonneuse) de laver soigneusement à l'eau du réseau public les produits consommables du jardin avant consommation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Recommandations sur les communes concernées</b>, soit dans le cadre familial, soit lorsqu'ils sont donnés ou vendus à des amis : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne pas ramasser en milieu sauvage de champignons, de baies, ou de végétaux consommables</li> <li>- Laver soigneusement à l'eau du réseau public les produits consommables du jardin avant consommation</li> <li>- Ne pas tirer et ramener lors de la chasse des animaux qui semblent malades et ne pas consommer la viande</li> </ul> </li> <li>• <b>Recommandations à l'intérieur des bassins hydrologiques</b> sur lesquels se trouvent les foyers de fièvre charbonneuse : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eviter le pique-nique avec des enfants dans les parcelles contiguës à des petits étangs privés qui pourraient se trouver à proximité directe des parcelles ces petits étangs, bien se laver les mains avant de manger</li> </ul> </li> </ul>	<b>Consignes sur les communes concernées</b> : Application de la consigne générale (valable partout et en permanence même hors contexte de fièvre charbonneuse) de laver soigneusement à l'eau du réseau public avant consommation : <ul style="list-style-type: none"> <li>• les produits consommables du jardin</li> <li>• champignons, de baies, ou de végétaux consommables</li> <li>• bien se laver les mains à l'eau du réseau public et au savon avant de manger</li> <li>• ne pas tirer et ramener lors de la chasse des animaux qui semblent malades et ne pas en consommer la viande</li> </ul>	OK
Analyses de SOLS	Pas de pertinence à en réaliser		Pas de pertinence à en réaliser	OK
Ingestion des poussières lors de la	Le port d'un masque et de protections est fortement		Maintien de la recommandation de porter un	OK

## Avis de l'Anses

### Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

manipulation de FOIN	recommandé lors du déballage des balles de foin afin de prévenir le contact avec des poussières contenant des spores et surtout leur inhalation		masque lors de la manipulation des balles de foin issus des parcelles contaminées afin de prévenir le contact avec des poussières contenant des spores et surtout leur inhalation	
PERMIS DE CONSTRUIRE sur les parcelles contaminées	Il est vivement recommandé de ne pas faire de travaux de terrassement sans précaution sur les parcelles impactées, ni de labourage : remuer la terre peut jouer un rôle dans la dissémination de bacille charbonneux		Travaux de terrassement sur les <b>parcelles impactées</b> : solliciter préalablement l'avis de l'ARS et de la DDPP	OK

Pour mémoire, réglementation valable en permanence partout en France, même hors contexte de fièvre charbonneuse :

- L'utilisation des puits privés pour la consommation humaine unifamiliale doit faire l'objet :
  - o D'une déclaration en mairie
  - o D'une analyse préalable au minimum aux frais du demandeur
- L'utilisation de l'eau des puits privés pour le nettoyage des tanks à lait doit faire l'objet :
  - o D'une autorisation préfectorale instruite par l'ARS
  - o D'un contrôle sanitaire par l'ARS
- Laver soigneusement à l'eau du réseau public les produits consommables du jardin avant consommation

**ANNEXE 4 : TABLEAU AVANTAGES ET LIMITES DES METHODES DE DETECTION DE *B. ANTHRACIS* DANS DIFFERENTES MATRICES**

Type de prélèvement	Méthodes	Sensibilité // Limite de détection	Avantages	Inconvénients/limites	Référence
Eau	Culture	10 CFU/10 L dans 50% (n=6)	Mise en évidence de la viabilité	-Pas possible de mettre en évidence des formes non viables -Délai d'incubation de plus de 24h	(Perez <i>et al.</i> 2005) (Herzog <i>et al.</i> 2009)
Eau	PCRq	534 spores dans 100 mL 100% (n=6)	-Mise en évidence de tous types de forme -Rapidité -Spécificité	-Pas possible de discriminer des formes viables ou non viable -Interférence par des molécules pouvant être présentes dans le milieu -Contamination inter-croisée faux positifs	(Perez <i>et al.</i> 2005) (Herzog <i>et al.</i> 2009)
Eau	PCR nested	534 spores dans 1L dans 44% (n=9)	-Mise en évidence de tous types de forme -Rapidité -Spécificité	Pas possible de discriminer des formes viables ou non viable -Interférence par des molécules pouvant être présentes dans le milieu -Contamination inter-croisée faux positifs	(Perez <i>et al.</i> 2005) (Herzog <i>et al.</i> 2009)
Eau	Tests Immunoenzymatique	106 spores par ml	Très rapide	Sensibilité faible Absence de discrimination forme viable ou non	Document commercial
Eau	Spectrométrie de masse MALDI-TOF	Colonie (10 <sup>5</sup> CFU)	Très rapide	Sensibilité faible	MALDI-TOF mass spectrometry in microbiology 2016 (Dybwad <i>et al.</i> 2013)
Echantillon Clinique (sang...)	Culture	10 <sup>3</sup> CFU	Rapide bonne sensibilité permet l'isolement des souches (permettant les tests antibiosensibilité et étude épidémiologique)	Difficulté des laboratoires non équipés en laboratoire de niveau L3 à manipuler des cultures	(WHO/OIE/FAO 2008)
	PCR en point final	10 <sup>2</sup> CFU	Rapide permet la différenciation d'une souche sauvage vs souche vaccinale		(WHO/OIE/FAO 2008)
	PCR en temps réel	1 à 10 CFU	Très Rapide permet la différenciation d'une souche sauvage vs souche vaccinale	faux positif	(WHO/OIE/FAO 2008)
Sols et sédiments	Culture	?	Isolements de souches	- Confirmation nécessaire - Délais d'incubation et de confirmation	
Sols et sédiments	PCR, q-PCR	Très variable selon les méthodes (min, mediane, max cfu/g) (0,1 ; 10 <sup>4</sup> ; 10 <sup>8</sup> )	Rapidité, spécificité	- Sensibilité dépendante du rendement d'extraction - Proximité génétique avec <i>B. cereus</i> - Facteurs d'inhibition dans les échantillons	(Herzog <i>et al.</i> 2009)
Sol	Culture PCR	50 spores/g		Prise d'essai aléatoire et nécessité de dilution de l'échantillon augmentant la limite de détection	

**ANNEXE 5 : RECOMMANDATIONS A DESTINATION DES TRAVAILLEURS ŒUVRANT AU NIVEAU DES ZONES CONTAMINÉES (NON LIÉS AUX EXPOSITIONS DE BIOTERRORISME OU EN LABORATOIRE)**

**France** (INRS, 2001) : Aucune recommandation n'est faite spécifiquement pour les travailleurs de la construction ou ceux manipulent de la terre de sols de zones contaminées, ni pour les travailleurs qui manipulent de la terre de sols situés à proximité de zones contaminées

Mesures préventives générales [adaptées pour les travailleurs pouvant avoir des contacts avec des animaux contaminés (Ministère de l'Agriculture et de la pêche : [http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents//charbon\\_190905net.pdf](http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents//charbon_190905net.pdf))

1. Mesures collectives de prévention :

- Formation et information des salariés :
  - Risques liés au charbon, hygiène, mesures collectives et individuelles de prévention.
- Mise en place des moyens appropriés :
  - Eau potable, savon, moyens d'essuyage à usage unique (essuie-tout en papier...) et trousse de première urgence (contenu défini avec le médecin du travail).

2. Mesures individuelles de prévention : Respecter les règles d'hygiène

- Se laver les mains (eau potable et savon) systématiquement
  - après contact avec les animaux, les déchets ou les déjections animales.
  - Avant les repas, les pauses, en fin de journée de travail.
- Ne pas boire, manger, fumer... sur les lieux de travail.
- Si plaie : laver, savonner, puis rincer. Désinfecter, et recouvrir d'un pansement imperméable.
- Vêtements de travail, gants, bottes : nettoyer régulièrement.
- En fin de journée de travail, changer de vêtements.

**États-Unis : Centers for disease control and prevention:**

Protection from exposure (<https://www.cdc.gov/anthrax/>)

- Aucune recommandation n'est faite spécifiquement pour les travailleurs de la construction ou ceux qui ont à manipuler de la terre de sols de zones contaminées, ni pour les travailleurs qui ont à manipuler de la terre de sols situés à proximité de zones contaminées

**Grande-Bretagne** : Construction micro-organism : anthrax from contaminated land and buildings.

Safety Executive : (<http://www.hse.gov.uk/construction/healthrisks/hazardous-substances/harmful-micro-organisms/anthrax.htm>)

- Les pratiques de base sont suffisantes
  - Porter des combinaisons jetables et des gants
  - Se laver régulièrement les mains
  - Prendre les pauses et repas en dehors des zones de travail
  - Couvrir toutes coupures, abrasions et toute autre plaie sur la peau avec pansement et/ou gants
  - Port de masque si et seulement si retrait de plâtre ou d'enduit contenant des poils d'animaux

**Canada** : Santé Canada

<http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/msds12f-fra.php>

- Aucune recommandation n'est faite spécifiquement pour les travailleurs de la construction ou qui ont à manipuler de la terre de sols situés à proximité de zones contaminées
- Aucune recommandation n'est faite spécifiquement pour les travailleurs de la construction ou qui ont à manipuler de la terre de sols de zones contaminées

**Suisse** : Commission fédérale d'experts pour la sécurité biologique CFSB : SECB (Recommendation for work at sites potentially contaminated with anthrax spores) : [http://www.efbs.admin.ch/fileadmin/efbs-dateien/dokumentation/empfehlungen/Empfehlungen\\_aktuell/Anthrax\\_EFBS\\_E.pdf](http://www.efbs.admin.ch/fileadmin/efbs-dateien/dokumentation/empfehlungen/Empfehlungen_aktuell/Anthrax_EFBS_E.pdf)

- Equipement de protection individuelle
  - Port de gants, combinaison jetable, bottes, protection pour les petites lésions cutanées : prévention de anthrax cutané.
  - Masques respiratoires (FFP3) si des aérosols ou de la poussière sont prévisibles
  - EPI : lunettes, gants, combinaison avec cagoule et bottes
  - Mesures d'hygiène de base
- Environnement
  - Déconseillé de travailler sur un tel site en cas de vent important, de climat trop sec ou de procédés soulevant trop de poussières

**Autres recommandations préconisées par des pays et Etats suite à la survenue de cas de charbon chez des animaux.** Recommandations pour le labourage et pour les travaux de terrassement de sols contaminés (Sondage effectué auprès de membres de département de la santé ou de l'agriculture de ces pays ou états, ne représentant pas nécessairement une position officielle de l'organisme)

Pays et Organisme	Présence de recommandations	Labourage / Terrassement permis de construire / sols contaminés	Recommandations pour travailleurs BTP	commentaires
<b>Canada :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alberta</li> </ul>	OUI	<b>NON</b>		Travaux amèneraient spores en suspension et risque de contamination d'autres terres Risque en fonction de degré de contamination des terres, des vents dominants durant le travail, poussières présentes Masque respiratoire optionnel (masque à poussières ou N95)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manitoba (agriculture)</li> </ul>	OUI	OUI	<b>OUI</b> (émises par vétérinaire)	Risque faible pour travailleurs : peu dans les situations de labourage et marche sur le sol; plus élevé si excavation en profondeur avec mise en suspension de poussières Si risque : EPI adaptés au risque (ad masque)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manitoba (santé au travail)</li> </ul>	NON		NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saskatchewan</li> </ul>	NON	OUI	NON	Aucun risque: les sols contaminés environnants sont brûlés
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Québec (CNESST)</li> </ul>	NON	OUI	NON	



## Avis de l'Anses

Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

Pays et Organisme	Présence de recommandations	Labourage / Terrassement permis de construire / sols contaminés	Recommandations pour travailleurs BTP	commentaires
<b>USA :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. CDC.</li> </ul>	OUI	OUI	OUI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si activités d'aérosols (tenir compte de la sécheresse du sol lors des travaux): <ul style="list-style-type: none"> <li>Masques respiratoires (N 95)</li> <li>EPI : lunettes, gants, combinaison et bottes</li> </ul> </li> <li>Mesures préventives de base et d'hygiène : lavage régulier des mains, lavage des vêtements de travail ailleurs qu'au domicile, changement de vêtements en finissant le travail, prise de douche en finissant le travail, ne jamais manger, boire ou fumer sur le site</li> <li>Information des travailleurs sur les signes et symptômes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Colorado (SAT)</li> </ul>	OUI	OUI	NON	Spores trop lourds Concentrations de spores très faibles
<ul style="list-style-type: none"> <li>Colorado (Agriculture)</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dakota du Nord</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dakota du Sud</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kansas (agriculture)</li> </ul>	NON	OUI	NON	Labours et travaux de terrassement seraient interdits (terrains considérés comme contaminés)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kansas (santé)</li> </ul>	OUI	NON	OUI	Travailleurs seraient considérés à risque d'inhalation et mesures préventives seraient à adopter
<ul style="list-style-type: none"> <li>Indiana</li> </ul>	NON	OUI	NON	Risque minime d'exposition respiratoire s'agissant de spores d'origine naturelle (non reliées au bioterrorisme)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mississippi</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Montana (santé)</li> </ul>	OUI	OUI	NON	Recommandations pour les travailleurs faites durant et après le traitement du site contaminé
<ul style="list-style-type: none"> <li>Oklahoma</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Oregon</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Texas (agriculture)</li> </ul>	NON	OUI	NON	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Texas (santé)</li> </ul>	OUI	OUI	<b>OUI</b>	A cause d'autres organismes pathogènes (tels que <i>Coccidioides immitis</i> ) : <ul style="list-style-type: none"> <li>Masque jusqu'à port d'un N95</li> <li>Combinaisons</li> <li>Pratiques de base</li> </ul>



## Avis de l'Anses

Saisine n° 2016-SA-0286

Saisines liées n° 2008-SA-0230, 2008-SA-0243, 2008-SA-0393, 2010-SA-0007, 2016-SA-0192

Pays et Organisme	Présence de recommandations	Labourage / Terrassement permis de construire / sols contaminés	Recommandations pour travailleurs BTP	commentaires
<ul style="list-style-type: none"> <li>consultant expert (Louisiane)</li> </ul>	OUI	OUI	OUI	<p>Labourage : risque minime (peu de contacts avec sol et utilisation de tracteurs)</p> <p>Terrassement : Si la terre a été contaminée récemment : port bottes et combinaisons Terre contaminée antérieurement : risque minime</p>
Italie (un membre de l'Italian National reference centre for Anthrax »)	OUI	OUI	<b>OUI</b>	<p>Labourage : possible; les sols contaminés contiennent peu de spores en surface; le soleil (particulièrement les UV) diminue le nombre de spores.</p> <p>Travaux de terrassement : pourraient être dangereux seulement si les excavations étaient faites sur un site d'enfouissement de carcasses. Il serait alors prudent d'analyser la quantité de spores à une profondeur de 2 m. En cas de très forte positivité, envisager le port de masque. Sinon, les mesures d'hygiène sont suffisantes.</p>
Grande Bretagne (Animal and plant health Agency)	OUI	<b>NON</b>	<b>OUI</b>	<p>Travaux et labourage amèneraient spores en suspension et risque de contamination d'autres terres</p> <p>Important de savoir si cours d'eau en aval des terres contaminées.</p> <p>Risque faible mais présent pour les travailleurs</p> <p>Si déplacement important de terre contaminée : EPI complet avec respirateur motorisé</p>
Suède (vétérinaire épidémiologiste + expert santé publique))	OUI	OUI	<b>OUI</b>	<p>Travaux de terrassement (contamination ancienne (&gt; 5 ans) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Si travaux à la main : porter des vêtements de protection</li> <li>Si utilisation d'excavatrice : aucune protection nécessaire</li> </ul> <p>Travaux de terrassement (en cas de contamination récente (&lt; 5 ans) : désinfection chimique et enlèvement de la terre aura été faite : donc il n'y a aucun risque pour les travailleurs et aucun vêtement de protection n'est à porter</p>
Suède (santé au travail)	OUI	OUI	<b>OUI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation des risques pour les travailleurs à faire et prise de précautions selon l'évaluation de risque</li> </ul>