

RAPPORT D'APPUI SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE EPISODE DE FIEVRE CHARBONNEUSE EN MOSELLE, ETE 2016

Saisine 2016-SA-0192 n°0736-D

RAPPORT d'appui scientifique et technique

Février 2017

RAPPORT D'APPUI SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE
EPISODE DE FIEVRE CHARBONNEUSE EN MOSELLE, ETE 2016

VERSION FINALE AU 7 FEVRIER 2017

<i>N° de la saisine :</i>	2016-SA-0192 n°0736-D
<i>Auteurs de la saisine :</i>	DGAL – Bureau Santé animale (A. Troyano-Groux) Mission des Urgences Sanitaires (C. Malhère)
<i>Date de réception du dossier par les rapporteurs :</i>	25 août 2016
<i>Laboratoire et unités concernés :</i>	Laboratoire de Santé Animale
<i>Rapporteurs :</i>	Unités Epidémiologie et Zoonoses Bactériennes (UZB) Aurélie Courcoul et Claire Ponsart
<i>Relecteur :</i>	Anses- Laboratoire de Santé Animale – LNR charbon Nora Madani
<i>Experts ANSES sollicités pour l'AST :</i>	Anses- Laboratoire de Santé Animale – UZB Moulay-Ali Cherfa, Christiane Mendy Guillaume Girault, Nora Madani

1. Objet de la demande et déroulement de la mission

Suite à la déclaration au cours du mois d'août 2016 de plusieurs foyers de fièvre charbonneuse sur les communes de Saint-Jean-de-Bassel et Fénétrange en Moselle, la DGAL a sollicité l'appui scientifique et technique de l'Anses pour mener des investigations épidémiologiques afin d'essayer de déterminer l'origine de la contamination et de prévenir les risques de diffusion de l'infection (courrier du DGAL au DG de l'Anses en annexe A6).

Pour mener à bien cette mission, nous nous sommes rendues en Moselle du 7 au 9 septembre afin de rencontrer les agents de la Direction Départementale de la Protection des Populations de Moselle (DDPP57), six des sept éleveurs touchés à cette date ainsi que leurs vétérinaires (trois cliniques vétérinaires concernées). La chronologie des faits et le bilan des premières investigations ont été exposés par la DDPP57 (nombre de cas, mortalité, localisations des pâtures, enlèvement des cadavres, mesures de surveillance et de contrôle, enquêtes épidémiologiques, etc.). Les entretiens avec les éleveurs et vétérinaires ont permis d'apporter des précisions sur ces points ainsi que de nouvelles informations sur les pratiques d'élevage, les caractéristiques des pâtures touchées, la présentation clinique et lésionnelle des cas et la gestion des suspicions.

Nous avons également échangé par mail ou par téléphone avec i) l'hydrogéologue agréée pour la Moselle (E. Côte-Chosseler) ayant rédigé un avis sur le risque de présence et de diffusion du bacille dans les eaux de la zone à la demande de l'Agence Régionale de Santé, ii) le responsable environnement de l'Office National des Forêts de Moselle (H. Schmuck), iii) la Mission des Urgences Sanitaires de la DGAL (C. Malhère), iv) la responsable scientifique du réseau SAGIR de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (A. Decors), v) le Laboratoire d'Hydrologie de l'Anses à Nancy (J.F. Munoz et son équipe), vi) le centre du Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives de Marcoule (J. Armengaud) et vii) les sociétés ayant produit et distribué le FORAY 48B sur la zone en 2016 (respectivement M. Herrero Valent BioSciences Corp. et H. Kotter, Sumitomo Chemical Agro Europe SAS). Nous avons également participé à une réunion téléphonique le 31/08 en

présence des institutions en charge de la surveillance de la Santé Publique (ANSP, DGS, CNR Charbon), de la Santé Animale (ANSES, DGAL, LNR Charbon) et les gestionnaires locaux (DDPP57, ARS et CIRE ACAL).

Enfin, une visite aux Archives départementales de Moselle a permis de documenter l'historique de fièvre charbonneuse (charbon « bactérien ») du à *Bacillus anthracis* dans la zone.

2. Description de l'épisode de fièvre charbonneuse

a) Chez les bovins

L'infection a été confirmée par le Laboratoire National de Référence (LNR) le 5 août 2016 dans trois élevages bovins pâturant sur les communes de Saint-Jean-de-Bassel et Berthelming (annexe A1 pour la localisation des communes). Les trois parcelles touchées sont très proches géographiquement (les deux premières sont mitoyennes, séparées par un cours d'eau et la troisième est à quelques centaines de mètres de la première).

Ces trois cas confirmés correspondent à des animaux morts subitement le 29 juillet (élevage 1), le 31 juillet (élevage 2) et le 2 août (élevage 3). La suspicion de fièvre charbonneuse a été notifiée le 29 juillet par le vétérinaire de l'élevage 1, aboutissant à la confirmation de l'infection par le LNR le 5 août (rendu par mail le 5 août et rapport d'analyse transmis par mail le 8 août).

Il faut noter que d'autres bovins sont morts subitement sur ces mêmes pâtures au cours des trois semaines précédant la confirmation de l'infection : sept autres animaux au sein de l'élevage 1 entre le 16 juillet et le 1^{er} août, cinq autres animaux dans l'élevage 2 entre le 17 et le 31 juillet et quatre autres dans l'élevage 3 entre le 28 juillet et le 5 août. Par ailleurs, trois animaux détectés apathiques sur cette même période ont été traités aux antibiotiques (pénicillines longue action) et ont survécu (deux au sein de l'élevage 1 le 1^{er} août et un dans l'élevage 2 le 4 août).

Par la suite, l'infection a été confirmée :

- le 9 août sur une seconde pâture de l'élevage 1 sur la commune de Fénétrange à environ 4 km au nord des premières pâtures touchées (un bovin mort le 3 août),
- le 16 août sur une première pâture d'un quatrième élevage située sur la commune de Gosselming à environ 1.5 km au sud des premières pâtures touchées (un premier bovin mort le 10 août et un second le 27 août),
- le 18 août sur une seconde pâture de cet élevage 4 située à Saint-Jean-de-Bassel au milieu des premières pâtures touchées (deux bovins morts entre le 15 et le 19 août),
- le 18 août sur une pâture d'un cinquième élevage sur la commune de Langatte à environ 5 km au sud des premières pâtures touchées (un bovin mort le 14 août),
- le 23 août sur une pâture d'un sixième élevage à Langatte à environ 1.5 km au sud de la pâture de l'élevage 5 (quatre bovins morts entre le 18 et le 26 août).

Au total, au sein de ces six élevages, 30 animaux répartis sur huit pâtures sont morts entre le 16 juillet et le 27 août 2016, dont neuf pour lesquels un diagnostic de certitude de fièvre charbonneuse a été posé par le LNR. La figure 1 présente les dates de mort et d'enlèvement de ces animaux.

Pour 24 d'entre eux, la mort est survenue subitement sans signe clinique détecté au préalable. Pour les six autres, les signes rapportés sont apathie (deux animaux), difficultés à se déplacer (un animal), fièvre (deux animaux), difficultés respiratoires ou toux (deux animaux) et meuglements importants (un animal). Par ailleurs, sur les animaux ayant fait l'objet de prélèvements, les vétérinaires ont fait mention d'un sang facile à prélever, non coagulé (au moins trois animaux sur les neuf qui ont été prélevés), d'une absence de rigidité cadavérique (pour au moins un animal) et d'une rate noire et hypertrophiée (un animal sur les cinq autopsiés).

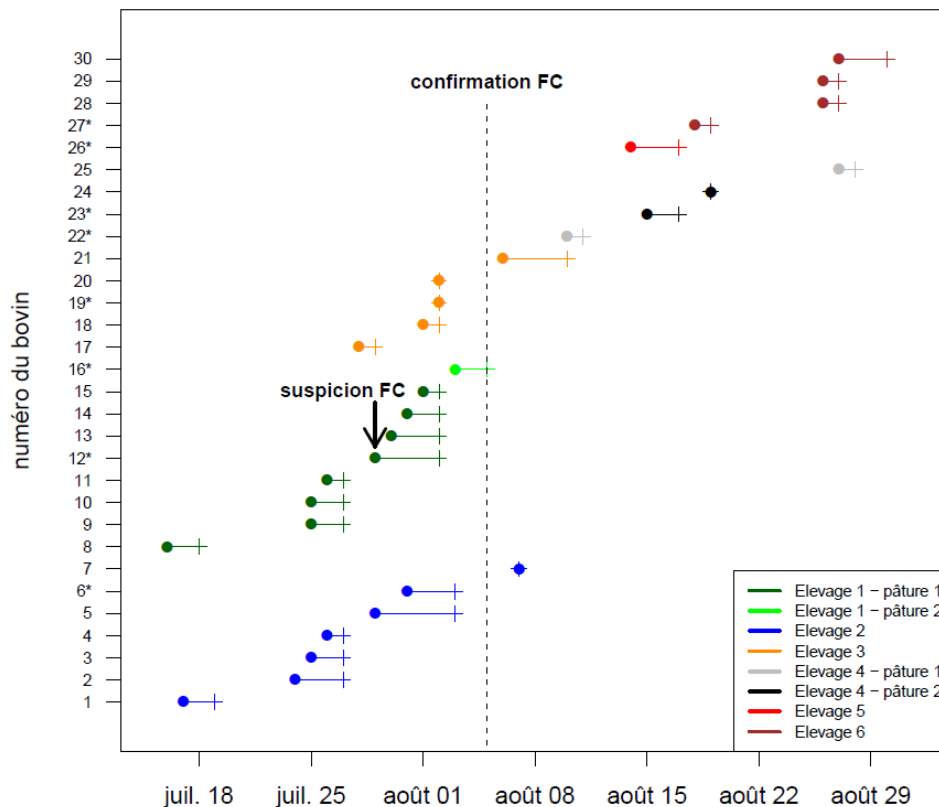


Figure 1 : dates de mort (cercles) et dates d'enlèvement (croix) des bovins morts sur les huit pâtures où des animaux ont été confirmés infectés de fièvre charbonneuse (pour les six élevages visités au cours de la mission d'AST). Les lignes correspondent aux périodes de présence des cadavres sur les pâtures ou dans les exploitations. En ordonnée sont indiqués les numéros anonymisés des bovins morts, suivis d'une étoile lorsque l'infection par *Bacillus anthracis* a été confirmée sur cet animal. Les dates prises en compte sont celles rapportées par les éleveurs (erreurs de mémoire possibles).

Par ailleurs, une génisse est morte sur une troisième pâture de l'élevage 4 le 7 juillet sans qu'aucun prélèvement ne soit effectué. Cette pâture est mitoyenne à la pâture 2 de cet élevage. Courant août, neuf ovins sont morts sur cette même parcelle (sur 180 ovins présents) : pour l'un d'entre eux, le prélèvement sanguin n'a pas été possible (sang coagulé). Un autre a fait l'objet d'un prélèvement qui s'est avéré négatif en fièvre charbonneuse. Si pour les mortalités d'ovins la fièvre charbonneuse semble pouvoir être écartée, une incertitude persiste sur les causes de la mort de la génisse.

Par la suite, deux autres élevages (pâtures à Langatte et à Bébing respectivement) ont été déclarés infectés les 1^{er} et 7 septembre respectivement (élevages non visités au cours de la mission d'AST).

Les huit pâtures où des animaux ont été confirmés infectés de fièvre charbonneuse au sein des six élevages visités sont décrites dans le tableau 1 de même que les mesures de contrôle mises en place dans les élevages touchés (vaccination précédée ou non d'une antibiothérapie). Les liens entre ces huit pâtures sont présentés sur la figure 2. La fièvre charbonneuse n'étant pas une maladie contagieuse, il est tout-à-fait possible d'avoir plusieurs élevages touchés sur une zone géographique assez large sans qu'il n'y ait de lien entre ces élevages. Néanmoins, nous avons souhaité identifier d'éventuels liens entre pâtures et élevages touchés afin de promouvoir d'éventuelles mesures de prévention de contaminations secondaires.

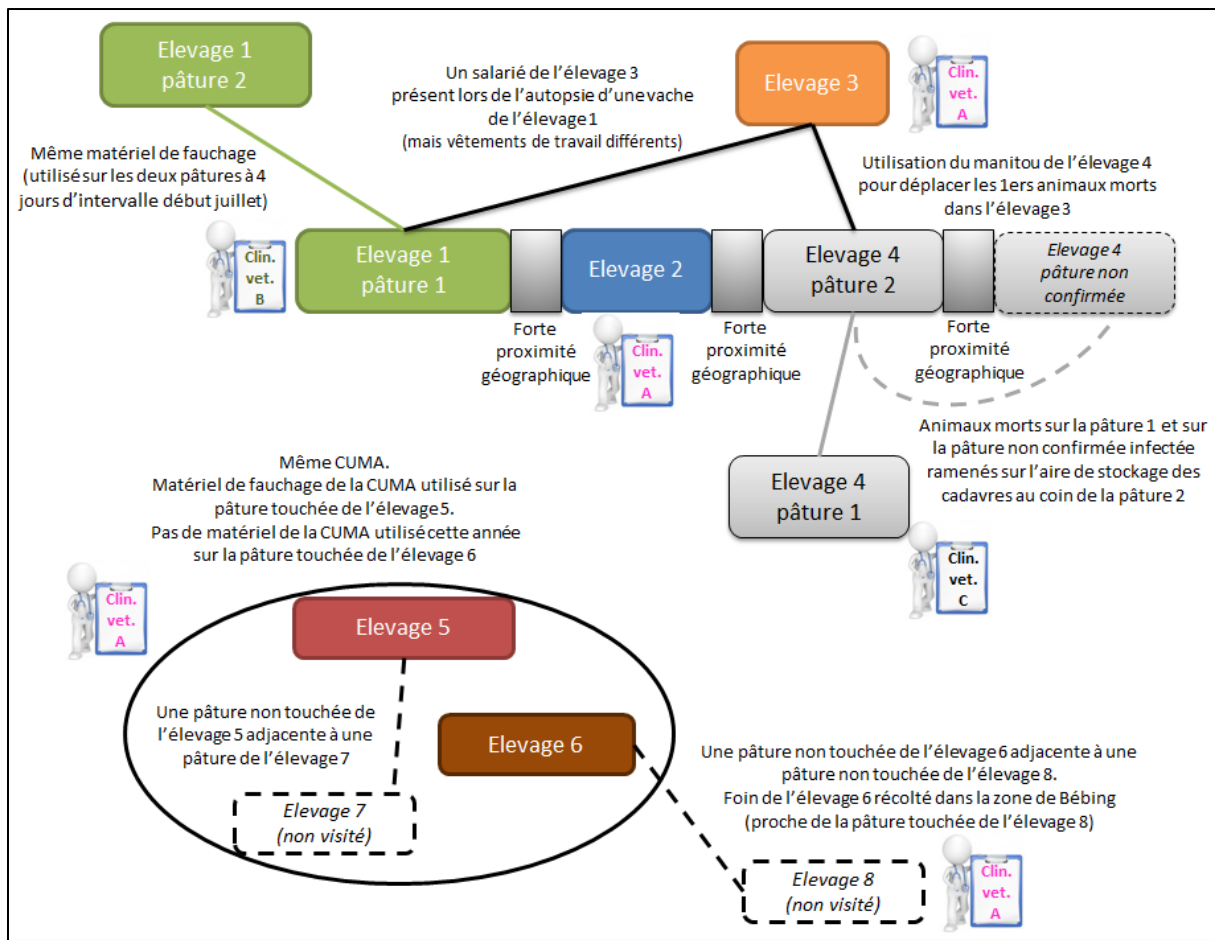


Figure 2 : liens de matériel et de personnel (éleveurs et vétérinaires) entre les huit pâtures où des animaux ont été confirmés infectés de fièvre charbonneuse (pour les six élevages visités au cours de la mission d'AST). La pâture de l'élevage 4 sur laquelle une génisse est morte le 6 juillet sans qu'il n'y ait suspicion de fièvre charbonneuse à cette date figure également (pâture non confirmée infectée).
 NB : il ne nous a pas été possible de déterminer les éventuels liens entre élevages via les tournées du camion d'équarrissage, la DDPP 57 ne pouvant nous transmettre ces informations. Néanmoins, la DDPP 57 a vérifié pour les tournées du 18, 20, 27 et 29 juillet (tournées pour lesquelles au moins un élevage touché avait fait l'objet d'un ramassage) qu'aucun autre site ramassé ces jours-là n'avait ultérieurement été détecté infecté.

Des prélèvements et analyses d'eau ont été réalisés par le laboratoire d'hydrologie de l'Anses de Nancy fin août à proximité des élevages 1 (pâture 1) et 2. Ces analyses ont concerné l'eau d'abreuvement (eau d'un puits) des bovins de l'élevage 2 ainsi que l'eau des deux étangs (l'un étant utilisé en pisciculture) et de deux sources situés à proximité. Les tests rapides immuno-enzymatiques pratiqués ainsi que les analyses de biologie moléculaire réalisées après préconcentration des volumes d'eau ne sont révélés négatifs pour *Bacillus anthracis*.

Lors de cet épisode fièvre charbonneuse en Moselle, 12 souches de *Bacillus anthracis* ont été isolées au LNR. Cinq souches ont été sélectionnées pour des analyses de séquençage du génome total. Le choix des souches a été fait pour maximiser la distance entre les exploitations concernées. Ainsi, les souches des élevages 1 (pâture 2 située à Fénétrange), 3 (Saint Jean de Bassel), 4 (pâture 1 située à Gosselming), 6 et 8 ont été séquencées.

La comparaison des séquences de ces cinq souches montrent qu'elles sont semblables et appartiennent toutes, comme un grand nombre de souches françaises, à une même sous-lignée appelée B.Br CNEVA. Cependant, ces souches sont différentes des deux autres souches connues dans

le département (dont la souche isolée lors de l'épisode de Grostenquin de 2008 – cf. section 3.a.) : elles se regroupent dans une même branche que celles de souches détectées en Suisse et en Pologne. C'est la première fois que sont isolées en France des souches appartenant à cette branche (Figure 3). Néanmoins, les souches présentes en Moselle étant très mal connues (seules deux souches séquencées avant celles-ci), l'interprétation de ces résultats de séquençage est difficile. Il est fort possible que ces souches soient présentes en Moselle depuis un certain temps, sur une étendue géographique indéterminée, et n'aient pas été détectées jusqu'à présent.

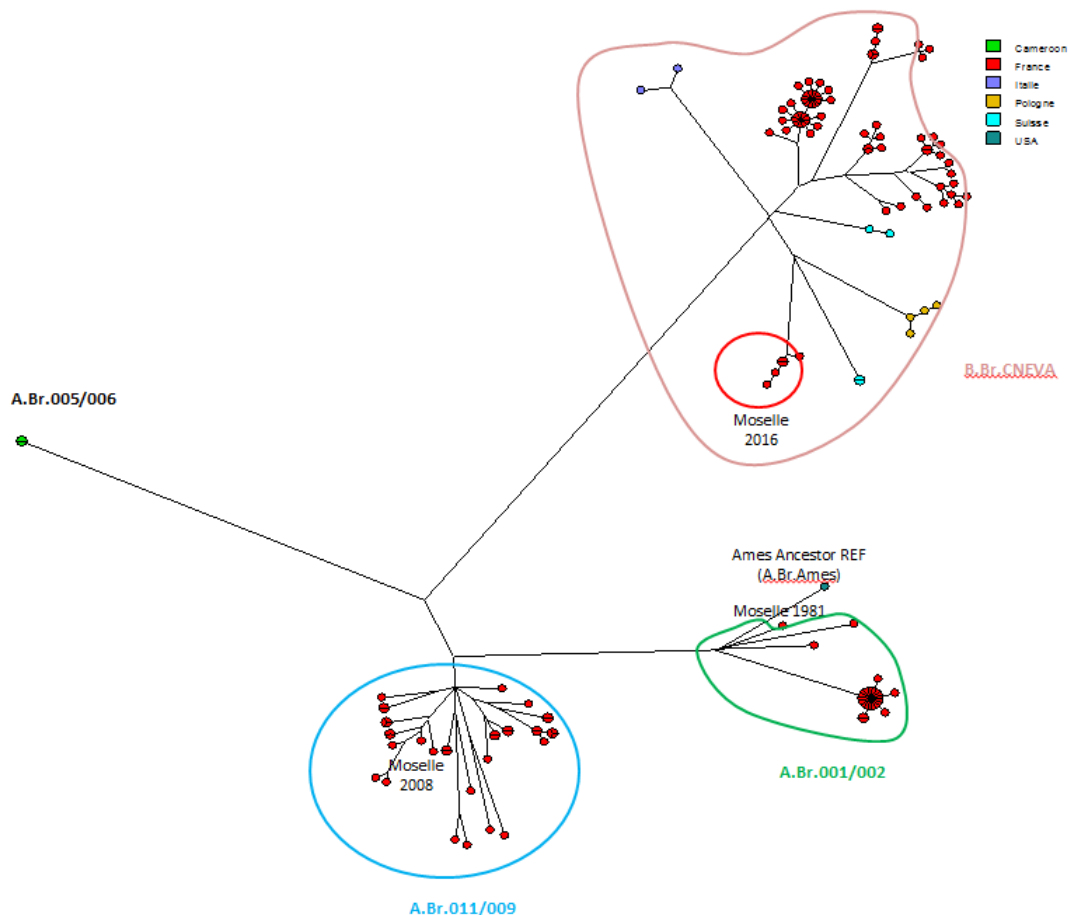


Figure 3 : arbre phylogénétique des souches de *Bacillus anthracis* isolées en France, dont celles de Moselle en 2016

b) Dans la faune sauvage et les autres espèces domestiques

Au cours de l'été, aucune mortalité particulière au sein de la faune sauvage n'a été rapportée ni par la Fédération Départementale des Chasseurs ni par le réseau SAGIR. Une suspicion de fièvre charbonneuse a été notifiée sur un chevreuil mort sur la commune de Sarrebourg le 23 septembre 2016 par l'ONCFS (l'animal présentait a priori des écoulements à la bouche et à l'anus). Le cadavre, en mauvais état de conservation, a été pris en charge par le réseau SAGIR et envoyé au laboratoire vétérinaire départemental de Meurthe-et-Moselle. Lors de l'inspection, aucune trace d'écoulements n'a été constatée. Les prélèvements (sang et rate) se sont avérés négatifs en fièvre charbonneuse suite aux analyses réalisées au LNR.

De même, aucune mortalité ni suspicion n'a été rapportée chez des animaux domestiques d'espèce non bovine (excepté les mortalités d'ovins de l'élevage 4 : cf. 2.a : un animal a été prélevé et un résultat négatif en fièvre charbonneuse a été rendu par le LNR).

Eleveage	Eleveage 1 pâture 1	Eleveage 1 pâture 2	Eleveage 2	Eleveage 3	Eleveage 4 pâture 1	Eleveage 4 pâture 2	Eleveage 5	Eleveage 6
Commune	Berthelming	Fénétrange	Saint Jean de Bassel	Saint Jean de Bassel	Gosselming	Saint Jean de Bassel	Langatte	Langatte
Surface de la pâture touchée	3.5 ha	26 ha	7.5 ha	2 ha	2.5 ha	10 ha	15 ha	2.5 ha
Nombre approximatif de bovins présents	25	48	27	17	12	20	36	9
Historique de charbon sur la pâture	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non
Travaux sur la pâture	Non	Non	Tranchée le long de la route	Arbres arrachés à <100 m en 2015	Tuyaux de drainage posés en juillet 2016	Non	Non	Non
Pâture particulièrement humide	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Date d'arrivée des animaux sur la pâture	7 mai	Fin avril	6 mai	25 mai	Fin avril	Juin	Juillet	Mi-juillet
Date des premières mortalités	16 juillet	3 août	17 juillet	28 juillet	10 août	15 août	14 août	18 août
Date des dernières mortalités	29 juillet	3 août	7 août	6 août	27 août	19 août	14 août	26 août
Nombre de bovins morts	8	1	7	5	2	2	1	4
Antibiothérapie sur le reste du lot	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui
Si oui, date	1-6 août	4-8 août	6 août	9 août	-	-	-	26-29 août
Vaccination sur le reste du lot	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Si oui, date	vers le 20 août	vers le 20 août	20 août	13 août	23 août	23 août	24-26 août	25 août

Tableau 1 : caractéristiques des huit pâtures où des animaux ont été confirmés infectés de fièvre charbonneuse (pour les six élevages visités au cours de la mission d'AST).

3. Eléments ayant pu favoriser la survenue de cet épisode de fièvre charbonneuse

a) Historique de fièvre charbonneuse dans la zone

La zone touchée en 2016 a fait l'objet par le passé de plusieurs épisodes de fièvre charbonneuse. D'après les documents retrouvés aux Archives départementales de Moselle (principalement la correspondance entre le Préfet de Moselle, les sous-Préfets de Château-Salins et Sarrebourg, les maires et les vétérinaires d'arrondissement concernés), un épisode important de fièvre charbonneuse a eu lieu en 1921. Douze communes de Moselle, parmi lesquelles Saint-Jean-de-Bassel, ont été touchées par de nombreuses mortalités de bovins durant l'été et l'automne. Par ailleurs, trois personnes ayant manipulé de la viande de bêtes charbonneuses sont décédées. La vaccination des bovins de ces communes a alors été imposée de même que des mesures strictes d'enfouissement des cadavres (« entre autres enfouir les cadavres des animaux loin des maisons, routes et cours d'eau, les recouvrir de chaux, entourer l'emplacement de fils de fer » - circulaire du sous-Préfet de Château-Salins du 16 août 1921).

Par la suite, différents cas de fièvre charbonneuse ont été rapportés dans différentes communes du département (cahier de la Direction des Services Vétérinaires consignait les cas de charbon bactérien et symptomatique¹ de 1945 à 1989), dont Saint-Jean-de-Bassel (1953) et Berthelming (1946 et 1954), deux des six communes touchées en 2016.

Aucune carte du parcellaire de l'époque n'étant archivée, il n'a pas été possible d'identifier les parcelles concernées par un historique de fièvre charbonneuse. Seules les communes ont été listées (Figure 4 et annexe A2).

Un des éleveurs rencontrés (l'éleveur 4) a également rapporté la présence par le passé de fièvre charbonneuse sur son site d'exploitation situé à Saint-Jean-de-Bassel². En effet, au moment de l'installation de son beau-père dans les années 1960, les anciens lui auraient conseillé de vacciner les bêtes contre la fièvre charbonneuse, ce qu'il aurait fait pendant quelques années. Il faut noter que la pâture touchée de l'élevage 2 faisait aussi partie de cet élevage avant le remembrement dans les années 1990. L'éleveur 4 a également rapporté qu'un cheval pâturant sur une parcelle située à une centaine de mètres de son exploitation serait mort de fièvre charbonneuse dans les années 1975.

Entre 1990 et 2016, un seul cas de fièvre charbonneuse a été notifié et ce à Grostenquin en 2008 (Grostenquin se situant à 27 km à vol d'oiseau au nord-ouest de Saint Jean de Bassel). Il s'agissait d'une vache charbonneuse ayant présenté des signes respiratoires aigus avant de mourir ou d'être abattue (circonstances de la mort non déterminées avec certitude). Le cas bovin avait été découvert suite à la détection de trois cas humains de charbon cutané, les trois personnes infectées ayant dépecé et éviscéré la carcasse de la bête charbonneuse (Mailles *et al.* 2008).

Les circonstances de découverte du cas de 2008 et les entretiens avec les éleveurs incitent à penser à une sous-déclaration des cas de fièvre charbonneuse. En effet, plusieurs éleveurs ont dit avoir déjà eu des mortalités isolées au pâturage. Si un seul animal est concerné, le vétérinaire n'est pas forcément appelé et l'animal peut partir à l'équarrissage sans que la cause de la mort n'ait été déterminée.

¹ Le charbon symptomatique est une infection due à *Clostridium chauvei*. Il ne s'agit donc pas de fièvre charbonneuse aussi dénommée charbon bactérien.

² Son exploitation comprend deux sites, le premier situé à Saint-Jean-de-Bassel (comprenant la pâture non confirmée infectée et la seconde pâture détectée infectée) qu'il a repris à son beau-père en 2002 et le second situé à Gosselming (comprenant la première pâture détectée infectée) qu'il a acheté en 2004.

b) Présence de lieux d'enfouissement de cadavres d'animaux par le passé

Il n'a pas été possible de retrouver l'emplacement de potentiels lieux d'enfouissement de cadavres d'animaux sur les communes touchées par l'épisode de fièvre charbonneuse de 2016 malgré une recherche aux Archives départementales. Dans une note du Préfet de Moselle du 17 décembre 1934, il est mentionné que « la réglementation sanitaire en vigueur prévoit, pour les Communes qui n'auront pu passer des contrats avec les équarisseurs pour l'enlèvement des cadavres d'animaux, l'obligation d'aménager un lieu public pour leur enfouissement ». Trois équarissements approuvés pour le département de Moselle sont listés dans cette même note : Borny, Sarrebourg et Mackviller dans le Bas-Rhin (d'autres sociétés d'équarrissage sont mentionnées au fil des années). Malgré les recherches, aucun document faisant état d'un contrat entre les communes concernées et un équarissage ou présentant un plan des lieux d'enfouissement choisis n'a été retrouvé (des plans ont été retrouvés pour les communes du canton de Metz-Campagne). Par ailleurs, des documents attestent de dérogations autorisant les éleveurs à continuer à enfouir leurs cadavres d'animaux dans leurs terrains sur certaines communes (aucune information n'a été retrouvée pour les communes de la zone touchée en 2016).

c) Conditions météorologiques³ et remontée de nappes phréatiques

Les années 2015 et 2016 se sont traduites en Moselle par des conditions météorologiques particulières. L'année 2015 a été chaude et sèche, en Moselle comme dans le reste de la France. La température moyenne a été supérieure aux normales⁴ (dans la zone touchée, l'écart à la température annuelle de référence a été de plus de 1°C), un épisode de canicule est survenu en juillet et la pluviométrie a été déficitaire (99 jours et 558 mm de précipitations à Metz sur l'ensemble de l'année contre 123 jours et 758 mm normalement).

En 2016, les mois d'avril, mai et juin ont au contraire été caractérisés par de fortes précipitations (cumuls quasiment une fois et demie supérieurs à la normale) et un ensoleillement de 10 à 30 % inférieur à la normale. Fin mai, un épisode de pluies très abondantes a affecté le département (tout comme une grande partie de l'Hexagone) : 24.9 mm de pluie sont par exemple tombés à Metz sur la seule journée du 30 mai (soit l'équivalent de deux semaines de précipitations à cette période). Ces nombreux passages pluvieux ont provoqué crues et inondations, y compris sur les pâtures touchées par l'épisode de fièvre charbonneuse (sept des huit pâtures ont été qualifiées de particulièrement humides, boueuses ou inondées par les éleveurs concernés). De plus, deux éleveurs ont rapporté avoir rentré début juin des animaux qu'ils avaient mis en pâture quelques semaines auparavant à cause du mauvais temps (ces animaux ont été ressortis fin juin).

Il faut noter que cinq des huit pâtures se situent dans des zones où la sensibilité aux remontées de nappes phréatiques (et donc aux inondations) est par endroits moyenne à forte. Cette sensibilité est particulièrement importante pour les deux pâtures de la commune de Langatte où la nappe est considérée « sub-affleurante » (cf. la carte des remontées de nappe en domaine sédimentaire éditée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, données du 15/12/2011 - <http://www.inondationsnappes.fr> – présentée en annexe A3). Ces données sont donc cohérentes avec les informations recueillies auprès des éleveurs.

Les mois de juillet et août 2016 ont de nouveau été marqués par une pluviométrie déficitaire. Le déficit a été marqué en juillet (40 % de déficit en hauteur de précipitations) et très marqué en août (près de 80 % de déficit en hauteur de précipitations et 3 jours de précipitations contre 9,1 jours normalement). A l'échelle nationale, août 2016 se classe au 1^{er} rang des mois d'août les plus secs sur la période 1959-2016 (source : bilan climatique de l'été 2016 de Météo France).

³ Les données décrites dans cette section se rapportent aux données climatiques de la station de Metz, source Météo France : <http://www.meteofrance.com/climat/france/metz/57039001/relevés>

⁴ moyenne de référence 1981-2010

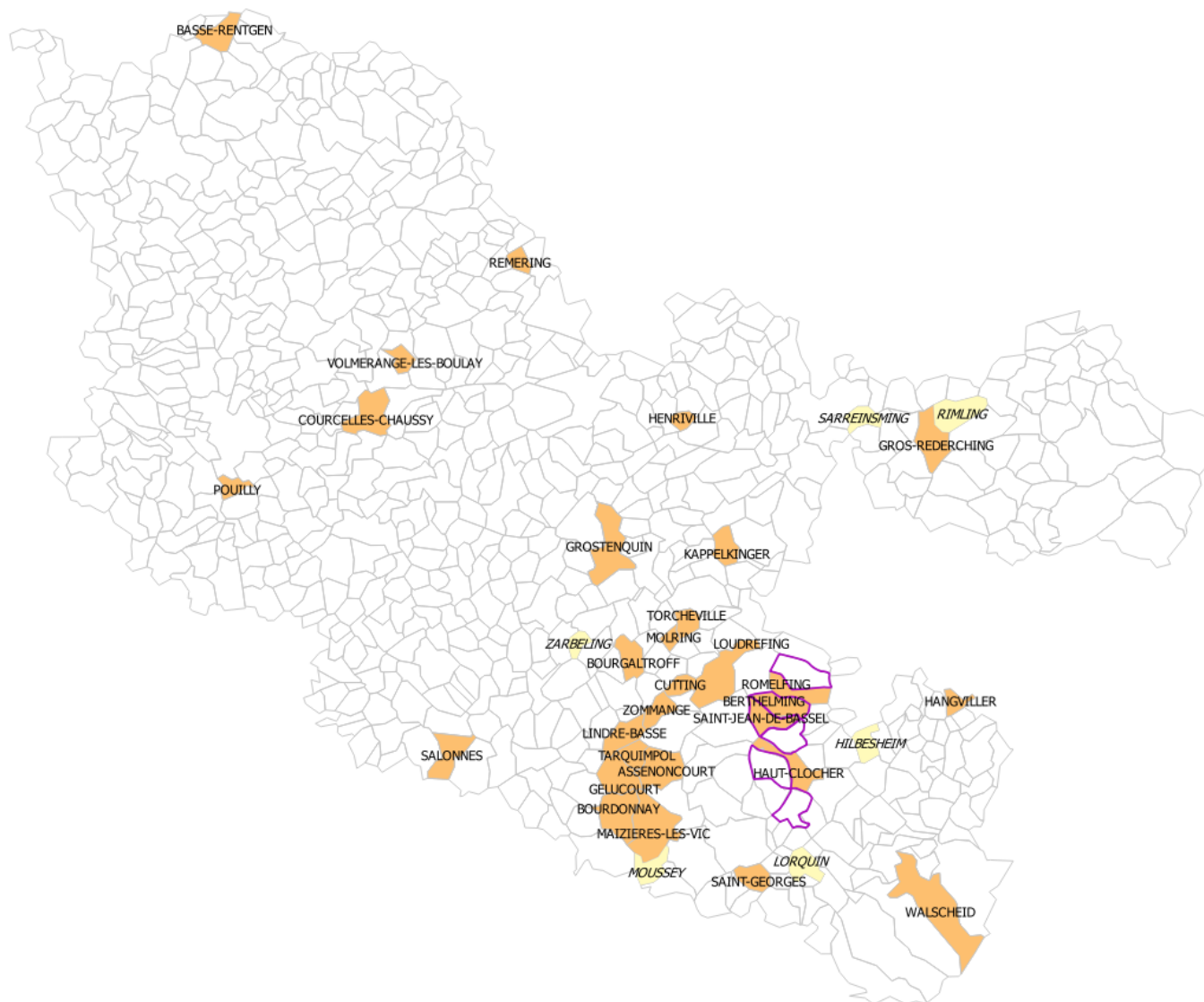


Figure 4 : communes de Moselle avec historique de fièvre charbonneuse entre 1921 et 2015 (en orange).

En jaune : communes avec cas possibles («charbon» sans précision « symptomatique » ou « bactérien » dans les documents retrouvés aux archives).

Communes en violet : communes touchées par l'épisode de 2016 (du nord au sud sur 14.5 km : Fénétrange, Berthelming, St Jean de Bassel, Gosselming, Langatte et Bébing).

La fièvre charbonneuse est une maladie saisonnière. De manière classique, les cas en zone enzootique apparaissent à l'occasion d'un épisode prolongé de chaleur et de sécheresse ayant succédé à des pluies importantes ou des inondations (WHO, 2008). Plusieurs mécanismes peuvent expliquer l'impact du climat sur la survenue de cas de fièvre charbonneuse. La résistance des animaux aux maladies infectieuses est diminuée lors de températures élevées (notamment en impactant les systèmes de contrôle physiologiques et métaboliques qui modulent la réponse immunitaire, Hugh-Jones et al. 2009). Un autre mécanisme fréquemment mis en avant est le fait que l'herbe étant plus basse (surtout en cas de surpâturage) et plus abrasive pendant les périodes de sécheresse, les animaux ont une plus forte probabilité d'ingérer des spores et que ces spores passent dans la circulation générale, initiant l'infection (WHO, 2008). En Moselle, les éleveurs rencontrés nous ont dit que l'herbe était haute en juillet (ce n'était plus le cas lorsque nous sommes rendus sur le terrain début septembre). Néanmoins, ce mécanisme a été mis en évidence en 2006 lors d'un épisode de fièvre charbonneuse de grande ampleur qui a touché une province de l'ouest du Canada, le Saskatchewan. 804 animaux (dont 493 bovins) provenant de 154 exploitations sont morts entre mi-juin et fin septembre (Himsworth & Argue, 2008). Une étude cas-témoins a permis d'identifier quatre principaux facteurs de risque de fièvre charbonneuse dans les exploitations bovines dont une herbe de courte longueur et une densité au pâturage de plus de deux animaux à l'hectare (Epp *et al.* 2010). Les deux autres facteurs de risque mis en évidence dans cette étude étaient la survenue d'inondations et des pâtures humides (facteur avec le plus fort odds-ratio à 7.2 [2.9-18.1]). Ces deux caractéristiques ont été observées au printemps-été 2016 dans quasiment toutes les pâtures touchées de Moselle, de même que l'alternance de fortes précipitations puis de sécheresse décrit comme un des patterns météorologiques classiquement associés à la fièvre charbonneuse. En effet, pour Hugh-Jones et al. (2009), l'eau stagnante aurait la capacité de faire remonter les spores vers la végétation pâturée.

Il faut noter qu'en 2016, des foyers de fièvre charbonneuse ont été notifiés dans plusieurs pays d'Europe (Suède, Italie, Roumanie, Ukraine, Russie), d'Asie (Kazakhstan, Bangladesh, Inde, Indonésie, Bhoutan, Myanmar), d'Afrique (Ghana, Tanzanie, Kenya, Zimbabwe) et d'Amérique (Argentine, Bolivie, Etats-Unis, Canada). La France n'est pas le seul pays européen à avoir subi un épisode de fièvre charbonneuse de grande ampleur. Même si le nombre de foyers déclarés en Europe via le système ADNS (Animal Disease Notification System) est moins important en 2016 que les années précédentes (annexe 4), certains de ces foyers concernent un nombre d'animaux non négligeable. Ainsi en Suède, une douzaine d'animaux (principalement des bovins mais également un cheval, un mouton et deux élans) sont morts de fièvre charbonneuse en juillet et août. Le climat, particulièrement sec en 2016 dans la zone (précipitations de juillet égales à 10% des normales de saison), et les caractéristiques de l'herbe (sèche et peu abondante) sont considérés comme des facteurs ayant favorisé l'ampleur de l'épisode (C. Hultén, comm. pers.).

d) Caractéristiques des sols

D'après le rapport de Mme Côte-Chosseler, le contexte géologique de la zone est variable en fonction des communes : marnes irisées du Keuper à Fénétrange, formations marneuses ou limoneuses à St Jean-de-Bassel et calcaire à cératites et limons à Langatte.

D'après la littérature, les épisodes de fièvre charbonneuse sont fréquemment associées à des sols riches en matière organique, en calcium et ayant un pH plutôt alcalin (FAO 2016). En effet, dans les sols acides (pH<4.5), les spores semblent subir une perte accélérée de viabilité (Hugh-Jones et al. 2009). Dans la zone touchée, le pH est plutôt acide (autour de 4.9 – 5 dans les communes touchées – source : European Soil Data Centre - – cf. carte en annexe A5a). Par contre, les teneurs en matière organique sont modérées (teneurs en carbone organique autour de 3% - cf. annexe 5b – source European Soil Data Centre) et les teneurs en calcium total sont élevées (31,5 g pour 100 g dans le canton de Sarrebourg – source Base de Données des Analyses de Terre - cf. carte en annexe A5c).

e) Réalisation de travaux d'aménagement

Une des pâtures touchées (la pâture 1 de l'élevage 4) a fait l'objet de travaux dans le mois précédent les mortalités (tuyaux de drainage posés en juillet et mortalités à partir du 10 août). Le creusement de la tranchée pourrait avoir entraîné la remontée de spores de *Bacillus anthracis* présentes dans le sol. Ce mécanisme n'est pas généralisable à l'ensemble des pâtures touchées (deux autres éleveurs ont rapporté la survenue de travaux à proximité de leurs parcelles mais ces travaux ne se déroulant pas au sein des pâtures touchées, il semble difficile qu'ils aient pu aboutir à la présence en surface de spores accessibles aux bovins).

Un point d'inquiétude de certains éleveurs concernait les travaux de terrassement liés à la ligne à grande vitesse Est Européenne (tronçon 41 passant au nord de Langatte) et les dépôts de terre associés. Seul un des éleveurs rencontrés a rapporté avoir récupéré de la terre issue de ces travaux (éleveur 5) de 2011 à 2013 (dates approximatives). Ces 250 000 m³ de terre ont été déposés sur une parcelle de 45 ha utilisée en culture et non adjacente à la pâture touchée. Un autre éleveur (éleveur 4) a mentionné que son frère, également éleveur de bovins, avait récupéré de la terre issue de ces travaux, terre qui avait été disposée sur une parcelle actuellement pâturée par ses animaux sans que cela ne pose apparemment de problème (pas de cas de fièvre charbonneuse détecté dans cet élevage). Ainsi, aucune des pâtures touchées n'a fait l'objet d'un dépôt de terre provenant des travaux de la ligne Est Européenne, ce qui exclut un éventuel lien entre ces travaux de terrassement et la survenue de l'épisode de fièvre charbonneuse.

f) Gestion des suspicions et des premiers cas

Comme indiqué dans la section 2.a, la fièvre charbonneuse a été suspectée pour la première fois le 29 juillet par le vétérinaire de l'élevage 1. Avant la notification de la suspicion, quatre animaux de cette pâture étaient déjà morts. Pourtant, c'est la première fois que le vétérinaire était appelé pour une autopsie (il avait été appelé pour soigner les deux derniers de ces quatre animaux et avait mis en place une fluidothérapie sur le premier et une antibiothérapie sur le second). Au cours de cette autopsie, l'aspect de la rate et l'absence de caillot sanguin lui ont fait penser à la fièvre charbonneuse et la suspicion a été notifiée à la DDPP 57. Dans le même temps, dans l'élevage 2, cinq animaux étaient également morts dont trois avaient fait l'objet d'une autopsie par un autre vétérinaire sans que la fièvre charbonneuse ne soit suspectée. Un animal avait également été retrouvé mort au sein de l'élevage 3. Il a donc fallu 11 animaux morts (dont quatre autopsiés) sur une période de 10 jours pour qu'une suspicion de fièvre charbonneuse soit émise.

En l'absence de suspicion de fièvre charbonneuse, la gestion des cadavres des premiers cas n'a pas été adaptée. Cinq autopsies ont été réalisées en pâture (une au sein de l'élevage 1 et quatre dans l'élevage 2). Les cadavres des animaux morts avant la confirmation de l'infection ont le plus souvent été déplacés (transportés sur les places d'équarrissage situées près des bâtiments d'élevage). Dans certains cas, les cadavres sont restés 24 à 48 h en pâture sans protection particulière ou ont été tirés au sol sur toute la longueur de la pâture, ce qui a pu provoquer une forte contamination des sols et favoriser l'infection des animaux du reste du lot. Des failles de biosécurité en élevage ont été rapportées : utilisation du manitou de l'élevage 4 (non encore détecté infecté) pour déplacer le 1^{er} cadavre de l'élevage 3 ou encore déplacement du lot d'animaux situé sur la pâture 1 de l'élevage 1 après les premières mortalités aboutissant à la mort de deux animaux en bâtiment (et donc à la contamination des locaux). Plusieurs éleveurs se sont également plaints du délai du passage du camion d'équarrissage (régulièrement de plus de 3 jours en début d'épisode, avant la confirmation de l'infection – cf. figure 1). Concernant la biosécurité lors des soins vétérinaires, il faut noter que les quatre derniers animaux de l'élevage 2 morts de fièvre charbonneuse avaient reçu une vaccination contre *Clostridium* respectivement 1, 4, 6 et 13 jours avant leur mort (vaccination pratiquée par l'éleveur). Nous ne disposons pas d'information sur les pratiques de vaccination (changement d'aiguille entre animaux notamment). Néanmoins, la bactériémie précédant de peu la mort des

animaux atteints de fièvre charbonneuse (moins de 24h en général chez le cochon d'Inde – Weiss *et al.* 2011), il semble peu probable que cette vaccination ait joué un rôle dans la propagation intra-élevage de l'infection. Les autopsies sont certainement bien plus impliquées dans la contamination des sols et la génération de nouveaux cas.

Pour les premiers éleveurs touchés, la confirmation de l'infection a pris plus de temps qu'attendu. Les trois premiers cas confirmés correspondent à des animaux morts le 29 juillet (élevage 1), le 31 juillet (élevage 2) et le 2 août (élevage 3). Les prélèvements sont arrivés au LNR le 2 août (pour les deux premiers élevages) et le 3 août (pour le troisième). Le vétérinaire ayant notifié la suspicion a regretté que les agents de la DDPP 57 ne puissent venir chercher le prélèvement à la clinique le jour-même et qu'il ait dû lui-même apporter le prélèvement à Sarrebourg le lundi suivant (le 1^{er} août). Au LNR, une analyse PCR n'ayant pas pu être validée a dû être refaite, ce qui a entraîné un délai supplémentaire de 24h pour un prélèvement. Au final, le résultat a été rendu par le LNR à la DDPP 57 par mail le vendredi 5 août et le rapport d'analyse transmis par mail le lundi 8 août. Par ailleurs, un animal mort le 24 juillet dans l'élevage 2 a fait l'objet d'une autopsie et d'un prélèvement de rate qui est parti au laboratoire Eurofins de Moulins pour bactériologie (pas de suspicion de fièvre charbonneuse à cette date). Ce laboratoire suspectant la présence de *Bacillus anthracis* d'après l'aspect de la culture bactérienne a envoyé la souche au LNR le 5 août (date de réception : 8 août 2016) qui l'a ré-isolée et confirmée comme étant *Bacillus anthracis*. Ceci a créé une incompréhension chez l'éleveur qui a reçu un résultat positif sur un animal mort plus de 2.5 semaines auparavant alors qu'entre temps, le diagnostic avait été confirmé dans son élevage sur un animal mort ultérieurement (le 31 juillet).

g) Rôle des insectes dans l'épisode de fièvre charbonneuse

Dans la littérature, les insectes sont fréquemment associés aux épisodes de fièvre charbonneuse (Hugh-Jones & Blackburn 2009, WHO 2008). Deux mécanismes sont décrits. Tout d'abord, les mouches nécrophages (par exemple les *Calliphoridae*, mouches vertes et bleues) auraient un rôle amplificateur de cas. Ces mouches se nourrissent sur les animaux morts de fièvre charbonneuse puis volent sur la végétation environnante où elles défèquent ou recrachent les fluides présents en excès dans leurs estomacs, déposant ainsi des bactéries sur la végétation. Les herbivores (domestiques ou sauvages) pourraient ainsi s'infecter en ingérant ces feuilles contaminées. Ainsi, Blackburn *et al.* (2014) ont détecté *Bacillus anthracis* par PCR dans des mouches adultes et des feuilles prélevées à quelques mètres de cadavres d'animaux morts de fièvre charbonneuse. Il faut noter que les auteurs n'ont pas réussi à cultiver les bactéries à partir des échantillons de feuilles, ce qui est attribuable selon eux au laps de temps trop important (> 21 jours) entre la mort de l'animal et la collecte des échantillons : la survie de *Bacillus anthracis* dans les insectes et sur les feuilles serait limitée dans le temps, les conditions de persistance des spores n'étaient pas réunies sur ces supports. Le deuxième mécanisme décrit est un mécanisme de propagation à distance de la fièvre charbonneuse par les insectes hématophages tels que les tabanidés : en se nourrissant sur un animal malade ou mort, ces insectes contamineraient leurs pièces buccales et pourraient ainsi infecter un autre animal à l'occasion d'un repas sanguin (l'insecte joue alors le rôle de vecteur passif). Si ce mécanisme n'est pas encore bien compris, la dose semble un élément essentiel à prendre en compte : plusieurs (voire de nombreuses) piqûres d'insectes contaminés seraient nécessaires à l'infection d'un hôte (WHO 2008). Le laps de temps séparant l'exposition de l'insecte à l'exposition du second hôte vertébré serait également un facteur limitant, les bactéries ne se multipliant pas dans les pièces buccales des tabanidés.

Cette propagation à distance par les tabanidés a été évoquée par un des vétérinaires rencontrés au cours de nos investigations (pour expliquer la contamination de la pâture 2 de l'élevage 1 située à plusieurs kilomètres de la pâture 1 de ce même élevage). Seul l'éleveur 4 a rapporté une abondance importante de taons en 2016, les autres éleveurs ayant affirmé n'avoir pas rencontré de problèmes particuliers avec les mouches ou les taons cette année-là. Seuls deux éleveurs (éleveurs 4 et 6) ont

effectué un traitement insecticide à la mise en pâture (en mai) sur tout ou partie de leurs bovins. La rémanence du produit étant de 6 à 8 semaines pour les insectes volants, les animaux n'étaient plus protégés au moment du pic de cas de fièvre charbonneuse fin juillet – début août. Néanmoins, il ne nous est pas possible de déterminer l'importance que pourraient avoir joué les insectes dans la propagation ou la multiplication des cas de fièvre charbonneuse au cours de l'épisode de Moselle. Notre impression est que ce mode de propagation n'a probablement pas été déterminant en Moselle, si tant est qu'il ait existé.

h) Epandage de *Bacillus thuringiensis* en forêt

Les 6, 7 et 9 mai 2016, l'Office National des Forêts (ONF) a procédé à l'épandage de FORAY® 48B, un insecticide biologique présentant une activité spécifique sur les chenilles processionnaires du pin et du chêne. Ainsi, 24 cuves de 1000 litres de cet insecticide sont arrivées scellées des Etats-Unis et ont été épandues par hélicoptère à la dose de 4 litres à l'hectare (épandage du produit pur) sur toutes les forêts domaniales des massifs de Fénétrange, Languimberg, Albestroff et Sarrebourg. Un traitement similaire mais sur des zones géographiques plus limitées avait déjà eu lieu en 2004-2005.

Le FORAY® 48B contient les principes actifs (spores et cristaux) de *Bacillus thuringiensis subspecies kurstaki* (souche ABTS-351), souche bactérienne utilisée commercialement depuis une trentaine d'années pour protéger les céréales, les arbres fruitiers et les forêts contre certaines chenilles phytophages. Cette préparation est autorisée en France (AMM Biocide FR-2013-0022). Cette bactérie fait partie d'un groupe de huit espèces du genre *Bacillus* (*cereus* sensu stricto, *B. anthracis*, *B. thuringiensis*, *B. weihenstephanensis*, *B. mycoides*, *B. pseudomycoides*, *B. cytotoxicus* and *B. toyonensis*) rassemblés sous le terme « groupe *Bacillus cereus* », tout comme *Bacillus anthracis* (l'agent responsable de la fièvre charbonneuse). En raison de cette parenté, certaines personnes ont émis l'hypothèse lors des entretiens que le produit épandu ait été contaminé par *Bacillus anthracis* ou que le *Bacillus thuringiensis* « ait muté » en *Bacillus anthracis*. Une communication institutionnelle jugée trop tardive par certains acteurs (communiqué de presse de la Préfecture publié le 6 août) a sans doute renforcé leur méfiance vis-à-vis de l'Etat et de ce qu'ils ont perçu comme un manque de transparence.

D'un point de vue épidémiologique, aucun élément n'est en faveur d'un lien entre l'épandage de FORAY® 48B et la survenue des cas de fièvre charbonneuse : l'épandage a eu lieu en mai et les cas en juillet et août. Il faut souligner qu'aucun événement sanitaire particulier n'a été détecté entre mai et juillet ni dans la faune sauvage, ni chez les espèces domestiques sensibles, ni dans la population humaine des zones traitées, ce qui n'est pas compatible avec l'hypothèse d'une contamination par *Bacillus anthracis* du produit d'épandage.

D'un point de vue génétique, les gènes de virulence majeurs de *Bacillus anthracis* sont portés par les deux plasmides de la bactérie (plasmides spécifiques de *Bacillus anthracis* dénommés pXO1 et pXO2 ; les plasmides des autres espèces sont différents). Pour reproduire les effets pathogènes de *Bacillus anthracis*, il faudrait introduire ces plasmides au sein de la bactérie *Bacillus thuringiensis*. A ce jour, la présence des plasmides proches de ceux de *Bacillus anthracis* (pXO1 et pXO2) n'a été rapportée à notre connaissance que dans une lignée de souches de *Bacillus cereus*, isolées en Afrique tropicale (*Bacillus cereus* biovar *anthracis*) à partir de différentes espèces sauvages et domestiques. Ces souches sont retrouvées uniquement dans les régions chaudes de l'Afrique tropicale (sans doute en lien avec les propriétés biologiques particulières de ces souches) et les études phylogénétiques indiquent que ces souches n'ont pas émergé à partir de mutations récentes, ni rapides (Antonation *et al.* 2016). Pour les cas de Moselle, la probabilité de telles mutations est donc hautement improbable, et ce d'autant plus que l'identification de la souche impliquée dans les mortalités indique clairement que la souche en cause présente toutes les caractéristiques spécifiques de *Bacillus anthracis*.

Néanmoins, pour s'assurer de l'absence de contamination des cuves, nous avons procédé à des prélèvements sur les fonds de cuve des neuf cuves qui étaient toujours entreposées par l'ONF (les autres cuves ont été nettoyées et vendues à des particuliers). Les neuf échantillons d'insecticide biologique FORAY® 48B ont été analysés par une méthodologie phylopeptidomique au Laboratoire Innovations technologiques pour la Détection et le Diagnostic (Li2D) du CEA de Marcoule. Après extraction des peptides, leur identification et séquençage ont été réalisés par spectrométrie de masse en tandem, couplée à une chromatographie liquide à haute performance, avec pour objectif l'identification du maximum de peptides. L'interprétation des données de spectrométrie de masse en tandem est réalisée à l'aide d'un logiciel conçu au sein du laboratoire Li2D, permettant une attribution taxonomique (concept de phylopeptidomique). Un contrôle qualité consistant en l'analyse dans les mêmes conditions d'un extrait protéique de cellules HeLa a été effectué avant et après analyse de la série d'échantillons.

Les neuf échantillons contiennent essentiellement le même organisme majoritaire : une bactérie de l'espèce *Bacillus thuringiensis*. Les données enregistrées permettent de préciser que la bactérie est assimilable aux souches *Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki* (TaxID 29339). Pour l'ensemble des neuf échantillons, le seul *Bacillus* détecté est cette bactérie assimilable aux souches *Bacillus thuringiensis* serovar *kurstaki*. Les résultats indiquent la présence d'autres organismes ou traces d'organismes : deux ascomycètes (l'un du genre *Aspergillus* et l'autre du genre *Trichoderma*), ainsi que des plantes. Ces résultats permettent clairement d'exclure la contamination des cuves par *Bacillus anthracis*.

4. Conclusions et recommandations

De par le monde, dans les zones historiquement contaminées par *Bacillus anthracis* possédant des caractéristiques environnementales adéquates, la grande quantité de bactéries libérées dans l'environnement au moment de la mort d'un animal infecté et la survie potentielle des bactéries sous forme de spores pendant des dizaines d'années expliquent la réapparition régulière de cas sporadiques, surtout à la faveur d'événements climatiques particuliers (fortes sécheresses ou inondations notamment - WHO 2008). **La zone de Moselle concernée ici par la fièvre charbonneuse est une zone historiquement contaminée** : des mortalités de bovins dus à cette infection ont été régulièrement notifiées depuis au moins une centaine d'années. **De plus, la zone a subi une forte sécheresse en 2015 suivie d'une alternance de fortes précipitations et de sécheresse en 2016. La survenue de cas de fièvre charbonneuse en Moselle au cours de l'été 2016 s'inscrit donc dans un schéma classique de réapparition de l'infection.**

Le nombre d'animaux et d'élevages touchés (30 animaux morts au sein des six élevages investigués) et l'étendue géographique de la zone concernée (une vingtaine de kilomètres du nord au sud sur 4-5 km d'est en ouest) peuvent à première vue sembler étonnants si on compare cet épisode aux cas de fièvre charbonneuse habituellement décrits en France. Néanmoins, **l'ampleur de l'épisode de Moselle n'est pas hors normes** : de récents épisodes de fièvre charbonneuse (par exemple en Italie en 2004 – Fasanella *et al.* 2010, aux Etats-Unis en 2005 – Mongoh *et al.* 2008 ou au Canada en 2006 - Himsworth & Argue 2008) ont touché des zones de plusieurs centaines de km² et ont tué des dizaines (voire des centaines) d'animaux. Rappelons également qu'en 2008, 21 exploitations réparties sur 10 communes avaient subi des mortalités de bovins dues à la fièvre charbonneuse dans le Doubs (Calavas *et al.* 2009).

Dans tous ces épisodes de même qu'en Moselle, il n'a pas été possible de distinguer la part des cas due à la présence antérieure de spores de *Bacillus anthracis* dans l'environnement (principalement les sols) de celle possiblement due à de la transmission à distance à partir d'un animal ou d'une pâture infecté. Dans la zone de Moselle touchée en 2016, il est théoriquement possible que les insectes ou le matériel ait transporté de manière passive des spores entre pâtures différentes.

Néanmoins, la transmission de l'infection entre pâtures ou entre élevages par du matériel d'élevage n'a à notre connaissance pas été établie et il semble peu probable que le matériel de fauchage ait transporté suffisamment de spores pour pouvoir contaminer une pâture à distance.

Seul le matériel ayant été en contact avec un animal mort de fièvre charbonneuse (comme par exemple le matériel utilisé pour transporter et/ou autopsier les animaux morts) pourrait théoriquement être suffisamment contaminé. Néanmoins, cette potentielle transmission entre pâtures est à notre avis d'importance moindre comparée à la contamination des animaux au sein d'une même pâture.

En effet, ce qui aurait sans doute pu être réduit dans l'épisode de Moselle de 2016 est le nombre d'animaux morts au sein de chaque pâture (pour la moitié des huit pâtures investiguées, au moins quatre bovins par pâture sont morts). Ceci peut s'expliquer par le **délai ayant précédé la suspicion de l'infection et donc la mise en place de mesures de contrôle appropriées, notamment de mesures de gestion des cadavres**. En effet, comme expliqué par Hugh-Jones & Blackburn (2009), les cas initiaux de fièvre charbonneuse sont souvent sporadiques et aléatoires, parfois non détectés. Une fois qu'un animal est mort, les autres animaux peuvent lécher le sang s'écoulant du cadavre et donc se contaminer. Lors de l'épisode mosellois de 2016, laisser le cadavre à portée des autres bovins sans protection particulière, le déplacer ou pratiquer des autopsies en plein champ ont sans doute contribué à la génération de plusieurs cas secondaires et à une forte contamination des sols pour les années à venir. L'absence d'immunité des bovins vis-à-vis de la fièvre charbonneuse (pas de vaccination de routine) est également un élément à mentionner.

La sensibilisation vis-à-vis de la fièvre charbonneuse des professionnels (éleveurs, vétérinaires et directions départementales des services vétérinaires) sur l'ensemble du territoire national paraît donc indispensable pour éviter de nouveaux épisodes de ce type à l'avenir. Il nous est apparu que tous les cas sporadiques de fièvre charbonneuse de Moselle ne devaient sans doute pas être détectés. Une ou plusieurs morts subites au pâturage doivent amener éleveurs et vétérinaires à suspecter la fièvre charbonneuse, même dans les zones où l'infection n'a pas été notifiée depuis longtemps (voire même si elle n'a jamais été notifiée de mémoire d'homme). La plupart des éleveurs et vétérinaires rencontrés au cours de nos investigations ne savaient pas que certaines des communes touchées (ou les communes voisines) avaient un historique de fièvre charbonneuse. Il est donc important que partout en France les éleveurs pensent à appeler leur vétérinaire en cas de mort subite et que les vétérinaires connaissent les signes cliniques et lésions évocateurs de fièvre charbonneuse de même que la procédure à mettre en œuvre avec l'aide des services vétérinaires officiels en cas de suspicion de cette infection.

Suspecter et confirmer l'infection rapidement permettent en effet la mise en œuvre de mesures permettant de limiter la mortalité animale et l'étendue de l'infection (FAO 2016) : vacciner les animaux sensibles des élevages touchés et des élevages environnants, restreindre et retracer les mouvements des animaux des pâtures touchées (et de leurs produits le cas échéant), mettre en place une antibiothérapie adaptée sur les animaux atteints, gérer de manière adéquate les cadavres, désinfecter le matériel d'élevage contaminé voire les sols, renforcer la surveillance et la vigilance dans les zones voisines afin de détecter le plus rapidement possible de nouveaux cas, etc. Il serait intéressant de réaliser un retour d'expérience à partir de l'épisode de Moselle et de définir la procédure à suivre en cas de suspicion ou confirmation de fièvre charbonneuse de la manière la plus opérationnelle possible. Plusieurs éleveurs et vétérinaires nous ont en effet fait part de leurs difficultés pratiques pour par exemple désinfecter correctement le matériel ou le sol ou encore bâcher ou transporter les cadavres d'animaux infectés de manière adéquate.

La communication est également un point crucial pour obtenir la confiance des acteurs : mettre à disposition des éleveurs, des vétérinaires et du grand public une information claire, précoce et concertée entre professionnels de la santé animale et de la santé humaine est indispensable.

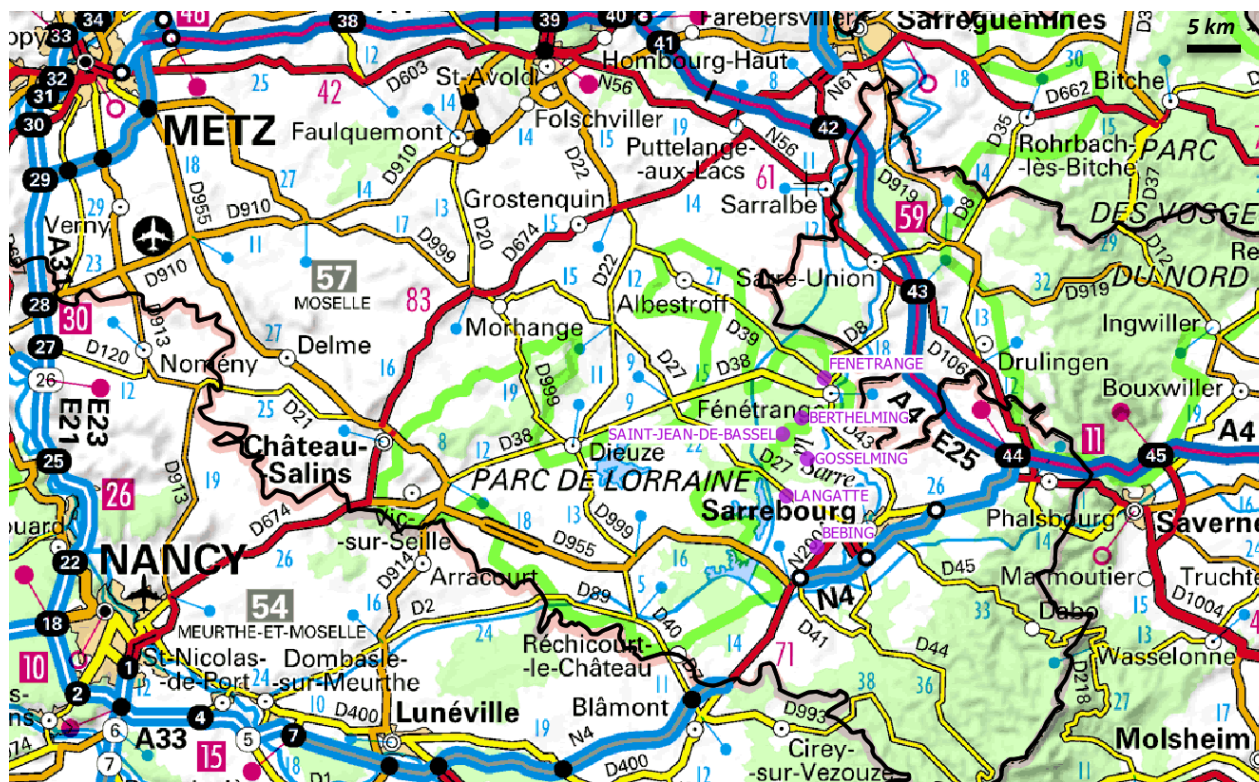
Par ailleurs, la vaccination préventive des bovins reste une mesure efficace pour prévenir les cas sporadiques comme la survenue d'épisodes de plus grande ampleur. Néanmoins, une évaluation cout-bénéfice de cette vaccination serait nécessaire avant de la préconiser à grande échelle. Il serait également intéressant d'identifier sur le territoire français les zones les plus à risque de fièvre charbonneuse. Ceci pourrait être réalisé en développant des modèles de niche écologique prenant en compte des variables environnementales (caractéristiques des sols notamment), climatiques et temporelles (historique des cas notamment). La vaccination préventive pourrait par exemple n'être préconisée que dans les zones les plus à risque.

5. Références

- Antonation K.S., Grützmacher K., Dupke S., Mabon P., Zimmermann F., Lankester F. 2016. *Bacillus cereus* Biovar *Anthraxis* Causing Anthrax in Sub-Saharan Africa—Chromosomal Monophyly and Broad Geographic Distribution. PLoS Negl Trop Dis 10(9): e0004923. doi:10.1371/journal.pntd.0004923.
- Blackburn J., Van Ert M., Mullins J., Hadfield T., Hugh-Jones M. 2014. The Necrophagous Fly Anthrax Transmission Pathway: Empirical and Genetic Evidence from Wildlife Epizootics. Vector Borne Zoonotic Dis. 14 (8): 576-583.
- Calavas D., Sala C., Vaissaire J., Condé J., Thien-Aubert H., Hessemann M., Woronoff-Rehn N. 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.
- Epp T., Waldner C., Argue C.K. 2010. Case-control study investigating an anthrax outbreak in Saskatchewan, Canada — Summer 2006. Can Vet J. 51:973–978.
- FAO. 2016. Anthrax outbreaks: a warning for improved prevention, control and heightened awareness. EMPRES Watch, Vol. 37.
- Himsworth C.G., Argue C.K. 2008. Cross-Canada Disease Report - Anthrax in Saskatchewan 2006: An outbreak overview. Can Vet J. 49:235–237.
- Hugh-Jones M., Blackburn J. 2009. The ecology of *Bacillus anthracis*. Molecular Aspects of Medicine 30:356-367.
- Mailles A, Alauzet C, Mock M, Garin-Bastuji B, Veran Y. 2010. Cas groupés de charbon cutané humain en Moselle – Décembre 2008. Rapport de l'Institut de veille sanitaire, février 2010.
- Weiss S., Kobilier D., Levy H., Pass A., Ophir Y., Rothschild N., Tal A., Schlomovitz J., Altboum Z. 2011. Antibiotics Cure Anthrax in Animal Models. Antimicrob Agents Chemother. 2011 Apr;55(4):1533-42. doi: 10.1128/AAC.01689-10.
- WHO. 2008. Anthrax in humans and animals – 4th ed. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

6. Résumé

Durant l'été 2016, un épisode de fièvre charbonneuse d'ampleur inhabituelle pour la France a touché le sud-est de la Moselle : de mi-juillet à début septembre, une trentaine de bovins de huit élevages différents sont morts au pâturage, le plus souvent subitement. La fièvre charbonneuse a été suspectée le 29 juillet par un des vétérinaires des premiers élevages touchés (10 bovins de trois élevages différents étaient déjà morts) et confirmée le 5 août par le LNR Charbon. Au total, six communes réparties sur 15 km du nord au sud ont été touchées. La DGAI a sollicité l'appui scientifique et technique de l'Anses pour mener des investigations épidémiologiques afin d'essayer de déterminer l'origine de la contamination et de prévenir les risques de diffusion de l'infection. Les deux investigateurs se sont rendus sur le terrain afin de rencontrer les agents de la DDPP de Moselle ainsi que six des huit éleveurs concernés. Ils ont également effectué des recherches aux Archives Départementales. Il s'est avéré que la zone touchée était une zone historiquement contaminée. Les conditions météorologiques de l'année 2016 (fortes précipitations au printemps et sécheresse en fin d'été) et la survenue d'inondations dans la plupart des pâtures touchées ont sans aucun doute favorisé la remontée des spores bactériennes présentes dans le sol. L'épisode de fièvre charbonneuse de Moselle s'inscrit donc dans un schéma classique de réapparition de l'infection. Certaines personnes ont émis l'hypothèse d'un lien entre un insecticide de lutte biologique, le FORAY®48B, épandu sur les forêts de la zone en mai 2016 et la survenue des cas de fièvre charbonneuse l'été suivant. Néanmoins, les analyses ont permis d'exclure la contamination par *Bacillus anthracis* des neuf fonds de cuve de FORAY®48B prélevés. Il faut noter que la suspicion de l'infection et donc la mise en place de mesures de contrôle appropriées sont intervenues très tardivement (plus de 10 jours après les premières morts de bovins). Durant ce laps de temps, la gestion des cadavres n'a pas été adaptée : des autopsies ont été pratiquées au sein des pâtures, des cadavres y sont restés plusieurs jours sans protection particulière au milieu des autres bovins, etc., ce qui a pu provoquer une forte contamination des sols et favoriser l'infection des animaux du reste du lot. La sensibilisation vis-à-vis de la fièvre charbonneuse des professionnels (éleveurs, vétérinaires et DDPPs) sur l'ensemble du territoire national paraît donc indispensable pour éviter de nouveaux épisodes de ce type à l'avenir, d'autant plus que la sous-déclaration des cas de fièvre charbonneuse semble importante. Par ailleurs, cette mission a souligné l'importance, en cas de survenue d'un épisode de ce type, d'une communication claire et précoce pour obtenir la confiance des acteurs.

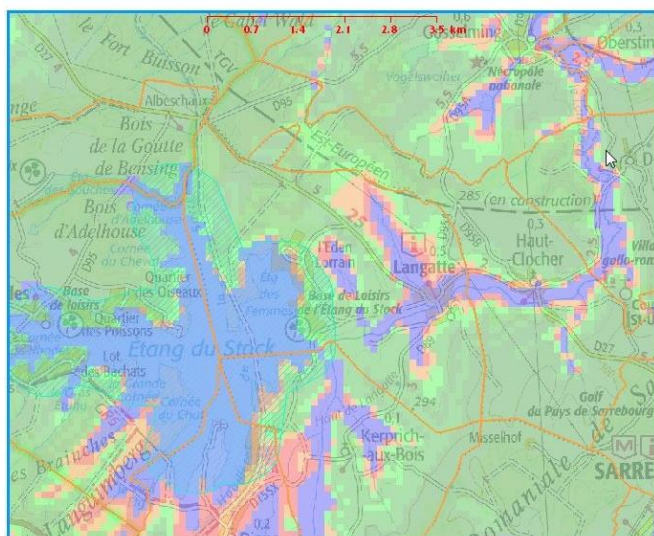
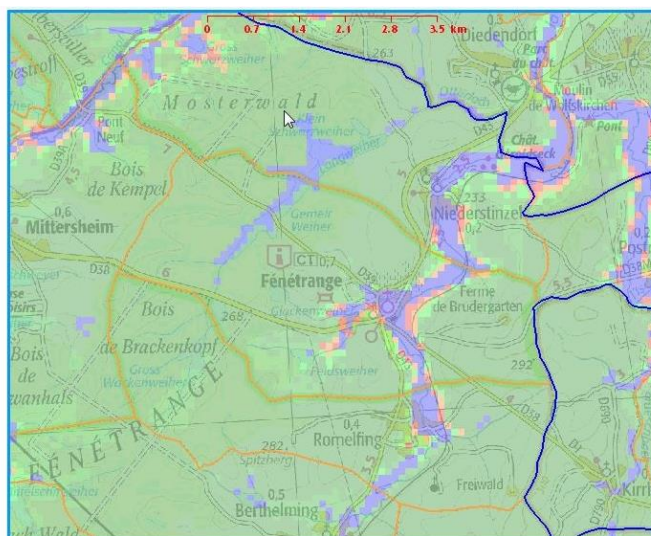
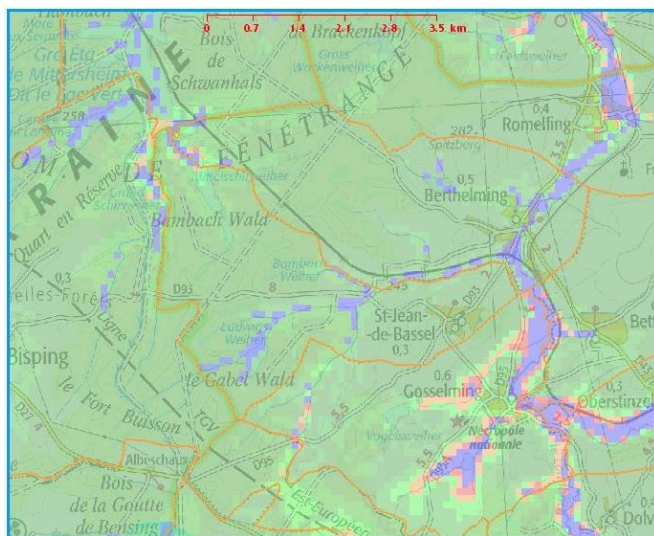


Annexe A1 : localisation des communes de Moselle touchées par l'épisode de fièvre charbonneuse de 2016 (noms en violet)

Nom de la commune	Année(s) avec fièvre charbonneuse rapportée
BASSE-RENTGEN	1948
BERTHELMING	1946 - 1954
BOURDONNAY	1948 - 1949
BOURGALTROFF	1921
COURCELLES-CHAUSSY	1950 - (1959)
CUTTING	1950
GELUCOURT	1921
GROS-REDERCHING	1949 - (1967)
HANGVILLER	1921
HAUT-CLOCHER	1951
HENRIVILLE	1948
HILBESHEIM	(1967)
KAPPELKINGER	1923
LIDREQUIN	1949
LINDRE-BASSE	1921
LOHR	1921
LORQUIN	1967
LOUDREFING	1921
MAIZIERES-LES-VIC	(1956) - (1964) - (1970) - 1989
MOLRING	1950
MOUSSEY	1957
POUILLY	1951
REMERING	1951
RIMLING	1972
ROHRBACH	1921
ROMELFING	1958
SAINT-GEORGES	années 1920 - 1949
SAINT-JEAN-DE-BASSEL	1921 - 1953
SALONNES	1953
SARREINSMING	(1967)
TARQUIMPOL	1951
TORCHEVILLE	1921
VAHL	1921
VIDELANGE	1921
VOLMERANGE-LES-BOULAY	1981
WALSCHIED	1950 - 1956
ZARBELING	(1970)
ZOMMANGE	1921

Annexe A2 : communes de Moselle avec historique de fièvre charbonneuse entre 1921 et 1989 et années de notification de l'infection.

Entre parenthèses et en italique : année à «charbon» sans précision «symptomatique» ou «bactérien» dans les documents retrouvés aux archives (cas possibles de fièvre charbonneuse).



Couches et légendes de la carte

- Préfectures et sous-préfectures
- Limites de départements
- Limites de communes
- Drainage 2011
- Inondations : socle
- Inondations : sédiments 2011
- Carte IGN
- Carte géologique BRGM
- Ombrage topographique (MNT)

Légende socle

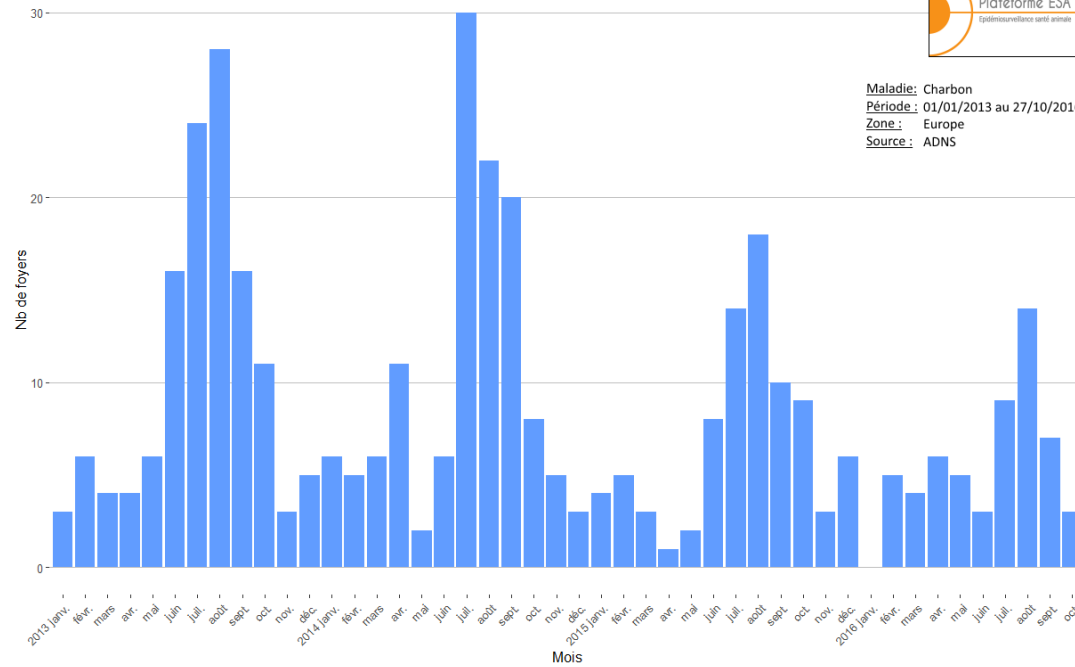
- Nappe sub-affleurante
- Sensibilité très forte
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sensibilité très faible
- Non réalisé

Légende sédiment

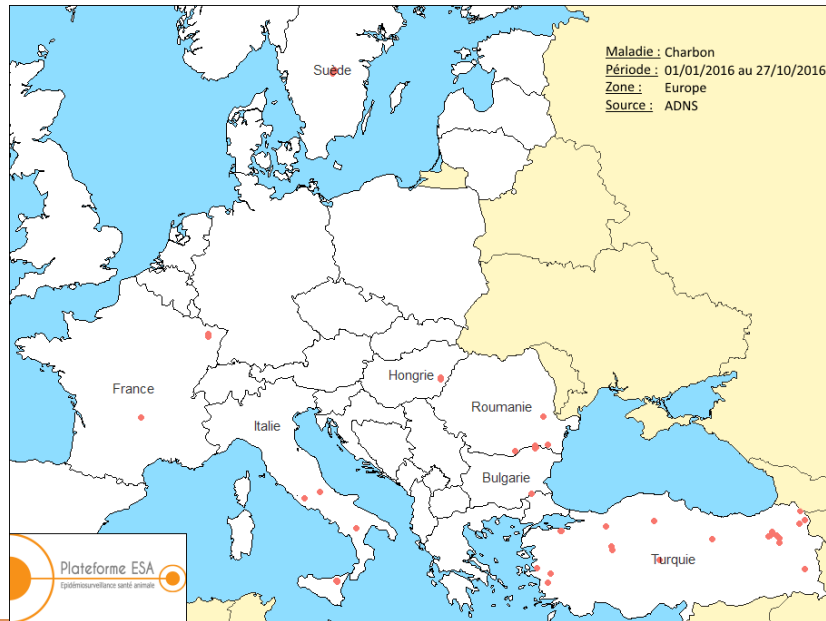
- Sensibilité très faible à inexistant
- Sensibilité très faible
- Sensibilité faible
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité forte
- Sensibilité très élevée, nappe affleurante
- Non réalisé

Annexe A3 : carte des remontées de nappe en domaine sédimentaire éditée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, données du 15/12/2011 pour les communes touchées par l'épisode de fièvre charbonneuse- <http://www.inondationsnappes.fr>.

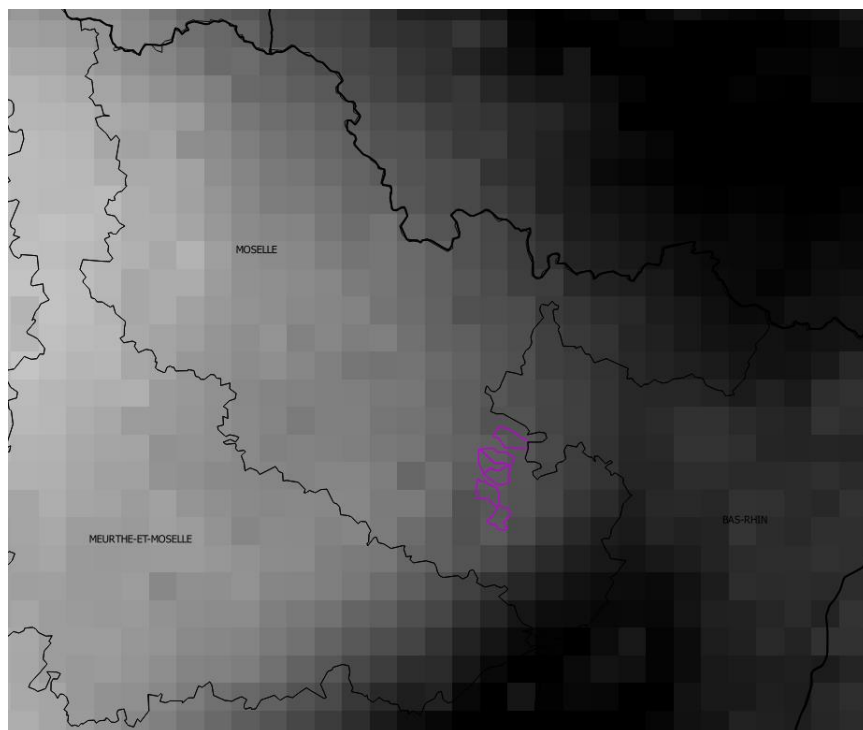
Maladie : Charbon
Période : 01/01/2013 au 27/10/2016
Zone : Europe
Source : ADNS



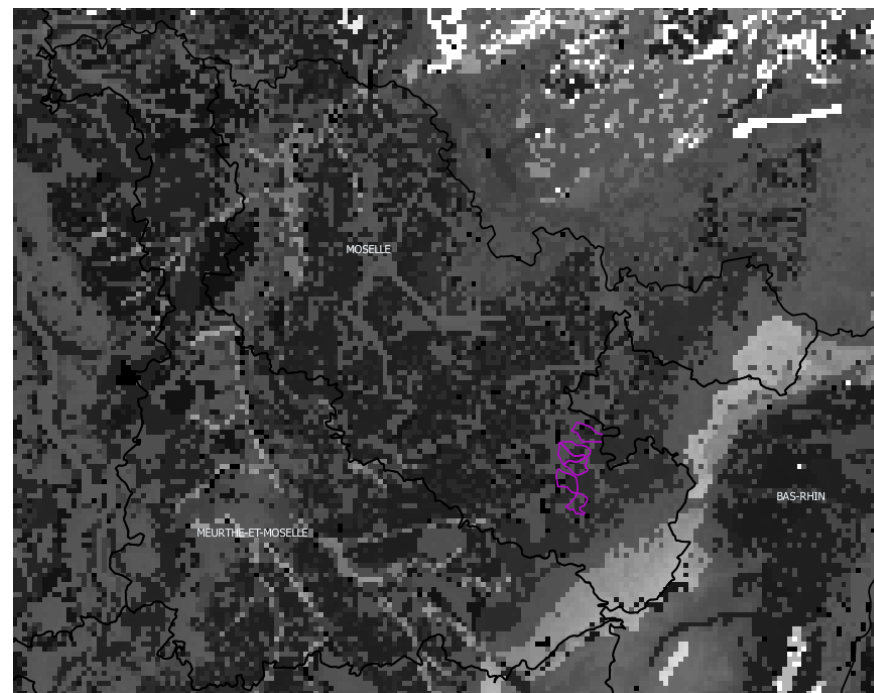
Annexe A4a : nombre de foyers mensuels de fièvre charbonneuse reportés en Europe entre 2013 et 2016
Source : ADNS via la Plateforme ESA



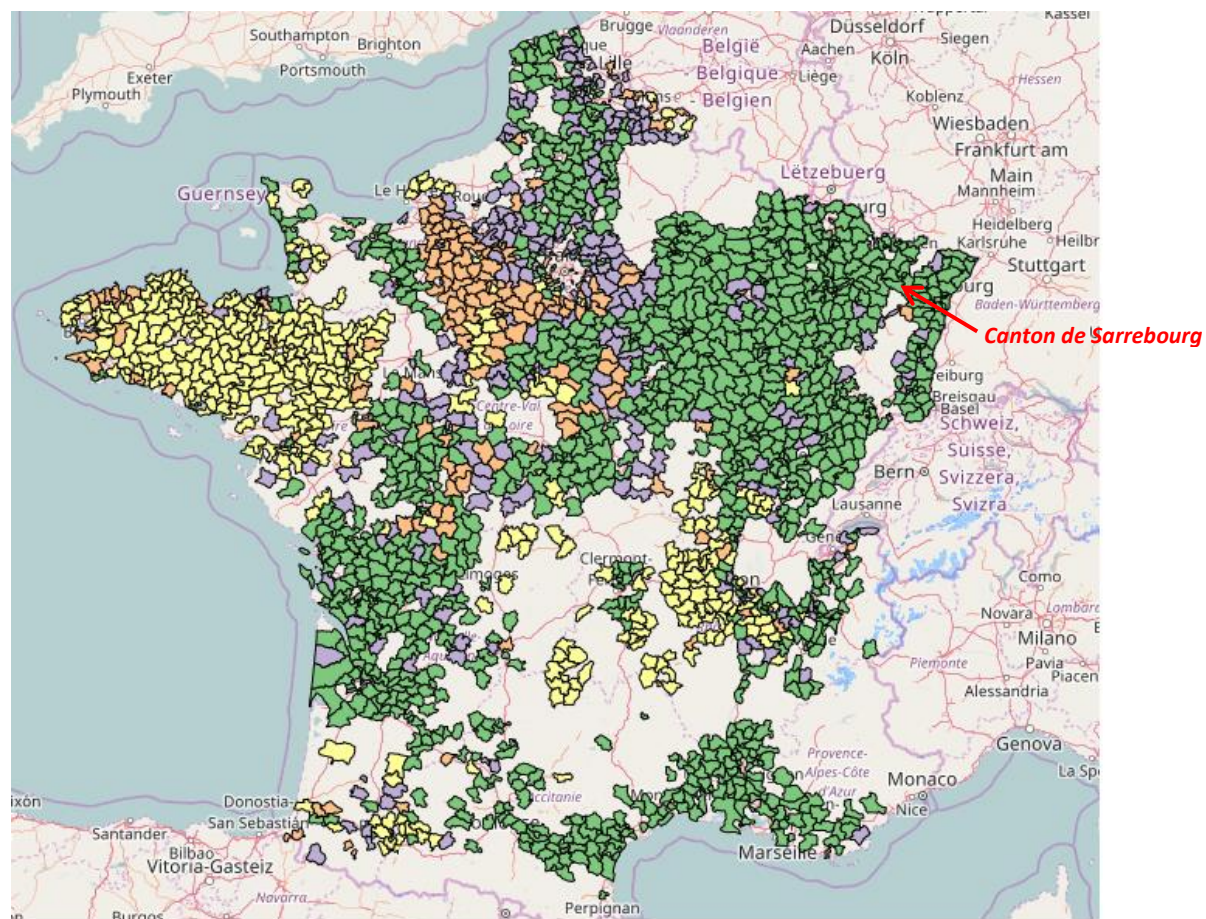
Annexe A4b : localisation des foyers de fièvre charbonneuse reportés en Europe en 2016
Source : ADNS via la Plateforme ESA



Annexe A5a : carte des pH du sol estimés – source : European Commission 2010, projet ESDAC (European Soil Data Centre). Variations de pH de 3.6 (pixel noir) à 7.3 (pixel blanc). Les communes de la zone touchée sont entourées de violet (pH de 4.9 environ).



Annexe A5b : carte des teneurs estimées en carbone organique du sol – source : European Commission 2003, projet ESDAC (European Soil Data Centre). Variations de carbone organique de 0 (pixel noir) à 14.7% (pixel blanc). Les communes de la zone touchée sont entourées de violet (teneur en matière organique de 3% environ).



Carte des teneurs en Calcium total par canton
 Carte des teneurs en Calcium total par canton. Les analyses proviennent de la Base de Données des Analyses de Terre (BDAT).

source : GIS SOL

- Inf à 0 g/100g
- 0.02 à 2 g/100g
- 2 à 5 g/100g
- Sup à 5 g/100g

Annexe A5c : carte des teneurs estimées en calcium total par canton.

Source : Base de Données des Analyses de Terre, GIS Sol.

La zone touchée se situe principalement dans le canton de Sarrebourg.

COURRIER ARRIVE

29 AOUT 2016

DIRECTION GENERALE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT



2016 -SA- 0 19 2

N° - 0 7 3 6 - D

Direction générale de l'alimentation
Service des actions sanitaires en production primaire
Sous-direction de la santé et de la protection animales
Bureau de la santé animale

Adresse : 251, rue de Vaugirard
75 732 Paris cedex

Dossier suivi par : A. TROYANO-GROUX et C. MALHERE
Tél. : 01.49.55.84.51
Réf. Interne : 1512004

Le Directeur général de l'alimentation

au

Directeur général de l'Agence nationale de sécurité
sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et
du travail

Paris, le 23/08/2016

Objet : fièvre charbonneuse : demande d'appui scientifique et technique

Trois foyers de fièvre charbonneuse ont été confirmés le 08/08, dans 3 élevages de bovins allaitants présentant des mortalités subites sur des parcelles situées sur les communes de Saint-Jean de Bassel et Fénétrange, en Moselle. Depuis, 3 autres exploitations de bovins laitiers et allaitants ont été déclarées infectées, avec des mortalités rapportées sur 4 parcelles situées sur 2 autres communes limitrophes. En tout, 26 bovins sont morts, dans 6 exploitations et sur 7 parcelles situées sur 4 communes, entre le 18/07 et le 18/08.

Les animaux des parcelles contaminées ont été placés sous traitement antibiotique et seront vaccinés prochainement. Une vaccination de l'ensemble des bovins de la zone (10 communes) a été mise en place par la DDPP.

La DDPP a débuté une enquête épidémiologique. Certaines parcelles ont un historique de « champs maudits », des liens de personnes et de matériel ont pu être mis en évidence entre plusieurs exploitations mais pas toutes, les mouvements d'animaux n'ont pas pu être complètement investigués. Des analyses ont été réalisées par l'ANSES Nancy sur des prélèvements d'eau du puits présent sur l'un des premiers foyers et sont revenus négatifs.

Dans ce cadre, j'ai l'honneur de solliciter l'appui scientifique et technique de l'Anses pour mener des investigations épidémiologiques afin d'essayer de déterminer l'origine de la contamination et afin de prévenir les risques de diffusion de l'infection.

L'expertise devra se mettre en place dès que possible, et au plus tard en début de semaine 35 (semaine du 29 août). Un rapport est attendu pour la fin septembre.

Vous me tiendrez informé au fur et à mesure, de l'avancée de vos investigations et des informations collectées utiles à la gestion de l'épizootie, ainsi que la DDPP de la Moselle.

La DDPP de la Moselle est avertie de la présente sollicitation et se tient à votre disposition, ainsi que mes services, pour vous apporter toute information complémentaire.

Le Directeur Général de l'Alimentation,
Patrick DEHAUMONT

Pièce jointe :

- cartographie de la zone
- tableau de suivi des suspicions et déclaration d'infection

Copie :

- LNR « Fièvre charbonneuse »
- DDPP de la Moselle
- DRAAF Alsace-Lorraine

Annexe A6 : courrier de demande d'appui scientifique et technique