

BIOSECURITE EN ELEVAGE BOVIN VIS-A-VIS DE LA TUBERCULOSE EN FRANCE : REVUE DES FACTEURS DE RISQUE DE CONTAMINATION DES ELEVAGES ET DES MESURES DE PREVENTION DISPONIBLES

Louise Véron¹, Lisa Cavalerie¹, Fabrice Chevalier¹, Pierre Jabert¹, Isabelle Tourette², Benoît Durand³, Anne Bronner¹

Auteur correspondant : louise.veron@agriculture.gouv.fr

¹ DGAI, Bureau de la santé animale, Paris, France

² GDS France, Paris, France

³ Anses, Laboratoire de santé animale, Unité Epidémiologie, Maisons-Alfort, France

Résumé

L'augmentation du nombre de foyers de tuberculose bovine depuis 2005 menace le statut officiellement indemne de la France. Si des efforts ont été faits sur la surveillance et la lutte, ils doivent être complétés par la mise en œuvre de mesures visant à prévenir la contamination des élevages indemnes et la dissémination à l'intérieur de et à partir des élevages infectés. Des études scientifiques françaises et internationales ont permis d'identifier plusieurs facteurs de risque de contamination des élevages comme les contacts directs et indirects entre troupeaux et avec la faune sauvage, ainsi que les mouvements d'animaux. Face à ces facteurs, certains pays, dont l'Angleterre et l'Irlande, promeuvent la mise en place de mesures de biosécurité, et en ont évalué l'efficacité. La plupart des évaluations réalisées concernent des mesures visant la faune sauvage, bien que de nombreuses mesures et bonnes pratiques ciblent également d'autres facteurs de risque. Les connaissances fournies par ces études, pourraient permettre d'appuyer les recommandations faites aux éleveurs bovins en France.

Mots clés : biosécurité, bovin, France métropolitaine, tuberculose bovine, facteur de risque, prévention

Abstract

Biosecurity in cattle farms against bovine tuberculosis in France: review of risk factors and biosecurity measures

The number of herds infected by bovine tuberculosis (TB) has increased since 2005 and threatens France's officially bTB-free status. Efforts have been made to improve surveillance and disease control, but should now be strengthened by measures aimed at preventing contamination of disease-free herds and the spread of TB within and from infected herds. Scientific studies carried out in France and internationally have identified several risk factors for contamination of livestock, such as direct and indirect contact between herds and with wildlife, as well as animal movements. In response to these factors, some countries, including England and Ireland, are promoting the development of biosecurity measures and have evaluated their effectiveness. Most assessments, however, focus on measures directed toward wildlife, although a number of measures and good practices target other risk factors. Data provided by these studies could help support the recommendations given to cattle farmers in France.

Keywords : Biosecurity, Cattle, Mainland France, Bovine tuberculosis, Risk factor, Prevention

INTRODUCTION

Depuis 2001, la France bénéficie du statut de pays officiellement indemne de tuberculose bovine. Le constat d'une augmentation de la prévalence à partir de 2005 a conduit à la mise en place en 2010 et 2012 de deux plans nationaux de lutte. Ces derniers visaient l'éradication de la maladie et ont permis la préservation *in extremis* du statut officiellement indemne. Depuis 2013, le nombre de foyers se stabilise, avec 95 foyers détectés en 2017. Néanmoins, des zones d'enzootie persistent, notamment en Côte-d'Or, en Camargue, en Corse, en Normandie et en Nouvelle-Aquitaine (Pandolfi, 2018, *in press*). Les résurgences, le rôle d'hôte de liaison de certaines espèces de la faune sauvage comme le sanglier ou le blaireau et la circulation locale de la maladie entre élevages voisins ou en lien épidémiologique rendent d'autant plus difficiles la surveillance et la lutte contre la tuberculose bovine dont le coût s'élève à 23 millions d'euros *a minima* par an pour l'État et les éleveurs (Hénaux *et al*, 2017). Face aux difficultés rencontrées pour préserver la mobilisation des acteurs sur le long terme, le plan national de lutte a été révisé en 2017. Il accentue les efforts sur le renforcement de la surveillance mais également sur le développement de la biosécurité. Dans ce cadre, un groupe de travail co-piloté par la DGAL et GDS France et réunissant des organismes de recherche (INRA, ANSES, ONCFS) et la SNGTV a été mis en place au niveau national début 2018 afin de proposer des mesures de biosécurité adaptées.

La biosécurité peut être définie comme « l'ensemble des mesures de nature préventive mises en œuvre pour éviter de contaminer ou d'être contaminé par un agent biologique » (Guériaux *et al*, 2017). Pour pouvoir mettre en place des mesures de biosécurité adaptées et efficaces, il est nécessaire d'avoir identifié au préalable les facteurs de risque à l'échelle de l'élevage qui

dépendent, eux-mêmes fortement du contexte local. En France et dans le reste du monde, plusieurs études ont permis d'identifier les facteurs de risque favorisant la contamination ou la résurgence de la tuberculose bovine à l'échelle de l'élevage. Différentes mesures de biosécurité permettent d'atténuer l'exposition des élevages à ces facteurs de risque, mais également de limiter la dissémination de la mycobactérie à partir d'élevages infectés. Ce dernier aspect est d'autant plus important que la sensibilité et la fréquence de tests de dépistage créent une incertitude sur le statut des élevages à un instant donné car certains élevages peuvent être infectés mais pas encore détectés.

Néanmoins, peu d'études se penchent sur l'efficacité et le rapport coût/bénéfice des mesures de biosécurité. Afin d'éclairer les différents acteurs impliqués dans la lutte contre la tuberculose bovine, nous proposons de faire un état des lieux bibliographique des facteurs de risque en élevage identifiés en France et dans le monde, puis de lister les mesures préconisées par pays, en précisant le risque ciblé et leur efficacité lorsque celle-ci a été testée.

LES FACTEURS DE RISQUE IDENTIFIES DANS LES ELEVAGES BOVINS

Parmi les facteurs identifiés vis-à-vis de la tuberculose bovine, plusieurs reviennent fréquemment à la fois dans les études françaises et internationales : les mouvements d'animaux, les contacts directs ou indirects avec des élevages infectés et les contacts directs ou indirects avec la faune sauvage (Skuce *et al*, 2012 ; Broughan *et al*, 2016a).

Les mouvements d'animaux

Les mouvements d'animaux ont été clairement identifiés comme des facteurs de risque de transmission de la tuberculose bovine entre élevages (Griffin *et al*, 1993, Skuce *et al*, 2012, O'Hagan *et al*, 2016). Les mouvements identifiés comme « à risque » sont notamment les achats d'animaux à partir de foyers au cours des années précédant leur détection (Skuce *et al*, 2012, Palisson *et al*, 2016) et les mouvements transitant par les marchés (Skuce *et al*, 2012). Broughan *et al* (2016b) démontrent que dans les zones où l'infection est en passe de devenir enzootique, l'achat à partir de marchés est plus à risque que les achats à partir d'autres sources. Les auteurs expliquent ce constat par le fait que les éleveurs achetant à partir de marchés auraient peu d'informations concernant l'historique vis-à-vis de la tuberculose de l'élevage d'origine.

Plusieurs études suggèrent que la part de risque attribuable à la transmission entre élevages géographiquement proches est plus importante que celle associée à la transmission par le commerce (Palisson *et al*, 2016, Skuce *et al*, 2012). Les mouvements d'animaux participeraient donc à la contamination à distance de zones initialement non infectées, tandis que la contamination à courte distance en zone infectée se ferait principalement via des contacts directs ou indirects entre animaux, facilités par une proximité géographique.

Les contacts directs ou indirects des élevages infectés

Le voisinage proche (<3 mètres) de pâtures avec des troupeaux ayant été récemment infectés a été identifié comme un facteur de risque par une étude cas-témoin menée en France dans trois départements (Marsot *et al*, 2016). La proximité d'élevages infectés revient également fréquemment comme facteur de risque dans plusieurs études menées en Angleterre, en Irlande du Nord et en Irlande (Griffin *et al*, 1993, Skuce *et al*, 2012, Broughan *et al*, 2016a), suggérant soit la transmission directe ou indirecte d'un élevage infecté à un élevage sain voisin, soit la présence d'une source de contamination commune.

La proximité spatiale des élevages recouvre plusieurs facteurs : d'une part, la proximité des élevages facilite les contacts entre bovins, qu'ils soient directs (mélanges, divagation et prêts d'animaux, contacts par-dessus les clôtures...), ou indirects (prêts de matériel, partage de points d'eau, épandage sur les pâtures du fumier d'un autre élevage...), et d'autre part cette proximité peut également être le reflet de contacts directs ou indirects (excrétas sur les pâtures, points d'eau, stocks d'aliment...) via une faune sauvage contaminée fréquentant différents élevages proches. Un rapport sur les élevages résurgents en Dordogne et en Côte-d'Or constatait après abattage total une recontamination des animaux sans qu'ils aient eu accès aux bâtiments (Courcoul *et al*, 2013). La proximité d'élevages infectés ou la contamination des pâtures pourraient expliquer ces résurgences. En Espagne, la persistance de l'infection dans les élevages a été également associée aux contacts possibles avec un autre élevage infecté (Broughan *et al*, 2016a).

L'étude cas-témoin française identifie également pour la première fois le fait d'avoir un abreuvement en commun avec un élevage récemment infecté comme un facteur de risque (Marsot *et al*, 2016) : les points d'eau communs constitueraient donc une source de contamination par contact indirect. La détection récente de *Mycobacterium bovis* autour de points d'eau en Côte-d'Or (Barbier *et al*, 2016) ainsi que dans des amibes (Sanchez-Hidalgo *et al*, 2017) semble appuyer cette hypothèse.

Au-delà de la proximité géographique, l'épandage a été identifié comme un facteur de risque (Griffin *et al*, 1993 ; O'Hagan *et al*, 2016) : les fumiers contaminés épandus sur les pâtures pourraient favoriser la contamination de l'environnement, et provoquer ainsi la recontamination d'un élevage ou la contamination des élevages voisins.

Concernant le partage de matériel, si Courcoul *et al* (2013) soulignent que le nettoyage et la désinfection du matériel (y compris celui en commun) paraissent insuffisants dans les élevages recontaminés, il n'existe pas d'étude démontrant clairement qu'il peut représenter un facteur de risque vis-à-vis de la tuberculose. Néanmoins, la persistance de *M. bovis* dans les matières organiques et sur les surfaces inertes peut rendre possible une recontamination par transmission indirecte.

Ainsi, la proximité d'élevages infectés apparaît comme un facteur de risque avéré de contamination et de résurgence de la tuberculose bovine en élevage. Néanmoins, la part attribuable aux contacts directs entre bovins (par mélange accidentel ou contact nez-à-nez par-

dessus les clôtures) et aux contacts indirects (source ou point d'eau contaminé, pâture contaminée...) est complexe à déterminer. De plus, la faune sauvage complexifie d'autant les possibles contacts indirects. La proximité spatiale observée entre élevages infectés peut en effet refléter une circulation locale de la mycobactérie entre bovins et animaux sauvages.

Les contacts directs et indirects avec la faune sauvage contaminée

En France, plusieurs espèces ont été identifiées comme sensibles et pouvant être de potentiels relais d'infection de la tuberculose bovine : les cerfs, les sangliers, les blaireaux, dans une moindre mesure les chevreuils et, ponctuellement, les renards (Michelet *et al*, 2018). Pour l'instant en France, seule la présence de bâtiments d'élevage ou de stockage éloignés de zones habitées (Marsot *et al*, 2016) a pu être identifiée comme un facteur de risque de contamination d'un élevage par la tuberculose bovine. Ce constat s'expliquerait par le fait que la proximité d'habitations diminue la fréquentation des bâtiments et des pâtures par la faune sauvage. Par ailleurs, le taux d'infection et la densité d'animaux sensibles dans la faune sauvage jouent sans doute un rôle important dans la transmission et le maintien de l'infection dans une zone donnée, bien que le lien n'ait pas été encore formellement démontré en France. Les observations faites en Bourgogne montrent par ailleurs que les visites de sangliers sont les plus fréquentes et se font principalement autour des points d'eau, tandis que les cervidés utilisent les pierres à sel, et que les blaireaux visitent plutôt les mangeoires au pâturage (Payne, 2014). Dans le Sud-Ouest de la France, les caractéristiques paysagères et pédologiques des pâtures favorisant à la fois leur fréquentation par les blaireaux et la survie de *M. bovis* ont été associées à l'infection concomitante des bovins et des blaireaux fréquentant ces pâtures (Bouchez-Zacria *et al*, 2017).

En Angleterre et Irlande, la présence de blaireaux (morts ou vivants) sur les pâtures (Griffin *et al*, 1993, O'Hagan *et al*, 2016), à proximité de celles-ci et dans les bâtiments d'exploitation a été largement décrite comme un facteur de risque (Skuce *et al*, 2012). Néanmoins, les contacts directs entre blaireaux et bovins apparaissent comme relativement rares (Woodroffe *et al*, 2016), et les bovins se contamineraient principalement par contact indirect via les urines et fèces dispersées par des blaireaux infectés sur les pâtures et dans les stocks d'aliment. En Espagne, la densité de sangliers et le partage de pâtures entre bovins et sangliers ont également été identifiés comme facteurs de risque (Gortazar *et al*, 2017). En revanche, les densités de blaireaux et de sangliers et/ou la prévalence dans ces pays sont bien supérieures à celles mesurées en France, faisant de ces populations des réservoirs, ce qui n'a pas été démontré à ce jour en France.

Aux Etats-Unis, le cerf de Virginie apparaît comme le principal réservoir de tuberculose dans la faune sauvage et la densité de cerfs autour des élevages a pu être identifiée comme un facteur de risque. Il a d'ailleurs été démontré que l'utilisation successive d'un enclos par des cerfs infectés expérimentalement puis par des bovins sains suffit à infecter les bovins (Broughan *et al*, 2016a). L'infection des bovins peut donc bien avoir lieu *via* des contacts indirects avec la faune sauvage, qui surviennent surtout au niveau des lieux de stockage de l'alimentation (Lavelle *et al*, 2016).

Les contacts directs ou indirects entre bovins et la faune sauvage apparaissent donc comme des éléments importants pour la contamination et la recontamination des élevages. Si les contacts directs semblent rares, la fréquentation des points d'eau, des pâtures ou des zones de stockage des aliments par des animaux sauvages infectés peut aboutir à une contamination des bovins si les conditions sont favorables à la survie de la bactérie dans l'environnement. Restreindre l'accès de la faune sauvage à ces sites dans les zones où elle est infectée pourrait ainsi contribuer à limiter l'infection des élevages bovins.

DE NOMBREUSES MESURES DE BIOSECURITE A METTRE EN ŒUVRE, MAIS DONT L'EFFICACITE RESTE A EVALUER

Des mesures proposées dans différents pays

L'identification des facteurs de risque permet ainsi d'envisager différentes mesures de dépistage, de contrôle des mouvements ou de biosécurité afin de limiter l'infection des élevages par la tuberculose bovine. Au-delà des obligations réglementaires imposées dans les élevages infectés, plusieurs pays recommandent un certain nombre de mesures de biosécurité ciblées sur les facteurs de risque associés à la tuberculose bovine. Le **Tableau 1** liste ces mesures recommandées. La plupart d'entre elles sont dirigées vers la faune sauvage, mais peu ont pu faire l'objet d'une évaluation coût/bénéfice. En effet, si l'efficacité vis-à-vis de l'exclusion de la faune sauvage a pu être mesurée dans certains cas, l'efficacité d'une mesure vis-à-vis de l'infection se révèle complexe à évaluer, la tuberculose étant par essence une maladie multi-factorielle et d'évolution chronique sur plusieurs années.

Tableau 1 : Mesures de biosécurité recommandées face à la tuberculose bovine par pays étudié.

Facteur de risque	Pays	Mesure
Mouvements d'animaux	Irlande du Nord ¹ , Irlande ²	<ul style="list-style-type: none"> - limiter les achats et le recours aux prêts de taureaux - limiter le nombre d'élevages d'achat - privilégier les achats à partir d'élevages fermés, c'est-à-dire n'achetant pas d'animaux
	Angleterre ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - demander à l'élevage d'origine les dates des derniers tests pré-mouvement, de la dernière prophylaxie, et, si l'élevage a déjà été foyer, de l'obtention du statut indemne - limiter les achats à partir d'élevages à risque - en fonction du risque identifié, réaliser des tests post-mouvement
	Angleterre ⁴ , USA ⁵	- isoler les animaux achetés pendant 60 jours
Contacts indirects entre troupeaux	Angleterre ⁴ , Irlande du Nord ¹ , Canada ⁶ , Irlande ^{2,3}	- éviter le partage de matériel (notamment d'épandage et de transport)
	Angleterre ⁴ , Irlande du Nord ¹ , USA ⁵ , Canada ⁶ , Irlande ²	- nettoyer et désinfecter tout matériel introduit sur l'exploitation
	Irlande ² , Canada ⁶	<ul style="list-style-type: none"> - mise en place de pédiluve pour les visiteurs - délimiter des aires de circulation à distance des animaux
	Angleterre ⁴	- ne pas nourrir les veaux avec le lait provenant d'un autre troupeau
	Angleterre ⁴ , Irlande du Nord ¹	- n'utiliser les pâtures qu'après 2 mois (Angleterre) / 6 semaines (Irlande du Nord) suivant un épandage de fumier ou de lisier
	Angleterre ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - utiliser un épandeur à lisier limitant la production d'aérosols - stocker le lisier pendant 6 mois minimum
	Angleterre ⁴ , Irlande du Nord ¹	- ne pas épandre sur les pâtures du fumier ou du lisier provenant d'un autre élevage
	Canada ⁶	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place un plan de gestion du fumier et des déchets - privilégier le compostage

Contacts directs entre troupeaux	Irlande du Nord ¹	- entretenir les haies et murets - installer des doubles clôtures espacées de 5 m - élaborer des plans de pâture avec les élevages voisins
	Angleterre ⁴	- installer des doubles clôtures espacées de 3 m - éviter le partage de pâture simultané avec d'autres troupeaux
Contacts directs et indirects avec la faune sauvage	Angleterre ⁴ , Irlande du Nord ¹ , Irlande ³ , France ⁷	- surélever les abreuvoirs, les supports pour les minéraux et les mangeoires (>75 cm en France, >84 cm en Irlande et >90 cm en Angleterre)
	Irlande ² , France ⁸	- mettre en place des clôtures efficaces contre l'intrusion des animaux sauvages
	France ⁸	- éviter les pâtures en bordure de forêt
	France ⁸ , Irlande du Nord ¹ , Angleterre ⁴ , USA ⁵ , Irlande ^{2,3}	- éviter l'accès de la faune sauvage aux stocks d'aliments et aux étables
	Canada ⁶ , Angleterre ⁴	- stocker les aliments dans des containers sécurisés - éliminer régulièrement les restes d'aliment non consommés
	France ⁸ , Irlande du Nord ¹	- éviter le surpâturage
	Irlande du Nord ¹ , Angleterre ⁴ , Irlande ³	- clôturer les terriers, les latrines de blaireaux présents sur les pâtures
	France ⁷	- détruire les terriers de blaireaux infectés
	France ⁷ , Angleterre ⁴	- ne pas nourrir les animaux au sol
	Irlande ³ , Irlande du Nord ¹	- ne pas fournir de nourriture là où les cerfs ou les blaireaux peuvent y accéder
	Angleterre ⁴ , Irlande ³ , Irlande du Nord ¹ , Espagne ⁹	- clôturer les points d'eau naturels - nettoyer et désinfecter régulièrement les abreuvoirs
Angleterre ⁴	- fournir de l'eau du réseau d'eau potable	
Recontamination	Angleterre ⁴ , Irlande ³	- dans les élevages infectés, désinfecter les lisiers à la chaux

¹DAERA ; ²Animal Health Ireland ; ³DAFM ; ⁴DEFRA – TbHub ; ⁵USDA – APHIS ; ⁶CFIA ; ⁷instruction technique DGAL/SDSPA/2017-589 ; ⁸ANSES (2011) ; ⁹MAPAMA.

Des mesures de biosécurité non spécifiques à la tuberculose bovine

Un certain nombre de mesures peuvent être prises en élevage, et ne ciblent pas spécifiquement la tuberculose bovine : sans lister ces mesures de façon exhaustive, plusieurs pays recommandent ainsi de limiter les prêts de matériel, ainsi que, dans la mesure du possible, la désinfection du matériel en commun. Si aucun risque lié aux visiteurs n'a été identifié pour la tuberculose bovine, les limiter en mettant à disposition un pédiluve et en prévoyant des aires de circulation des véhicules éloignées des animaux apparaissent dans certains pays comme des moyens simples de limiter la circulation des pathogènes entre élevages (Animal Health Ireland, CFIA). Ces mesures sont par ailleurs largement mises en œuvre dans les élevages porcins et avicoles.

Pour tous les élevages, être vigilant sur les mouvements d'animaux

L'introduction d'un animal infecté constitue un des principaux risques de contamination d'un élevage. En France, des mesures existent dans la réglementation² pour renforcer les contrôles dans des élevages « à risque particulier ». Pour ces élevages, des tests avant mouvement doivent être réalisés, cependant les éleveurs acheteurs n'ont pas connaissance du statut « à risque particulier » de l'élevage d'origine, non mentionné sur l'Attestation Sanitaire à Délivrance Anticipée (ASDA) pour des raisons de préservation des circuits commerciaux. La pertinence des tests individuels et de la définition actuelle d'élevage « à risque particulier » sont actuellement remises en cause et devraient prochainement faire l'objet d'une réévaluation.

Face au risque d'introduction par un achat, plusieurs études constatent que les recommandations anglaises et irlandaises (**Tableau 1**) sont rarement suivies par les éleveurs, d'une part à cause de leur coût, et d'autre part à cause de la difficulté d'obtenir des informations sur l'élevage d'origine pour les animaux achetés sur les marchés (O'Hagan *et al*, 2016).

Limiter les contacts entre élevages voisins dans les zones à risque

La proximité d'élevages infectés étant un facteur de risque avéré en France et dans différents pays, une vigilance particulière est requise pour limiter les contacts directs et indirects entre bovins d'élevages différents, et ce tout particulièrement dans les communes touchées. Concernant les contacts directs, l'utilisation de pâturages ou de bâtiments communs et les contacts nez-à-nez sont à proscrire. Pour ce faire, l'Angleterre et l'Irlande préconisent un certain nombre de mesures (**Tableau 1**). L'Angleterre met également à disposition des éleveurs une carte permettant de visualiser les élevages infectés ou les anciens foyers et justifie ainsi la mise en place de mesures de biosécurité « a priori », en routine.

Dans les élevages en zone à risque, le compostage des fumiers est recommandé, car il permet d'éliminer les mycobactéries et donc d'éviter leur dispersion sur les pâtures fertilisées, à condition que la température du compost monte au-delà de 54°C pendant une durée suffisante (Hahey, 1996). Néanmoins, les tas de fumier et de compost sont susceptibles d'attirer les blaireaux et sangliers et doivent donc être protégés. Une première expérimentation visait à tester

l'efficacité des bâches à fumier, mais une évaluation plus ample reste nécessaire (Béral, 2018, communication personnelle).

Limiter les contacts directs ou indirects avec la faune sauvage dans les zones à risque

En Irlande et en Angleterre, des efforts particuliers ont été faits afin d'identifier des mesures techniques efficaces permettant de limiter les contacts entre les bovins et la faune sauvage. Plusieurs mesures ainsi ont été testées pour limiter l'accès de la faune sauvage aux stocks d'aliment. Des clôtures amovibles, des conteneurs sécurisés pour l'aliment et le renforcement de l'étanchéité des portails par des panneaux métalliques au niveau des cours et des bâtiments ont démontré leur efficacité face notamment aux blaireaux, mais la principale limite de ces mesures reste leur coût et leur observance une fois mises en place (DEFRA, 2009). Le renforcement des barrières et portails déjà existants par des panneaux métalliques semble la mesure la plus efficace, car elle ne suppose pas de changement de pratiques et peu d'entretien.

Concernant l'accès à la nourriture sur les pâtures, des supports et auges surélevés ont été développés afin d'éviter leur utilisation par la faune sauvage et se révèlent partiellement efficaces car ils n'empêchent pas complètement l'accès aux blaireaux qui restent capables de se hisser. Ce constat a permis le développement récent d'auges avec des bordures à rouleaux (DEFRA – TbHub). Des études préliminaires menées en France indiquent que les supports à pierre à sel seraient efficaces vis-à-vis des chevreuils (Béral, 2018, communication personnelle).

De nombreuses mesures d'exclusion de la faune sauvage au pâturage ont été testées en Irlande et en Angleterre vis-à-vis des blaireaux et dans le Michigan vis-à-vis des cervidés (Vercauteren, 2006). Le site anglais TbHub propose ainsi des exemples de clôtures électriques avec des hauteurs de fil à 10, 15, 20 et 30 cm ou de grillages partiellement enterrés pour limiter le passage des blaireaux. Néanmoins, ces mesures efficaces (DEFRA, 2009) sont également coûteuses et nécessitent un entretien important. Par ailleurs, s'il est également recommandé de bloquer l'accès aux terriers de blaireaux sur les pâtures, peu d'éleveurs mettent en œuvre ces mesures et les freins à leur installation n'ont pas été explorés dans cette étude (O'Hagan *et al*, 2016).

Les points d'eau constituent également des espaces favorables aux contacts indirects entre les bovins et la faune sauvage. Une étude espagnole a étudié l'efficacité de clôtures et de portails permettant l'accès aux points d'eau uniquement aux bovins. Si cette installation se révèle efficace et adaptée aux élevages extensifs, elle suppose des aménagements et un investissement conséquent (200€ par portail, Barasona *et al*, 2013).

Des mesures spécifiques dans les élevages foyers pour éviter les risques de résurgence

Les législations des différents pays européens rendent obligatoires le nettoyage et la désinfection à l'issue de l'assainissement d'un foyer. Des listes de désinfectants approuvés par les autorités existent en Irlande, en Angleterre et au Canada, mais aucune liste n'est actuellement mise à disposition en France. Le nettoyage et la désinfection sont assurés par l'éleveur ou par des

entreprises privées en fonction de l'éleveur et des exigences réglementaires des pays : en Angleterre et en Irlande, l'éleveur peut lui-même réaliser la désinfection, tandis que la France impose le recours à une entreprise privée. Le vide sanitaire des pâtures est également recommandé pour une durée de 2 mois en France et en Angleterre, même si la survie de la mycobactérie dépend fortement de la température, pouvant aller au-delà de 5 mois dans des sols à 4°C (Barbier *et al*, 2016). Aucune étude n'a, à notre connaissance, testé la qualité du nettoyage et de la désinfection comme potentiel facteur de recontamination des élevages, mais cette condition apparaît logiquement comme un préalable nécessaire au repeuplement. Enfin, les effluents contaminés peuvent participer à la dissémination de la bactérie dans l'environnement. Face à ce risque, l'Angleterre et l'Irlande préconisent la désinfection des lisiers à la chaux dans les élevages infectés. La méthanisation n'apparaît en revanche pas comme une solution permettant un assainissement suffisant des effluents.

DISCUSSION

La biosécurité, un engagement commun de l'État et des professionnels

En France, la tuberculose bovine est classée comme danger sanitaire de catégorie 1 et suppose donc des mesures obligatoires de prévention, de surveillance et de lutte. Jusqu'à présent, la prévention est peu présente dans la réglementation, particulièrement en élevage bovin. Cependant, les évolutions introduites dans le Règlement de Santé Animale européenne³, ou encore avec les arrêtés sur la biosécurité en élevage avicole⁴ suite aux épisodes d'influenza aviaire, tendent à réaffirmer l'importance de la prévention et à responsabiliser les éleveurs sur la biosécurité au sein de leurs élevages. Si la biosécurité est largement intégrée dans les élevages avicoles et porcins où sa mise en place est fortement appuyée par les instituts techniques, en élevage bovin, en revanche, les conditions de conduite d'élevage (plein-air ou stabulation ouverte, production en continu...) rendent plus difficile le contrôle de l'exposition à certains facteurs de risque. Dans ce contexte, une réflexion est en cours au niveau national sur les mesures à promouvoir grâce à un groupe de travail et sur le rôle des éleveurs, de l'État et de tous les acteurs de conseil autour des éleveurs vis-à-vis de la promotion de la biosécurité.

Une efficacité et une observance qui restent à évaluer

Il existe actuellement une volonté à la fois de la part des différents acteurs de terrain et des gestionnaires de promouvoir la biosécurité auprès des éleveurs, cette dernière devant être pensée comme un ensemble de moyens ciblés capables de réduire l'exposition des élevages à certains facteurs de risque. Néanmoins, peu d'études existent sur le rapport coût/efficacité et coût/bénéfice des mesures envisagées vis-à-vis de la tuberculose bovine, ni vis-à-vis d'autres maladies que ces mesures pourraient également prévenir. Cette absence de démonstration d'efficacité mise en regard du coût financier et en main d'œuvre des mesures freine vraisemblablement fortement les éleveurs à investir dans le domaine ou à changer leurs pratiques, et limite l'impact des conseils dispensés par les GDS ou les vétérinaires. Enfin,

l'efficacité des mesures dépend fortement de leur observance, point clé dans le déploiement des mesures de biosécurité (DEFRA, 2009). Un des enjeux principaux de la biosécurité en élevage bovin est donc d'informer et de former à la fois les éleveurs et leurs vétérinaires sur l'ensemble des risques identifiés, mais également d'identifier des mesures précises, efficaces et applicables sur le long terme. La prescription des mesures de biosécurité doit ainsi être accompagnée d'une évaluation de leur efficacité et de leur observance à long terme en élevage.

Des mesures à adapter en fonction des élevages

La mise en œuvre des mesures doit être priorisée en fonction des facteurs de risque auxquels est exposé l'élevage. Ces derniers varient fortement entre élevages et entre régions, notamment du fait de la proximité ou non d'élevages infectés et de la présence de faune sauvage contaminée. En l'absence de mesures de biosécurité uniques et uniformes en élevage bovin, le rôle de conseil individuel que peuvent assurer les GDS, les vétérinaires sanitaires, mais également les services de l'État à travers le travail des enquêtes épidémiologiques dans les foyers se révèle crucial pour pouvoir identifier les facteurs de risque et les mesures de biosécurité adaptées à un élevage donné. Au niveau de la zone infectée, la réglementation distingue actuellement les zones de prophylaxie renforcée et des zones à risque définies par l'arrêté relatif à la faune sauvage⁵. La définition d'un zonage harmonisé pourra servir de première base simple mais claire pour définir le niveau d'exposition de chaque élevage, et donc le niveau d'efforts de biosécurité à mettre en œuvre vis-à-vis de la tuberculose bovine.

CONCLUSION

La lutte contre la tuberculose bovine se heurte aujourd'hui à de nouveaux schémas de propagation et à l'essoufflement des acteurs de terrain. Des stratégies différentes doivent donc être mises en œuvre pour parvenir à endiguer la circulation enzootique dans certains départements et aboutir à l'éradication de la maladie. À ce titre, la biosécurité qui vise à prévenir l'introduction et la dissémination de la maladie dans et à partir de l'élevage, constitue un levier majeur. Les principaux facteurs de risque vis-à-vis de la tuberculose sont clairement identifiés, et un certain nombre de recommandations et de mesures techniques sont d'ores et déjà disponibles dans plusieurs pays, et particulièrement en Angleterre. Leur mise en œuvre se heurte à plusieurs freins : le coût financier, la charge de travail supplémentaire, le changement de pratiques que ces mesures peuvent induire et l'absence de démonstration d'efficacité de certaines mesures. Néanmoins, une part non négligeable de ces mesures relève de « bonnes pratiques » qui peuvent être facilement mises en œuvre à faible coût et réduire le risque de contamination par la tuberculose bovine mais également par d'autres maladies comme l'IBR, la BVD ou la brucellose. Un accompagnement et un effort particulier doivent être mis en place par les professionnels du sanitaire et l'État, à la fois pour préciser les mesures à promouvoir au vu de leur efficacité, les promouvoir, et faciliter leur adoption et leur observance sur le long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANSES, 2011. « Tuberculose bovine et faune sauvage », Rapport avril 2011, 119 p. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2010sa0154Ra.pdf>.
- Barasona J.A.A., VerCauteren K.C., Saklou N., Gortazar C., Vicente J., 2013. « Effectiveness of cattle operated bump gates and exclusion fences in preventing ungulate multi-host sanitary interaction ». *Preventive Veterinary Medicine*, 111, 42- 50.
- Barbier E., Boschiroli M.L., Gueneau E., Payne A., de Cruz K., Blieux A.L., Fossot C., Hartmann A., 2016. « First molecular detection of *Mycobacterium bovis* in environmental samples from a French region with endemic bovine tuberculosis ». *J. Appl. Microbiol.*, 120(5), 1193-1207, doi : 10.1111/jam.13090.
- Broughan J.M., Judge J., Ely E., Delahay R.J., Wilson G., Clifton-Hadley R.S., Goodchild A.V., Bishop H., Parry J.E., Downs S.H., 2016a. « A review of risk factors for bovine tuberculosis infection in cattle in the UK and Ireland ». *Epidemiol. Infect.*, 144, 2899-2926, doi: 10.1017/S095026881600131X.
- Broughan J.M., Maye, D., Carmody P., Brunton L.A., Ashton A., Wint W., Alexander N., Naylor R., Ward K., Goodchild A.V., Hinchliffe S., Eglin R.D., Upton P., Nicholson R., Enticott G., 2016b. « Farm characteristics and farmer perceptions associated with bovine tuberculosis incidents in areas of emerging endemic spread ». *Prev. Vet. Med.*, 129, 88-98, doi : 10.1016/j.prevetmed.2016.05.007.
- Bouchez-Zacria, M., A. Courcoul, P. Jabert, C. Richomme and B. Durand (2017). « Environmental determinants of the *Mycobacterium bovis* concomitant infection in cattle and badgers in France ». *European Journal of Wildlife Research*, 63(5), 74-86.
- Courcoul A., Moutou F., Vialard J., 2013. « Tuberculose bovine : investigations épidémiologiques au sein de troupeaux bovins infectés à plusieurs reprises ». *Bull. Epid. Santé Anim. Alim*, 56, 10-14.
- DEFRA, 2009. « An experiment to assess the cost-effectiveness of farm husbandry manipulations to reduce risks associated with farmyard contact between badgers and cattle ». Research project final report SE3119, 24p. Disponible à l'adresse : <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&ProjectID=13765>.
- Gortazar, C., Fernandez-Calle L.M., Collazos-Martinez J.A., Minquez-Gonzalez O., Acevedo P., 2017. « Animal tuberculosis maintenance at low abundance of suitable wildlife reservoir hosts: A case study in northern Spain ». *Prev. Vet. Med.*, 146, 150-157. doi: 10.1016/j.prevetmed.2017.08.009.
- Griffin J.M., Haheesy T., Lynch K., Salman M.D., 1993. « The association of cattle husbandry practices, environmental factors and farmer characteristics with the occurrence of chronic bovine tuberculosis in dairy herds in the Republic of Ireland ». *Prev. Vet. Med.*, 17, 145-160.
- Guériaux D., Fediaevsky A., Ferreira B., 2017. « La biosécurité : investissement d'avenir pour les élevages français ». *Bull. Acac. Vet. France*, 170 (2), 112-117.
- Haheesy, T., 1996. « A survey of temperatures in cattle manure recorded on five farms in Co. Dublin ». Selected papers, p. 72-79. Tuberculosis Investigation Unit, University College, Dublin.

Hénaux V., Ngwa-Mbot D., Memeteau S., Touratier A., Bronner A., Calavas D., 2017. « Première estimation des coûts vétérinaires et de laboratoire de la surveillance et de la lutte vis-à-vis des maladies réglementées chez les ruminants en France en 2014 ». *Bull. Epid. Santé Anim. Alim*, 79, 28-35.

Lavelle M.J., Kay S.L., Pepin K.M., Grear D.A., Campa H., VerCauteren K.C., 2016. « Evaluating wildlife-cattle contact rates to improve the understanding of dynamics of bovine tuberculosis transmission in Michigan, USA ». *Prev. Vet. Med.*, 135, 28-36 doi : 10.1016/j.prevetmed.2016.10.009.

Marsot M., Durand B., Scoizec A., Béral M., Mathevon Y., Courcoul A., 2016. « Facteurs de risque de tuberculose bovine – une étude cas-témoins dans trois départements français (Ardennes, Côte d'Ord et Dordogne) ». *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 74, 8-11.

Michelet L., De Cruz K., Hénault S., Tambosco J., Richomme C., Réveillaud E., Gares H., Moyen J.L., Boschioli M.L., 2018. « *Mycobacterium bovis* infection of red fox, France ». *Emerg. Infect. Dis.*, 24(6), 1151-1153, doi :10.3201/eid2406.180094

O'Hagan M., Matthews D.I., Laird C., McDowell S.W.J., 2016 « Herd-level risk factors for bovine tuberculosis and adoption of related biosecurity measures in Northern Ireland: A case-control study ». *The Veterinary Journal*, 213, 26-32.

Palisson A., Courcoul A., Durand B., 2016. « Role of cattle movements in bovine tuberculosis spread in France between 2005 and 2014 ». *PLoS ONE*, 11(3): e0152578. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152578>

Pandolfi F., Cavalerie L., Chevalier F., Jabert P., Calavas D., Bronner A., 2018. « Surveillance de la tuberculose bovine en 2018 (point au 4 avril) ». *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* (in press).

Payne A., 2014. « Rôle de la faune sauvage dans le système multi-hôtes de *Mycobacterium bovis* et risque de transmission entre faune sauvage et bovins. Etude expérimentale en Côte d'Or». Thèse d'université, 366p.

Sanchez-Hidalgo A., Obregon-Henao A., Wheat W.H., Jackson M., Gonzalez-Juarrero M., 2017. « *Mycobacterium bovis* hosted by free-living-amoebae permits their long-term persistence survival outside of host mammalian cells and remain capable of transmitting disease to mice ». *Environ. Microbiol.*, 19(10), 4010-4021, doi: 10.1111/1462-2920.13810.

Skuce R.A., Allen A.R., McDowell S.W.J., 2012. « Herd-level risk factors for bovine tuberculosis : a literature review ». *Veterinary Medicine Journal*, 2012, 1-11, doi : 10.1155/2012/621210

Woodroffe R., Donnelly C.A., Ham C., Jackson S.Y., Moyes K., Chapman K., Stratton N.G., Cartwright S.J., 2016. « Badger prefer cattle pasture but avoid cattle : implications for bovine tuberculosis control ». *Ecol. Lett.*, 19(10), 1201-1208, doi : 10.1111/ele.12654.

Sites internet :

DEFRA - TbHub (Angleterre), <http://www.tbhub.co.uk>, consulté le 30/04/2018

DAFM (Department of Agriculture, Food and Marine), Irlande, <https://www.agriculture.gov.ie/animalhealthwelfare/diseasecontrol/bovinetb/publications>, consulté le 30/04/2018

Animal Health Ireland (Irlande), http://animalhealthireland.ie/?page_id=397, consulté le 30/04/2018

CFIA (Canadian Food Inspection Agency), Canada), <http://www.inspection.gc.ca/animaux/animaux-terrestres/biosecurite/normes-et-principes/guide-du-producteur-fermes-laitieres>, consulté le 30/04/2018

DAERA (Department of Agriculture and Rural Affairs), Irlande du Nord), <https://www.daera-ni.gov.uk/articles/tb-bioexclusion-webinar> et <https://www.daera-ni.gov.uk/publications/tb-wildlife-biosecurity>, consultés le 30/04/2018

USDA- APHIS (United States Department of Agriculture – Animal and Plant health Inspection Service), USA, https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/sa_animal_disease_information/sa_cattle_health/sa_tuberculosis/ct_bovine_tuberculosis_disease_information, consulté le 30/04/2018

MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentacion y Medio Ambiente), Espagne, http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guia_bs_explotaciones_vacuno_carne_tcm30-111898.pdf, consulté le 30/04/2018

1 Instruction technique DGAL/SDSPA/2017-589 en application de l'arrêté du 7/12/2016 relatif à certaines mesures de surveillance et de lutte contre la tuberculose bovine lors de la mise en évidence de cette maladie dans la faune sauvage.

2 Arrêté du 15 septembre 2003 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la prophylaxie collective et à la police sanitaire de la tuberculose des bovinés et des caprins.

3 Règlement (UE) 2016/429 du parlement et du conseil européens du 9 mars 2016 relatif aux maladies animales transmissibles et modifiant et abrogeant certains actes dans le domaine de la santé animale («législation sur la santé animale»).

4 Arrêté du 15 juillet 2016 modifiant l'arrêté du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire.

5 Arrêté du 7 décembre 2016 relatif à certaines mesures de surveillance et de lutte contre la tuberculose bovine lors de la mise en évidence de cette maladie dans la faune sauvage.