

ÉVALUATION DES COÛTS LIÉS AUX DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DE LA FIÈVRE CATARRHALE OVINE EN FRANCE CONTINENTALE SUITE À LA RÉSURGENCE DE 2015

Pierre Villard ^{1,2,3}, Laure Bournez ⁴, Thierry Baldet ^{1,2}, Viviane Hénau ³

Auteur correspondant : viviane.henau@anses.fr

1. Cirad, UMR ASTRE, Montpellier, France
2. Astre, Cirad, Inra, Université de Montpellier, Montpellier, France
3. Université de Lyon - Anses, Laboratoire de Lyon, Unité Epidémiologie et Appui à la Surveillance, Lyon, France
4. Anses, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy, Unité de surveillance et éco-épidémiologie des animaux sauvages, Nancy, France

Résumé

La nécessité de disposer de systèmes de surveillance efficaces des maladies infectieuses animales rend nécessaire des études sur le coût de ces dispositifs. L'objectif de ce travail était de quantifier les coûts de la surveillance de la fièvre catarrhale ovine (FCO) au sein de la filière bovine et du suivi entomologique à la suite de la résurgence du sérotype 8 de la FCO en France continentale en septembre 2015. Les honoraires vétérinaires ont été extraits des conventions départementales entre les professions vétérinaires et agricoles et de la réglementation, les coûts unitaires des analyses ont été fournis par laboratoires agréés et le volume de chaque opération a été obtenu du système d'information de la DGAL (Sigal), du Laboratoire national de référence FCO et du Cirad. Entre septembre 2015 et décembre 2016, le coût total des opérations de surveillance en filière bovine a été estimé à 14,4 M€ HT, incluant 8,6 M€ HT pour les dépistages pré-mouvements à la charge des éleveurs, 4 M€ HT pour les enquêtes programmées, 1,6 M€ HT pour la gestion des suspicions, et 148 k€ HT pour la surveillance événementielle, prises en charge par l'Etat. Le coût des opérations de surveillance entomologique a été estimé à 214 k€ HT, payés par l'Etat. Ces estimations sont sous-estimées car elles ne prennent pas en compte les coûts liés à la gestion administrative et à l'animation du dispositif de surveillance bovine. La connaissance des coûts du système de surveillance est un travail nécessaire à l'évaluation coût-efficacité de chaque dispositif, et à l'identification des pistes d'amélioration pour répondre aux enjeux à la fois sanitaire et budgétaire imposés par des contraintes toujours plus importantes.

Mots clés : fièvre catarrhale ovine, bovins, *Culicoides*, coût, surveillance

Abstract

Estimation of costs related to the bluetongue surveillance system in France after the re-emergence in 2015

The need for efficient surveillance systems for infectious animal diseases implies studies of the cost of these devices. The objective of this work was to quantify the costs of surveillance for bluetongue (BTV) in the cattle industry and entomological monitoring following the re-emergence of BTV-8 in France in September. Veterinary fees were extracted from convention in each department between veterinary and agricultural professions and from regulations for animal health rules, unit costs of analyses were provided by approved laboratories and the numbers of operations were obtained from the information system of the DGAL (Sigal), the BTV National Reference Laboratory, and CIRAD. Between September 2015 and December 2016, the total cost of surveillance operations in the cattle sector was estimated at 14.4 million (M) € (excluding VAT), including 8.6 M € for pre-movement screening at the expense of farmers and 4.0 M € for planned surveillance, 1.6 M € for the management of suspicions, and 148 thousand (k) € for event-driven surveillance, supported by the State. The cost of the entomological surveillance operations was estimated at 214 k €, paid by the State. These costs are underestimated because they do not take into account the costs related to the administrative management and the animation of the cattle surveillance system. The knowledge of the costs of the surveillance system is a necessary work for the cost-effectiveness evaluation of each device, and to identify areas for improvement to meet the health and budgetary challenges imposed by current and incoming constraints.

Keywords: Bluetongue, cattle, *Culicoides*, cost, surveillance

INTRODUCTION

La pression croissante sur les budgets publics et la nécessité de disposer de systèmes de surveillance de la santé animale efficaces rendent nécessaire des études de la rentabilité de ces dispositifs. À bien des égards, ces études requièrent des informations sur les pertes économiques occasionnées par les maladies ainsi que sur le coût des interventions de surveillance et de lutte vis-à-vis des dangers sanitaires.

La fièvre catarrhale ovine (FCO), maladie virale vectorielle affectant les ruminants domestiques et sauvages, fait figure de cas très intéressant à étudier puisqu'en l'espace d'une dizaine d'années, deux épizooties successives, de 2006 à 2008 puis à partir de 2015 (Sailleau *et al.* 2015), ont frappé la France continentale. La résurgence de la FCO ainsi que le résultat du programme de dépistage réalisé après la primo-détection, démontrent l'incapacité du dispositif de surveillance programmée à détecter une circulation du virus à bas bruit de manière précoce. Ainsi, on pourrait souhaiter renforcer la surveillance programmée afin d'augmenter la capacité de détection précoce du dispositif, et ainsi diminuer les dépenses liées aux mesures de lutte et les pertes économiques des éleveurs. Cependant, les contraintes budgétaires croissantes imposent des réflexions avant toute modification afin de maîtriser l'efficacité des dispositifs, c'est-à-dire leur capacité à obtenir de bonnes performances épidémiologiques avec le minimum de dépenses. L'estimation des coûts de surveillance de l'épizootie de 2015 permettra d'en évaluer l'efficacité et ainsi, d'apporter

d'éventuelles modifications à ces dispositifs pour mieux répondre aux nouvelles situations, en tenant compte éventuellement de nouveaux objectifs.

La première épizootie, due aux sérotypes 8 (FCO-8) et 1 (FCO-1) de la FCO, a engendré des pertes économiques importantes liées à la circulation de ces virus dans les élevages (surmortalité, avortements, perte de production de lait et de viande)(Dal Pozzo, Saegerman, et Thiry 2009; Nusinovici *et al.* 2012b; 2012a; 2013) et aux mesures de lutte (restriction de mouvements, vaccination) imposées par la réglementation européenne (Prentice *et al.* 2017; Tago *et al.* 2014; Perrin *et al.* 2010; Nusinovici *et al.* 2011; 2012a; 2012b; 2013). A la suite des campagnes de vaccination obligatoire (2008-2010), puis facultative (2010-2012), la France a recouvré son statut indemne en 2012 (Arrêté AGRG1241825A du 10 décembre 2012¹). Cette situation favorable a permis d'alléger la surveillance de la maladie sur le territoire (note de service DGAL/SDSPA/N2013-8015 du 23 janvier 2013²) pour ne conserver qu'une surveillance sérologique programmée (selon la directive 2000/75/CE³ de l'union européenne, le règlement 2007/1266/CE⁴ et l'arrêté du 10 décembre 2012) et une surveillance événementielle, i.e. surveillance qui repose sur la déclaration spontanée de suspicions par les acteurs de terrain et qui vise à détecter et alerter précocement en cas de nouvelle introduction ou de résurgence sur le territoire.

En août 2015, un cas de FCO-8 a été détecté dans l'Allier chez un bélier présentant des signes cliniques. La mise en évidence de la présence du virus dans onze des douze élevages analysés dans les deux kilomètres autour du foyer a conduit, d'une part à un renforcement de la surveillance événementielle, et d'autre part à la mise en œuvre d'une enquête programmée à l'échelle nationale entre septembre et octobre 2015 (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-785 du 17 septembre 2015⁵). Cette enquête, conduite sur un échantillon aléatoire d'élevages bovins, a révélé une distribution spatiale étendue du virus FCO-8, avec 27 élevages de neuf départements français

1 Arrêté AGRG1241825A du 10 décembre 2012 modifiant l'arrêté du 22 juillet 2011 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la lutte contre la fièvre catarrhale du mouton sur le territoire métropolitain.

2 Note de service DGAL/SDSPA/N2013-8015 du 23 janvier 2013 relative à l'arrêt des dispositifs de surveillance entomologique et virologique de la fièvre catarrhale ovine en France continentale.

3 Directive 2000/75/CE arrêtant des dispositions spécifiques relatives aux mesures de lutte et d'éradication de la FCO.

4 Règlement (CE) n° 1266/2007 de la Commission du 26 octobre 2007 portant modalités d'application de la directive 2000/75/CE du Conseil en ce qui concerne la lutte contre la fièvre catarrhale du mouton, son suivi, sa surveillance et les restrictions applicables aux mouvements de certains animaux des espèces qui y sont sensibles.

5 Instruction technique DGAL/SDSPA/2015-785 du 17 septembre 2015 relative à la surveillance (programmée et événementielle) et gestion des suspicions de la fièvre catarrhale ovine (FCO).

(Allier, Cantal, Cher, Creuse, Indre, Loire, Nièvre, Puy-de-Dôme et Saône-et-Loire) infectés au 12 novembre 2015. A cette même date, 52 foyers supplémentaires avaient été localisés via les analyses pré-mouvements et la surveillance événementielle dans d'autres départements de France continentale (Aveyron, Corrèze, Haute-Loire et Loiret) (Bournez *et al.* 2015). En application du règlement européen (2007/12668/CE) relatif à la lutte contre la fièvre catarrhale du mouton, des restrictions de mouvements d'animaux sensibles ont été définies autour des foyers afin d'empêcher la diffusion du virus. Ainsi plusieurs zones ont été délimitées autour des foyers : un périmètre interdit (PI) de 20 km autour du foyer, une zone de protection (ZP) de 100 km autour du foyer, une zone de surveillance (ZS) de 50 km autour de la ZP, et enfin le reste du territoire défini comme une zone indemne (ZI). Les zones correspondant au PI, la ZS et la ZP sont appelées zone réglementée (ZR). Ces zones ont fusionné à partir du 16 octobre 2015, permettant ainsi la circulation et le rassemblement des animaux dans l'ensemble de la ZR (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015⁶).

La sortie des ruminants hors de la ZR, dont l'étendue spatiale a augmenté en automne 2015 à la faveur de la détection de foyers dans de nouveaux territoires, était autorisée sous certaines conditions de dérogation. Ainsi, en l'absence de vaccins disponibles, les mouvements internationaux de sortie de ZR étaient initialement autorisés pour les veaux de moins de 70 jours et pour les bovins de retour d'estive, sous conditions d'une analyse RT-PCR avec un résultat négatif, de l'isolement et de l'assainissement des moyens de transport (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-789 du 18 septembre 2015⁷) puis à tout bovin soumis à deux analyses RT-PCR et à une désinsectisation (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015). Les doses de vaccins, en nombre insuffisant, ont été mises à disposition en priorité pour les animaux destinés aux exportations et aux échanges. Ainsi, les éleveurs pouvaient déroger à l'interdiction de sortie de la ZR (directive 2000/75/CE, instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015) soit par la vaccination, soit par une combinaison de deux analyses RT-PCR pré-mouvements, accompagnée de mesures de désinsectisation et de confinement (protocole « double RT-PCR ») pour les animaux destinés à un autre élevage, les petits ruminants en transhumance, les animaux reproducteurs à destination d'un centre de sélection, et ce depuis une exploitation de la ZR vers la ZI en France. Pour les échanges intra-communautaires, les animaux devaient être vaccinés, sauf dans le cas de l'Espagne, qui acceptaient l'importation de bovins français non vaccinés sous couvert d'un résultat RT-PCR négatif (complété par une protection contre les vecteurs pendant quatorze jours pour l'Espagne) (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015).

6 Instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015 relative aux conditions applicables aux mouvements, échanges et exportations de ruminants issus d'une zone réglementée au titre de la FCO en France continentale.

7 Instruction technique DGAL/SDSPA/2015-789 du 18 septembre 2015 relative aux conditions applicables aux mouvements, échanges et exports de ruminants issus d'une zone réglementée au titre de la FCO en France continentale.

Au cours de l'hiver 2015-2016, un dispositif de surveillance combinant suivi entomologique hebdomadaire et dépistage programmé dans un échantillon d'élevages a été mis en place pour démontrer l'existence de zones saisonnièrement indemnes (ZSI) de FCO (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-1159 du 24 décembre 2015⁸) et ainsi lever temporairement les restrictions de mouvements des animaux non vaccinés. D'après le règlement 2007/1266/CE, pour qu'une zone soit déclarée zone saisonnièrement indemne (ZSI), il fallait démontrer l'absence de circulation virale chez les bovins (en se basant sur les prélèvements réalisés dans le cadre de la surveillance programmée) et l'inactivité vectorielle. En effet, la FCO est une maladie vectorielle, pour laquelle l'ensemble des diptères piqueurs du genre *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) sont considérés comme vecteurs (Villard *et al.* 2019). La zone était considérée en inactivité vectorielle lorsque le seuil réglementaire de cinq femelles pares (ayant au moins pris un repas de sang) par piège et par nuit (règlement 2007/1266/CE) n'était pas dépassé pendant deux semaines consécutives. Le classement d'un département en ZSI permettait aux éleveurs de faire circuler les bovins en dehors de la ZR sans recourir à la vaccination (une analyse RT-PCR ou Elisa devait être effectuée en fonction de la durée de détention en ZSI). Cette surveillance visait également à actualiser la connaissance de la distribution spatiale du virus FCO-8 durant l'hiver et à estimer la séroprévalence des bovins sur le territoire national afin de préciser le statut immunologique du cheptel français et son niveau de protection vis-à-vis du sérotype 8 (Bournez *et al.* 2018). Ces zones ont été maintenues jusqu'à la reprise de l'activité vectorielle survenant classiquement au printemps.

A partir de juillet 2016, une surveillance programmée a été conduite dans les ZI et dans les départements de la ZR limitrophes des départements de la ZI, de manière à détecter le plus précocement possible la circulation du virus FCO-8 en ZI et à mettre à jour l'étendue de la ZR (instruction technique DGAL/SDSPA/2016-594 du 21 juillet 2016⁹).

Les résultats des opérations de surveillance et de lutte conduites en 2015 ont été décrits précédemment (Bournez *et al.* 2018; 2016). L'objectif de la présente étude était de répertorier l'ensemble des coûts liés aux dispositifs de surveillance vis-à-vis du virus FCO-8 mis en œuvre en 2015 et 2016 dans la filière bovine, de les répartir entre les différents acteurs de la filière et enfin de les quantifier.

8 Instruction technique DGAL/SDSPA/2015-1159 du 24 décembre 2015 relative à la surveillance hivernale 2015-2016 (programmée, événementielle et renforcée lors des mouvements) de la fièvre catarrhale ovine (FCO).

9 Instruction technique DGAL/SDSPA/2016-594 du 21 juillet 2016 relative aux modalités de surveillance de la Fièvre Catarrhale Ovine (FCO): surveillance programmée pour la zone indemne et une partie des départements de la ZR, renforcée pour les mouvements depuis la ZR et surveillance événementielle au niveau national.

METHODES

Données d'interventions et d'analyses liées à la surveillance dans le cheptel bovin

Entre la résurgence de la maladie due au sérotype 8 de la FCO et fin 2016, les opérations de surveillance mises en œuvre dans les élevages de bovins ont été effectuées dans le cadre de différents dispositifs de surveillance (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-785 du 17 septembre 2015) :

- la surveillance événementielle : visites, prélèvements et analyses RT-PCR,
- les dépistages pré-mouvements : visites, prélèvements et analyses RT-PCR. Les analyses RT-PCR pouvaient être réalisées dans le cadre de différentes modalités de dérogation de sortie des animaux de la ZR :
 - Pour les mouvements nationaux, deux analyses étaient requises : une première RT-PCR jusqu'à sept jours avant le mouvement et une seconde jusqu'à quatorze jours après l'arrivée des animaux,
 - Pour les échanges intra-communautaires, une RT-PCR négative pouvait permettre de réduire le délai pour l'exportation des animaux après vaccination,
 - Les animaux en provenance de la ZSI pouvaient également sortir de la ZR (France ou UE) avec un résultat négatif en RT-PCR et quatorze jours passés en ZSI ou avec un résultat négatif en sérologie et 28 jours passés en ZSI.

D'autres conditions existaient pour des catégories d'animaux et/ou des destinations plus spécifiques, notamment prévues par différents protocoles établis avec des pays partenaires (notamment l'Espagne qui autorisait l'importation d'animaux ayant eu un résultat négatif à une RT-PCR pré-mouvement combinée à une désinsectisation ; instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015).

- la surveillance programmée prévoyait :
 - En septembre-octobre 2015 : visites, prélèvements et analyses RT-PCR réalisées sur 30 bovins par élevage, dans 60 élevages par région, pour évaluer l'étendue de la zone d'infection consécutive à la résurgence de la FCO,
 - De décembre 2015 à avril 2016 : visites, prélèvements et analyses ELISA réalisées une fois (départements non infectés) à deux voire trois reprises espacées d'au moins 21 jours (départements infectés), sur quinze bovins (entre 12 et 36 mois) dans cinq à dix élevages par arrondissement (323 en tout en France continentale) et sur quinze bovins (de plus de 36 mois) dans cinq à dix élevages par arrondissement pour déterminer la distribution géographique du FCO-8, confirmer le statut de ZSI une fois l'inactivité vectorielle validée et étudier la séroprévalence au niveau national,
 - A partir de juillet 2016 : visites, prélèvements et analyses ELISA réalisées mensuellement pendant la période d'activité vectorielle (et aussi le reste de l'année pour les départements à période d'inactivité vectorielle généralement courte, i.e. inférieure à cinq semaines par an), sur 20 bovins par élevage dans neuf élevages par

département dans les départements de ZI et pourtour de ZR en contact avec la ZI, pour détecter précocement la circulation du FCO-8 en ZI.

- la gestion de suspicions : en cas de résultats non négatifs en RT-PCR et en fonction du contexte épidémiologique (statut du département vis-à-vis de l'infection), d'autres prélèvements ont pu être réalisés sur le troupeau suspect et envoyés à un laboratoire départemental d'analyses (LDA) agréé pour réaliser une RT-PCR de groupe et une RT-PCR de typage moléculaire. Le laboratoire national de référence (LNR) de virologie de la FCO de l'Anses Maisons-Alfort était amené à confirmer les résultats obtenus, au début de l'épizootie pour valider le résultat dans un département nouvellement atteint et, par la suite, statuer sur les résultats douteux.

Les nombres d'interventions et d'analyses par dispositif de surveillance ont été extraits de Sigal, le système d'information de la direction générale de l'alimentation (DGAl) et complété par le fichier du LNR FCO en virologie.

Les analyses réalisées à la suite d'un résultat positif en première intention (quel que soit le cadre initial de la surveillance) étaient enregistrées sous le même dispositif que les opérations de surveillance événementielle en 2015 et 2016, et sous le même dispositif que les opérations de surveillance programmée pour l'année 2016, elles n'ont donc pas pu être distinguées. Les analyses effectuées par les LNR (qui sont faites sur des prélèvements déjà effectués) ont été ajoutées aux opérations de gestion de suspicion en utilisant les tarifs des analyses des LDA.

Dans le cadre de la surveillance programmée réalisée au cours de l'hiver 2015/2016 pour établir les ZSI, le protocole consistait à prélever des bovins de différents élevages à une, deux ou trois reprises, en fonction du statut du département (ZI, ZR) et de l'activité vectorielle. Il a été donné la possibilité aux départements d'utiliser, pour la première série de dépistage, des prélèvements réalisés en décembre dans le cadre des opérations de surveillance programmée d'autres maladies réglementées (brucellose bovine, leucose bovine enzootique, etc.). Les coûts de ces visites et ces prélèvements n'ont donc pas été comptabilisés dans le coût de la mise en place et du maintien des ZSI. Les analyses sérologiques ont été réalisées entre janvier et avril 2016 et les tarifs unitaires pour 2016 ont donc été appliqués. Le nombre de déplacements, prélèvements et analyses réalisés a été extrait des bilans réalisés par la plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale (plateforme ESA) (rapports non publiés).

Honoraires vétérinaires et coûts unitaires des analyses

L'Etat prend en charge les coûts relatifs aux opérations techniques (visites et prélèvements), aux analyses réalisées dans le cadre de la suspicion clinique des enquêtes programmées et à la gestion des suspicions. Les opérations de dépistage (incluant la visite, le déplacement et le prélèvement par le vétérinaire sanitaire ainsi que les analyses de laboratoire) effectuées en amont et en aval du mouvement d'un bovin sont à la charge du détenteur.

Les tarifs des opérations techniques prises en charge par l'Etat sont fixés par l'arrêté AGRG0829420A du 10 décembre 2008¹⁰. L'indemnisation d'une visite correspond à la somme des honoraires vétérinaires pour la visite de l'élevage, de la rémunération du temps de déplacement (par km) et de l'indemnisation des frais de déplacement (par km). Les honoraires vétérinaires s'élevaient à trois fois le montant de l'acte médical vétérinaire (AMV) pour une visite, l'AMV étant fixé à 13,85 € HT depuis le 1^{er} janvier 2013 (arrêté AGRG1239939A du 21 décembre 2012¹¹). La rémunération du temps de déplacement était fixée forfaitairement à 1/15^{ème} d'AMV par kilomètre parcouru (arrêté AGRG9100036A du 31 décembre 1990¹² et AGRG0402162A du 30 septembre 2004¹³) et le tarif d'indemnisation des frais de déplacement à 0,32 € HT par km (arrêté BCFF0818058A du 26 août 2008¹⁴) ; un trajet aller-retour de 15 km en moyenne (pour un véhicule de 6-7 CV) a été considéré afin de calculer la rémunération des frais et temps de déplacements. L'indemnisation d'un prélèvement de sang était de 1/5^{ème} d'AMV pour un bovin (arrêté AGRG0829420A du 10 décembre 2008).

Pour les opérations à la charge des éleveurs, le montant des visites, des prélèvements, des indemnités de déplacement et des prélèvements sont établis dans les conventions départementales ou régionales, ou par arrêtés préfectoraux lorsque les parties concernées n'ont pu aboutir à un accord. Les tarifs moyens de ces actes ont été extraits d'une synthèse de 53 conventions ou arrêtés préfectoraux pour l'année 2015 (couvrant 66 départements métropolitains) effectuée par le Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) (Gibon et Parle 2016; 2018). Le tarif moyen d'une visite était de 26,71 € HT (de 10,54 à 69,25 € HT). En ce qui concerne la rémunération des frais de déplacement et du temps de déplacement, les modalités divergeaient selon les conventions : pour 18 conventions, il s'agissait d'une rémunération globale kilométrique au taux de 0,59 € HT par km (de même que précédemment, un trajet aller-retour de quinze kilomètres en moyenne a été considéré) ; pour onze conventions, il s'agissait d'un forfait de 13,92 € HT par visite ; pour 22 conventions, cette rémunération était incluse dans le tarif de la visite ; et pour deux conventions, le montant de l'indemnisation n'était pas mentionné. Pour obtenir un tarif moyen applicable à toutes les visites

10 Arrêté AGRG0829420A du 10 décembre 2008 fixant les mesures financières relatives à la fièvre catarrhale du mouton.

11 Arrêté AGRG1239939A du 21 décembre 2012 fixant le montant de l'acte médical vétérinaire en application de l'article L. 203-10 du code rural et de la pêche maritime.

12 Arrêté AGRG9100036A du 31 décembre 1990 relatif à la nomenclature des opérations de police sanitaire telle que prévue à l'article 4 du décret n° 90-1032 du 19 novembre 1990.

13 Arrêté AGRG0402162A du 30 septembre 2004 relatif à la rémunération des vétérinaires mandatés pour les opérations de police sanitaire.

14 Arrêté BCFF0818058A du 26 août 2008 modifiant l'arrêté du 3 juillet 2006 fixant les taux des indemnités kilométriques prévues à l'article 10 du décret n° 2006-781 du 3 juillet 2006 fixant les conditions et les modalités de règlement des frais occasionnés par les déplacements temporaires des personnels de l'Etat.

à la charge des éleveurs, nous avons calculé la moyenne de la rémunération des frais et du temps de déplacement pondérée par le nombre de conventions correspondantes, à laquelle nous avons ajouté le tarif moyen d'une visite.

Le coût des opérations techniques par modalité de surveillance a été calculé au niveau du territoire national continental, à partir du produit entre le nombre d'opérations et le tarif unitaire correspondant.

Afin de connaître les tarifs des analyses, une enquête a été menée, avec l'appui de l'Association française des directeurs et cadres de laboratoires vétérinaires publics d'analyses (Adilva), auprès des laboratoires départementaux d'analyses agréés pour les méthodes de dépistage de la FCO. L'enquête portait sur les tarifs pratiqués par les laboratoires pour l'analyse Elisa sur sérum sanguin individuel, la détection par analyse RT-PCR sur sérum individuel, ainsi que sur le typage du sérotype 8 par analyse RT-PCR. Les tarifs étaient demandés en € HT et selon le contexte de surveillance (surveillance programmée, surveillance événementielle, dépistage pré-mouvement ou investigation suite à une séroconversion).

Le coût des analyses de laboratoire par modalité de surveillance a été calculé au niveau du territoire national continental, à partir du produit entre le nombre d'analyses et la moyenne des tarifs unitaires de base correspondant.

Surveillance entomologique

La surveillance entomologique des populations de l'ensemble des espèces de *Culicoides* dans les zones de protection est une exigence détaillée dans la directive 2000/75/CE. Le règlement 2007/1266/CE précise les modalités de la surveillance pour déterminer la période saisonnièrement indemne de *Culicoides*, dans l'objectif de bénéficier de dérogations à l'interdiction de sortie des zones réglementées. La réglementation européenne définit le nombre de pièges par unité géographique ainsi que le rythme de piégeage, mais permet de modifier ces préconisations sur la base de trois années consécutives de suivi entomologique. Le réseau de surveillance mis en place en 2009 a fonctionné avec 160 pièges pendant quatre années consécutives (Balenghien *et al.* 2013). Une analyse statistique des données de surveillance entomologique recueillies entre 2009 et 2011 (classification hiérarchique ascendante sur les données d'abondance, et de début et fin de période d'inactivité des *Culicoides*, aussi appelée inactivité vectorielle) a permis de proposer un allègement du réseau en 2015 avec 49 zones de piégeage définies sur le territoire continental français en hiver 2015-2016, ramenées à 24 zones de piégeage pour les campagnes hivernales suivantes (i.e. 2016-2017 et 2017-2018) (Villard *et al.* 2019).

Ces zones de piégeage rassemblaient et/ou découpaient (au niveau des arrondissements) un ou plusieurs départements, homogènes en termes de diversité des espèces, de durée d'inactivité vectorielle et de phénologie des populations (semaines de début et de fin d'inactivité). Chaque zone de piégeage (contiguë ou non) est représentée par un seul site de piégeage. Le choix du site de piégeage au sein de chaque zone repose sur un certain nombre de critères, à savoir : (i) une abondance annuelle forte en *Culicoides*, (ii) une bonne accessibilité pour l'agent responsable du piégeage et (iii) la meilleure sensibilité possible aux *Culicoides* vecteurs i.e. présentant un profil de fin d'activité la plus tardive et de début d'activité la plus précoce parmi les sites potentiels

connus/disponibles au sein de la zone concernée. L'activité des populations de *Culicoides* dans chacune des zones est surveillée par un piégeage hebdomadaire.

La coordination du réseau de surveillance entomologique est assurée par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad). Le matériel de piégeage est fourni par le Cirad et envoyé par colis postal à la personne contact de la zone désignée par les DDecPPs en amont des premières dates de piégeage. Dans le cadre de la surveillance hivernale, les captures sont réalisées chaque semaine sur un site pour chacune des 24 zones de piégeage définies pour la France continentale dans la nuit du lundi au mardi (sauf contraintes logistiques ou météorologiques, auquel cas, la capture est repoussée à la nuit suivante pour le site concerné). Les prélèvements sont envoyés le lendemain de la capture au Cirad pour identification et dénombrement. Les résultats des prélèvements sont saisis dans la base de données Ocap (base de données dédiée à la surveillance des *Culicoides* en France initiée par le Cirad et en lien avec la plateforme européenne de surveillance de la FCO), et rendus accessibles aux différents acteurs du réseau via le site <http://ocapi.cirad.fr>. Une approche conservatrice est appliquée pour les départements couverts par différentes zones de piégeage, i.e. l'entrée en période d'inactivité pour le département concerné est déterminée par la dernière zone le couvrant pour laquelle cette inactivité a été prononcée. De même, lorsque la dernière zone couvrant un département est déclarée en reprise d'activité vectorielle (i.e. fin de période d'inactivité), il en va de même pour le département.

D'autre part, une surveillance estivale peut être mise en place pour i) recueillir des données d'abondance et de dynamique des populations de *Culicoides* pour les confronter aux données historiques (2009-2012, 2015-2017) et aux données météorologiques et ii) réaliser une surveillance de virus FCO sans a priori au cours de la période d'activité vectorielle.

Les données concernant les coûts de la surveillance entomologique ont été récupérées auprès du Cirad. On peut distinguer les coûts de personnel et les coûts de terrain. Les coûts de terrain incluent la mise en place du dispositif (matériel de capture, cartons, envois postaux, reproduction des livrets du dispositif) et le déplacement des agents du Cirad sur les sites de capture pour former les acteurs en charge du piégeage et initier le dispositif. Les coûts de personnels correspondent notamment à l'identification des échantillons d'insectes piégés, à la saisie des résultats dans la base de données et à la restitution hebdomadaire qui en est faite auprès de la DGAL et des autres partenaires. La coordination technique des opérations de terrain, ainsi que la coordination et l'animation de la surveillance (impliquant la formation des acteurs – éleveurs et agents de terrain – et la restitution des résultats à l'ensemble des partenaires – éleveurs, agents, partenaires publics) est aussi incluse dans ces coûts de personnel. A partir de ces résultats, une analyse rétrospective de la distribution et de la dynamique des espèces de *Culicoides* en France, notamment celles vectrices de maladies d'intérêt vétérinaire, est menée ; la réalisation de ces analyses statistiques est également incluse dans le coût de personnel. En 2016, une analyse statistique a été conduite pour redéfinir le maillage du dispositif de surveillance entomologique, à partir d'un zonage écologique (Villard *et al.* 2019). Le coût de cette analyse a été intégré dans l'estimation des coûts tout en tenant en compte du fait qu'il s'agissait d'une dépense ponctuelle. Les coûts de personnel

ont été majorés de 68 % pour prendre en compte les coûts indirects (frais généraux et administratifs).

Le nombre de piégeages a été extrait de différentes instructions techniques et des bilans de la surveillance entomologique pour les années étudiées. En 2015, la surveillance entomologique a été réalisée uniquement dans le cadre de la surveillance hivernale 2015-2016 en vue de la mise en place des ZSI ; il y a eu sept nuits de piégeage dans 49 sites (Garros *et al.* 2017), soit 343 piégeages. En 2016, la surveillance entomologique a été réalisée dans le cadre de la surveillance hivernale 2015-2016 pour la mise en place et le maintien des ZSI avec 18 nuits de piégeage dans 49 sites (Garros *et al.* 2017), dans le cadre de la surveillance entomologique en période estivale avec quatre nuits de piégeage dans 13 sites (note de service DGAL/SDSPA/2016-409 du 13 mai 2016¹⁵) puis, dans le cadre de la surveillance hivernale 2016-2017 avec huit nuits de piégeage dans 24 sites (instruction technique DGAL/SDSPA/2016-890 du 21 novembre 2016¹⁶), soit un total de 1 126 nuits de piégeage pour l'année 2016.

RESULTATS

Honoraires vétérinaires et coûts des analyses

Les honoraires vétérinaires pour les opérations techniques ainsi que les tarifs moyens des analyses sont listés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1: Honoraires vétérinaires et tarif unitaire moyen des analyses (en € HT) dans le cadre des opérations de la surveillance de la FCO en 2015 et 2016

Dispositif		Surveillance événementielle, surveillance programmée, gestion des suspicions	Dépistage pré-mouvement
Prise en charge		Etat	Eleveurs
Visite		60,20	32,60
Prélèvement		2,77	2,41
Détection par test Elisa	2015	10,93	
	2016	11,22	
Détection par RT-PCR de groupe	2015	33,50	
	2016	32,21	
Typage FCO-8 par RT-PCR	2015	30,90	
	2016	29,06	

15 Note de service DGAL/SDSPA/2016-409 du 13 mai 2016 relative à la surveillance entomologique pendant l'été 2016.

16 Instruction technique DGAL/SDSPA/2016-890 du 21 novembre 2016 relative à la surveillance entomologique de novembre 2016 à mai 2017.

Nous avons reçu l'information sur les tarifs des analyses de 14 sur 68 laboratoires agréés, soit un taux de réponse d'environ 21 %. Les tarifs des analyses sont présentés dans la **Figure 1**.

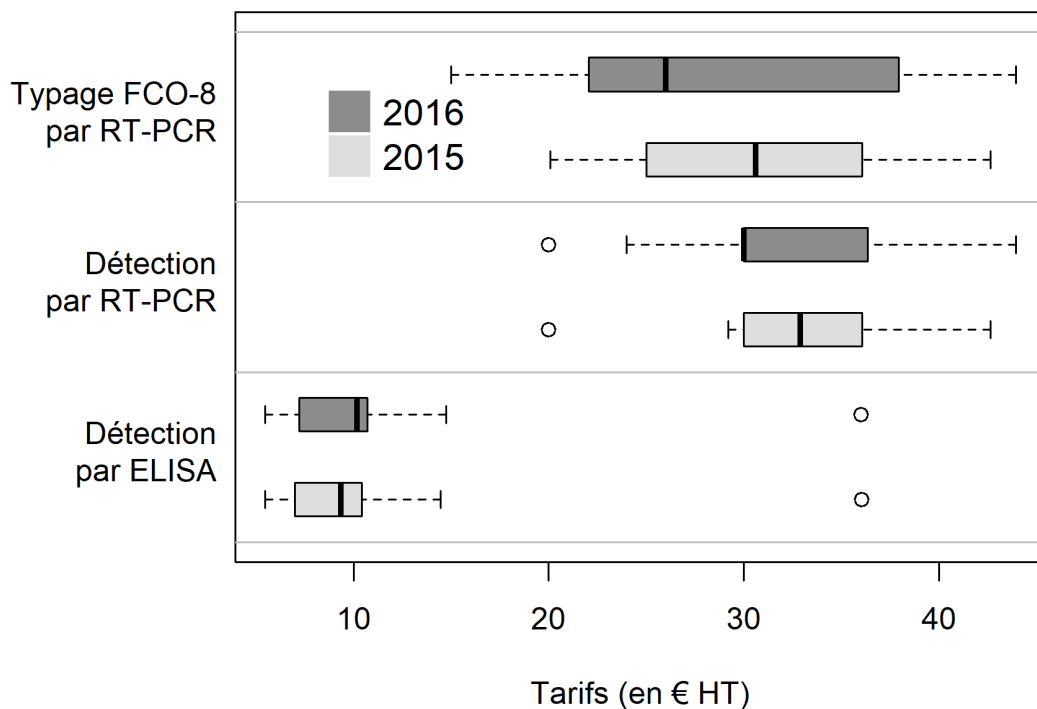


Figure 1. Tarifs des méthodes de diagnostic de la FCO appliqués par 14 laboratoires en 2015 et 2016. Pour chaque boîte à moustache (boxplot), les traits verticaux représentent les premiers et neuvièmes déciles, les extrémités de la « boîte » représentent les premiers (à gauche) et troisième (à droite) quartiles, le trait en gras représente la médiane et les points sont les valeurs extrêmes

Les résultats mettent en évidence que les tarifs médians des analyses étudiées ont très peu évolué entre les deux années étudiées. Les tarifs des analyses sérologiques ne variaient pas en fonction du contexte des analyses (surveillance événementielle, programmée ou dépistage pré-mouvement). Par contre, pour les analyses virologiques, quatre laboratoires sur les quatorze agréés ont appliqué des tarifs différents selon le contexte : pour l'un des laboratoires, le tarif standard était utilisé uniquement pour les dépistages pré-mouvements tandis que les analyses réalisées dans les autres contextes étaient majorées à 51% ; pour trois laboratoires, le tarif des analyses pré-mouvements étaient diminué de 20 % à 56 % par rapport au tarif appliqué dans le cadre des enquêtes programmées ou de la surveillance événementielle. De la même manière, deux laboratoires sur les dix effectuant le typage FCO-8 appliquaient des tarifs différents selon le contexte de l'analyse : dans un laboratoire, le tarif était majoré de 50 % pour les analyses réalisées dans le cadre de la surveillance programmée ou événementielle par rapport aux analyses de dépistage pré-mouvement et d'investigation suite à une séroconversion ; pour le second, le tarif de base était diminué de 70 % pour les analyses de surveillance programmée et événementielle, de dépistage pré-mouvement et pour les investigations à la suite d'une séroconversion.

Coût de la surveillance

Le coût total des opérations de surveillance dans la filière bovine entre septembre et décembre 2015 s'est élevé à 2,7 millions € HT (M€) (Tableau 2). Parmi ces opérations, les enquêtes programmées réalisées en septembre-octobre 2015 autour du premier foyer de FCO-8 puis à l'échelle nationale ont coûté 1,7 M€ HT. Le coût associé à la surveillance événementielle était de 54 milliers € HT (k€). Les dépenses liées aux dépistages pré-mouvements ont été estimées à 927 k€ HT. Le coût des analyses de gestion de suspicions était de 31 k€ HT.

En 2016, le montant total des opérations de surveillance dans la filière bovine était de 11,7 M€ HT, incluant 94 k€ HT pour la suspicion clinique, 7,7 M€ HT pour les dépistages pré-mouvement, 2,4 M€ HT pour la surveillance programmée et 1,6 M€ HT pour la gestion des suspicions (Tableau 3).

Tableau 2. Nombre d'opérations techniques et d'analyses par dispositif de surveillance de la FCO entre septembre et décembre 2015 et coûts associés en € HT

Opérations	Surveillance événementielle		Dépistage pré-mouvement		Surveillance programmée		Gestion des suspicions		Total	
	Nombre	Coût	Nombre	Coût	Nombre	Coût	Nombre	Coût	Nombre	Coût
Visites	450	27 090	419	13 661	1 538	92 588			2 407	133 339
Prélèvements	750	2 078	25 413	61 245	43 077	119 323			69 240	182 646
Détection par test Elisa			18	197	45	492			63	689
Détection par RT-PCR de groupe	750	25 125	25 443	852 341	42 271	1 416 079	826	27 671	69 290	2 321 215
Typage FCO-8 par RT-PCR					895	27656	121	3739	1 016	31 394
Total (HT)		54 293		927 444		1 656 137		31 410		2 669 283

Tableau 3. Nombre d'opérations techniques et d'analyses par dispositif de surveillance de la FCO en 2016 et coûts associés en € HT

Opérations	Surveillance événementielle		Dépistage pré-mouvement		Surveillance programmée		Gestion des suspicions		Total	
	Nombre	Coût	Nombre	Coût	Nombre	Coût	Nombre	Coût	Nombre	Coût
Visites	301	18 120	4 339	141 472	3 472	209 014			8 112	368 606
Prélèvements	2 596	7 191	217 359	523 835	150 886	417 954			370 841	948 980
Détection par test Elisa			95	1 066	149 910	1 681 990			150 005	1 683 056
Détection par RT-PCR de groupe	2 121	68 317	218 435	7 035 791	1 719	55 369	38 149	1 228 779	260 424	8 388 257
Typage FCO-8 par RT-PCR					45	1 308	12 235	355 549	12 280	356 857
Total (HT)		93 629		7 702 164		2 365 636		1 584 328		11 745 757

La surveillance programmée durant l'hiver 2015-2016 (décembre-avril) pour identifier les ZSI a coûté 559 k€ HT ; la répartition des coûts par type de dépenses est détaillée dans le **Tableau 4**. Il est à noter que les volumes de prélèvements prévus par les instructions ministérielles n'ont pas été systématiquement atteints.

Nous avons décompté 264 cheptels ayant eu recours à des analyses pré-mouvement entre septembre et décembre 2015 et 1 726 élevages en 2016. Le coût médian de ces opérations par cheptel, en incluant les visites, les prélèvements et les analyses, était de 176 € HT en 2015 et 238 € HT en 2016 (**Tableau 5**).

Tableau 4. Nombre de visites et d'analyses de laboratoire visant à établir les ZSI au cours de l'hiver 2015-2016 et coûts associés en € HT

	Nombre	Coût
Visites	673	40 515
Prélèvements	6 725	18 628
Elisa	43 101	483 593
RT-PCR	501	16 137
Total (HT)		558 873

Tableau 5. Nombre d'élevages soumis à des dépistages pré-mouvements vers des zones de meilleur statut sanitaire (en France ou à l'étranger) pour 2015 (septembre-décembre) et 2016 et distribution des coûts totaux (visites, prélèvements et analyses) entre élevages en € HT

Année	Nombre d'élevages	Nombre de bovins testés par élevage	Coût par élevage
2015	264	4 [1-25]	176 [69-947]
2016	1 726	56 [14-358]	238 [102-648]

* Médiane et intervalle interquartile

Coût du dispositif de surveillance entomologique

La surveillance entomologique a eu un coût global de 43 k€ en 2015 et de 171 k€ en 2016 (Tableau 6).

Tableau 6. Coûts par piège et coûts totaux de la surveillance entomologique pour novembre-décembre 2015 (343 piégeages) et pour l'année 2016 (1 126 piégeages) en €

Postes de dépenses liés à la surveillance entomologique		Catégorie de coûts	Coût par piège		Coût totaux	
			2015	2016	2015	2016
	Coordination de la surveillance entomologique, formation et restitution des résultats de la surveillance entomologique en France continentale	Animation	27	34	9 190	37 852
	Analyse rétrospective de la distribution et de la dynamique des espèces de <i>Culicoides</i> en France (et définition du zonage écologique en 2016)	Appui scientifique et technique	13	13	4 436	14 673
	Coordination technique de la surveillance entomologique en France continentale	Animation	10	12	3 580	13 098
	Identification des échantillons de la surveillance en France continentale et saisie des résultats dans la base de données Ocapi	Appui scientifique et technique	18	21	6 060	24 088
Sous-total coûts de personnel direct			68	80	23 266	89 711
Sous-total coûts personnel indirects (68 % des coûts directs)			46	54	15 821	61 003
	Matériel pour remise en place du dispositif: Matériel de capture, cartons, envois postaux, reproduction des livrets du dispositif	Appui scientifique et technique	8	12	2 800	13 284
	Missions et déplacements sur site	Animation	4	6	1 400	6 642
Sous-total des coûts de consommables et de missions			12	18	4 200	19 926
Total du coût de la surveillance entomologique			126	152	43 288	170 641

La surveillance entomologique s'est déroulée sur quatre semaines en 2015 contre 30 en 2016. Il est à noter une augmentation des coûts unitaires entre 2015 et 2016 : les coûts unitaires (par piège) liés à la coordination de la surveillance entomologique, la formation et la restitution des résultats ont augmenté de 25 %, ceux de coordination technique de la surveillance entomologique de 11 %, ceux d'identification des échantillons de 21 % et ceux de consommables et de mission de 45 %. Seul le coût unitaire des analyses statistiques est resté stable entre 2015 et 2016 malgré la surcharge de travail entraînée par la définition d'un nouveau zonage, à partir de l'analyse statistique de la distribution et de la dynamique des *Culicoides*.

La répartition des coûts entre l'animation du dispositif d'un côté et l'appui scientifique et technique de l'autre est équilibrée (52,8 % en 2015 et 54,1 % en 2016 pour l'animation ; 47,2 % en 2015 et 45,9 % en 2016 pour l'appui scientifique et technique). Les consommables et frais de missions relatifs à la mise en fonctionnement des sites de capture ne représentent que 11,3 % du total des dépenses (9,7 % en 2015 et 11,7 % en 2016).

Répartition des coûts entre les éleveurs et l'Etat

Le coût total de la surveillance de la FCO dans la filière bovine et pour le suivi vectoriel a été estimé à 2,7 M€ HT en 2015 et 11,9 M€ HT en 2016. Les actes effectués dans le cadre des dépistages pré-mouvements sont à la charge des exploitants, pour un coût total de 927 k€ HT en 2015 (sur la période septembre-décembre) et 7,7 M€ HT en 2016. L'Etat a pris en charge l'ensemble des coûts liés aux opérations de surveillance événementielle, de surveillance programmée et de gestion des suspicions (notamment les analyses de typages moléculaire sur les résultats non négatifs des analyses pré-mouvements) dans les élevages bovins, et les dépenses issues de la surveillance entomologique, pour un coût total estimé à 1,8 M€ HT en 2015 et 4,2 M€ HT en 2016.

DISCUSSION

Les mesures de surveillance des bovins mises en œuvre suite à la résurgence du sérotype 8 de la FCO en 2015 ont coûté à l'Etat environ 1,8 M€ HT sur la période septembre-décembre 2015 et 4,0 M€ HT en 2016. A titre de comparaison, le coût de la surveillance de la FCO pour l'Etat s'était élevé à 45 500 € HT en France continentale en 2014 (Perrin *et al.* 2015). Sur la période janvier-août 2015, le coût de la surveillance FCO était de 288 k€ HT pour l'Etat ; l'augmentation entre 2014 et 2015 étant liée à l'enquête conduite dans les Bouches du Rhône à la suite de l'importation de taureaux positifs en RT-PCR (Bournez *et al.* 2018). Ainsi, le coût annuel de la surveillance dans les élevages bovins et des vecteurs en 2016 (7,9 M€ HT), où la maladie était présente sur l'ensemble du territoire continental, était plus de 90 fois supérieur aux coûts de la surveillance en 2014 (lorsque la France avait le statut indemne, avec une surveillance uniquement dans les élevages bovins). Ce coût est comparable à celui de la surveillance de la tuberculose bovine, autre maladie réglementée présente sur le territoire, qui était de 6 M€ HT (hors surveillance de la faune sauvage) en 2014 pour l'Etat (Hénaux *et al.* 2017).

A ces coûts s'ajoutent les dépenses par les éleveurs pour les opérations techniques et analyses pour prouver le statut indemne des bovins en vue d'un mouvement, estimés à 927 k€ HT en 2015 (sur la période septembre-décembre) et 7,7 M€ HT en 2016 ; ces montants n'incluent pas le coût

de désinsectisation (des animaux et des moyens de transport), ni celui des visites pour vaccination, également pris en charge par les éleveurs (le vaccin étant à la charge de l'Etat). De plus, une partie de ces analyses n'a pas été enregistrée dans Sigal par les laboratoires, en particulier au début de l'épizootie car les systèmes de gestion de l'information des laboratoires n'étaient pas adaptés. Malgré une plus courte durée d'exposition aux mesures de restrictions de mouvement en 2015 qu'en 2016, nos résultats ont montré que les éleveurs ont dépensé des montants équivalents pour les opérations liées aux dépistages pré-mouvement dans leur élevage (50 % des éleveurs ont payé entre 68,51 € HT et 947,48 € HT entre septembre et décembre 2015 et entre 101,84 € HT et 648,21 € HT sur l'année 2016). Compte tenu du nombre insuffisant de doses vaccinales en 2015, il est possible que les éleveurs aient eu recours aux analyses RT-PCR pour garantir le statut des animaux et ainsi, les vendre ou les exporter. En 2016, les vaccins étant de nouveau disponibles, les éleveurs pouvaient avoir recours soit à la vaccination soit aux analyses RT-PCR pour déplacer leurs animaux (sauf protocole spécifique ; par exemple, seule la RT-PCR pour l'Espagne était possible pour l'exportation de veaux de lait en Espagne). La vaccination étant à la charge exclusive des éleveurs mais non-incluse dans cette estimation, cela pourrait expliquer la similarité des dépenses des éleveurs en fin d'année 2015 comparées à leurs dépenses sur l'ensemble de l'année 2016. Il est à noter que pour 1 % des exploitants, les montants dépensés dans le cadre des mouvements de bovins étaient très élevés (entre 77 k€ HT et 192 k€ HT en 2015 et entre 99k€ HT et 767 k€ HT en 2016). Parmi ces élevages à forte dépense, il y avait des exploitations avec un atelier d'engraissement, des centres de rassemblement et des exploitations de négoce, c'est-à-dire des établissements où la revente de bovins vivants est le pilier principal de leur modèle économique. Il n'est pas à exclure que des détenteurs d'animaux aient modifiés leurs pratiques (réorientation de flux de marché) afin d'être moins soumis aux analyses ou vaccins nécessaires aux mouvements de bovins (i.e. des mouvements au sein de la ZR – en extension au cours de l'année 2016) (Villard 2019).

Plusieurs sources de coûts n'ont pas été prises en compte (ou partiellement), faute de données complètes ou disponibles ou du fait d'un manque de connaissance sur les modalités d'application selon les départements. Ainsi, le coût du matériel de prélèvement et de conditionnement, les frais de collecte des échantillons par les laboratoires ou d'envoi aux laboratoires, les frais de préparation et de conservation n'ont pas été comptabilisés dans les coûts des analyses. Par exemple, certains laboratoires ont mentionné appliquer des coûts de préparation (entre 0,69 et 1,22 € par échantillon) et/ou de conservation (entre 0,69 et 2,60 € par échantillon), mais ces coûts ne sont pas systématiques (les frais de conservation n'étaient par exemple appliqués qu'au moment de la réutilisation de l'échantillon conservé). D'une manière générale pour la partie analytique il n'a pas été possible d'évaluer le coût complet environné de sa contribution.

L'évaluation des coûts de la surveillance dans la filière bovine a porté uniquement sur les coûts des opérations techniques et n'inclut pas les coûts liés à la gestion administrative et à l'animation de ces dispositifs. Or, le fonctionnement d'un réseau de surveillance engendre de multiples sources de coûts, telles que des ressources humaines pour les services de l'État et les organismes délégataires (Groupements de défense sanitaire), des coûts de fonctionnement et des charges de structure pour ces organismes. En 2015-2016, l'animation du dispositif était assurée par la DGAL,

appuyée par les animateurs de chacun des réseaux de professionnels, intervenant dans la surveillance et la gestion de la FCO. L'estimation de ces coûts nécessiterait la mise en place en amont d'une comptabilité analytique, uniformisée entre l'ensemble des partenaires. En addition, un groupe national de la surveillance de la FCO était animé dans le cadre de la plateforme ESA. Il avait la charge de la rédaction des protocoles de surveillance et réalisait des analyses statistiques compilées en bilans très réguliers. La mise en place d'un système de comptabilité, comme c'est le cas pour la surveillance entomologique avec le Cirad, permettrait de mieux calculer les coûts de tous les dispositifs sanitaires soutenus par l'Etat. Ce changement devrait être précédé d'une importante sensibilisation des acteurs des différents services de l'Etat afin que les nouveaux outils de comptabilité soient adaptés aux différents types de dépenses et d'opérations de surveillance.

En complément, l'investissement des acteurs de terrain, et notamment des vétérinaires sanitaires et des éleveurs, est essentiel à la qualité des données ainsi qu'à leur transmission et donc à l'efficacité de ces dispositifs (Palussière, Calavas, et Bronner 2013). Dans un contexte où le coût des actes de prophylaxie est très hétérogène d'un département à l'autre, des travaux permettant de développer une méthode de construction des coûts, appuyée par une charte définissant les objectifs de la surveillance, et les rôles et responsabilités de chaque acteur, pourraient permettre d'objectiver et de clarifier la rémunération des vétérinaires. Ce travail complexe nécessiterait d'associer l'ensemble des acteurs concernés au niveau local et national pour co-construire cette méthode.

Pour les éleveurs, aux coûts des opérations de surveillance, s'ajoutent des coûts annexes liés à la mise en place des mesures de restriction et de perte de marché. En effet, ces restrictions contraignent les éleveurs à conserver les animaux dans l'exploitation. Elles entraînent potentiellement une augmentation de la mortalité, de la morbidité, des coûts de médecine vétérinaire préventive, d'alimentation et de stabulation, comme cela avait été montré pour l'épizootie de FCO de 2006-2008 (Tago *et al.* 2014). Toutefois, la fusion des zones de surveillance et de protection (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015) a permis aux éleveurs de l'ancienne ZP de s'affranchir des mesures de restriction pour leurs mouvements vers l'ensemble de la ZR, et ainsi de se soustraire dans une certaine mesure, aux risques sanitaires liés à une surpopulation animale au sein de leur élevage ; cette ouverture de la zone réglementée n'a toutefois pas permis d'absorber l'ensemble de la production destinée aux échanges/exports. Les coûts liés à la mise en place des mesures de restriction dépendent des capacités matérielles des élevages, notamment en terme d'alimentation (achetées ou produites sur place) et de bâtiments (propriétaire ou locataire, avec ou sans contraintes capacitaires), ainsi que de l'accès aux marchés et aux implications financières associées.

Dans l'optique d'échanger/exporter leurs animaux, les éleveurs étaient contraints de faire réaliser soit une vaccination préalable des bovins concernés, soit un test de détection par RT-PCR dont le résultat devait être négatif (accompagné d'une désinsectisation), soit les deux (dans le cas où la seconde injection du vaccin aurait été réalisée trop tardivement par rapport au mouvement prévu), en fonction de la destination et des différents protocoles bilatéraux. S'ajoutaient des mesures de confinement vectoriel (i.e. désinsectisation des bâtiments et isolement des bovins)

également réglementées par ces protocoles. Ces opérations étant à la charge des éleveurs, ces dépenses venaient peser sur ces acteurs primordiaux de la filière.

Au cours de l'épizootie de FCO de 2006-2008, les vaccins ont été utilisés comme moyen de lutte pour prévenir la diffusion de la FCO (avec une prise en charge des honoraires vétérinaires par l'Etat), et comme moyen de prévention en proposant aux éleveurs de vacciner leur cheptel de manière volontaire (instruction technique DGAL/SDSPA/2016-177 du 1 mars 2016¹⁷) et ce, à leur charge. Après cette épizootie, une fois la vaccination devenue facultative (i.e. en 2011), très peu d'animaux auraient bénéficié de la vaccination (Courtejoie, Salje, *et al.* 2018). Pour l'épizootie de 2015-2016, on ignore combien d'animaux ont été vaccinés, qu'ils soient destinés aux échanges et aux exportations ou non. Une étude complémentaire sur le recours et les conditions d'usage de la vaccination par les éleveurs, basée sur les données de vente de vaccin aux vétérinaires et autres circuits de distribution des dits vaccins, permettrait d'évaluer les coûts associés à la vaccination au cours de l'épizootie actuelle.

De même, il serait intéressant d'estimer l'efficacité des ZSI en comparant, d'une part, les coûts associés à la mise en place et au maintien des ZSI, ceux associés aux analyses nécessaires aux mouvements depuis ces ZSI (instruction technique DGAL/SDSPA/2015-869 du 16 octobre 2015) et, d'autre part, les montants des analyses ou vaccins qu'il aurait fallu mettre en œuvre pour permettre les mouvements de bovins si le département était considéré comme une ZR. Il faudrait estimer en parallèle si la mise en place des ZSI a permis de restaurer des volumes d'échanges comparables à ceux attendus en ZI, ou si les analyses nécessaires dans le cas de mouvements depuis les ZSI étaient toujours trop contraignantes pour les éleveurs. Il est à noter qu'étant donné que ces mesures dérogatoires n'avaient jamais été implémentées, les opérateurs n'ont pas pu anticiper les sorties de bovins dans ce cadre. Une telle étude devrait également prendre en compte les périodes de mise en place potentielle des ZSI, ainsi que le temps nécessaire à leur implémentation sur les territoires concernés.

Enfin, la réémergence a été détectée grâce au dispositif de surveillance événementielle. L'efficacité de la surveillance programmée était limitée car le virus circulait chez moins de 5 % des animaux dans les zones les plus touchées (Courtejoie, Salje, *et al.* 2018) alors que celle-ci était prévue pour détecter une prévalence supérieure ou égale à 20 % (CE/1266/2007, Directive 2007/75). Des tests sérologiques positifs avaient été obtenus auparavant mais ils n'avaient jamais été investigués plus en détail du fait de doutes sur la spécificité de la technique (Anses 2015). Par ailleurs, une étude récente a mis en évidence des résultats sérologiques positifs sur des échantillons récoltés au cours des hivers 2014-2015 et 2015-2016 dans le cadre de la surveillance contre la brucellose bovine et la rhinotrachéite infectieuse bovine (Courtejoie, Durand, *et al.* 2018). Cependant, bien que le niveau de circulation du virus était encore faible au moment de sa détection,

17 Instruction technique DGAL/SDSPA/2016-177 du 1 mars 2016 relative à l'organisation de la vaccination contre la fièvre catarrhale ovine (FCO) de sérotype 8 en France continentale en mars et avril 2016.

sa présence était étendue à plusieurs régions et le nombre de vaccins disponibles aurait été très largement insuffisant pour envisager une éradication rapide dans ces conditions.

Rétrospectivement et au regard du caractère désormais enzootique du FCO-8, ces résultats remettent en cause la pertinence de la surveillance mise en place en amont de la détection du virus en septembre 2015. L'utilisation d'un modèle de diffusion de la FCO (Courtejoie *et al.* 2019; Turner, Bowers, et Baylis 2012) permettrait, par simulation, d'estimer tant l'efficacité que le coût de la mise en place et du maintien d'une surveillance programmée permettant la détection d'une prévalence plus faible. Il serait alors intéressant de vérifier si une détection plus précoce de cette diffusion à bas bruit aurait pu permettre la circonscription du virus à une zone restreinte voir à éradiquer l'infection (dans le cadre du BTV 8 ou d'un sérotype exotique), par la mise en place de mesures de lutte (notamment via la vaccination, à condition de disposer rapidement d'une banque de vaccins suffisante pour procéder à l'éradication précoce du virus).

Impact de l'évolution des modalités de surveillance depuis 2018 sur les coûts

Comme suite à l'introduction du FCO-4 en novembre 2017 en Haute-Savoie, les sérotypes 4 et 8 de la FCO sont considérés comme enzootiques en France continentale depuis début 2018 (arrêté AGRG1736387A du 28 décembre 2017¹⁸). Dès lors, les réglementations qui régissaient la surveillance et la lutte contre la FCO-8 ont évolué (instruction technique DGAL/SDSPA/2018-744 du 3 octobre 2018¹⁹).

La surveillance évènementielle est toujours en place de manière continue sur l'ensemble du territoire afin de détecter l'intrusion d'un sérotype exotique ou la circulation des sérotypes 4 et 8 dans les zones sans foyer déclaré au cours de l'année et de connaître l'intensité de la circulation et de l'impact sanitaire des sérotypes 4 et 8 en ZR en France continentale. Pour cela, l'Etat prend en charge les opérations techniques et analyses (détection par RT-PCR de typage des sérotypes 4 et 8 si la RT-PCR de première intention s'est révélée positive).

La vaccination et le dépistage pré-mouvement sont également maintenus pour les échanges vers les pays européens, pour les exportations vers l'étranger (soumis à un protocole spécifique ou non) et pour les mouvements depuis une ZR vers une ZI d'un sérotype particulier (i.e. la Corse qui est indemne de sérotype 8 - instruction technique DGAL/SDSPA/2018-156 du 28 février 2018²⁰). Les détenteurs prennent en charge les opérations et les analyses de première intention et l'Etat

18 Arrêté AGRG1736387A du 28 décembre 2017 modifiant l'arrêté du 22 juillet 2011 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la lutte contre la fièvre catarrhale du mouton sur le territoire métropolitain.

19 Instruction technique DGAL/SDSPA/2018-744 du 3 octobre 2018 relative aux mesures de surveillance et de police sanitaire vis à vis de la fièvre catarrhale ovine (FCO) en France métropolitaine.

20 Instruction technique DGAL/SDSPA/2018-156 du 28 février 2018 relative aux conditions applicables aux mouvements des ruminants.

s'acquitte des analyses complémentaires de typage des sérotypes 4 et 8 si la RT-PCR initiale s'est révélée positive (voire recherche un autre sérotype si les deux premiers se révèlent négatifs). L'impact financier pour les éleveurs ne devrait donc pas changer, à moins qu'ils n'aient modifié leurs pratiques d'élevage et de vente depuis 2016 ou que la maladie diffuse de manière plus importante au sein des élevages entraînant une augmentation du nombre de tests pré-mouvements. Comme l'ensemble du territoire continental est une ZR vis-à-vis des sérotypes 4 et 8, plus aucune restriction n'est appliquée aux élevages (sauf les élevages avec au moins un cas confirmé) pour les mouvements de bovins (vers l'abattoir ou un autre élevage) en France continentale. Au contraire, tous les établissements doivent désormais se plier aux mesures (i.e. vaccination, RT-PCR, désinsectisation), pour échanger/exporter leurs animaux, engendrant des dépenses supplémentaires.

L'objectif de la surveillance programmée a été très largement revu à la baisse. Il s'agit depuis 2018 de démontrer l'absence de circulation d'un sérotype autre que les sérotypes 4 et 8 en France continentale (conformément aux obligations de l'annexe I du règlement CE/1266/2007 pour une prévalence seuil de 20 % par unité géographique de 45x45 km). Pour cela, l'Etat prend en charge quinze prélèvements sur tube sec pour Elisa dans trois exploitations par département en début de période d'inactivité vectorielle (instruction technique DGAL/SDSPA/2018-744 du 3 octobre 2018). L'envergure de la surveillance programmée diminuant (plus de 150 000 analyses réalisées pour l'année 2016 contre 3 975 programmées pour la saison 2018-2019), les coûts à la charge de l'Etat devraient en faire de même. En effet, en utilisant les tarifs des visites et prélèvements de 2016 (qui n'ont pas changé depuis), ainsi que les tarifs des analyses Elisa de 2016, le coût annuel de la surveillance programmée pour 2018 peut être estimé à environ 72 k€ HT, sans compter les éventuelles analyses RT-PCR pour le typage moléculaire.

La surveillance entomologique hivernale n'a, quant à elle, pas repris sur le continent à l'automne 2018, ni depuis. Seule une surveillance estivale très allégée est maintenue en Corse puisque cette région est en première ligne du risque d'introduction de nouveaux sérotypes de la FCO circulant en Afrique du Nord et dans le Sud du bassin méditerranéen.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Philippe Nicollet (Adilva), Eric Guillemot (Adilva) et Lisa Cavalerie (DGAI) pour leurs suggestions afin d'améliorer le questionnaire sur les coûts des analyses de laboratoire et Lidia Zerrouki (Adilva) pour la diffusion du questionnaire au sein du réseau de l'Adilva. Pour leur implication dans l'entomosurveillance, nous remercions aussi Lisa Cavalerie (DGAI), Marie Grandcollot-Chabot (DGAI), Anne Bronner (DGAI) et Alexandre Fediaevsky (DGAI). Nous remercions enfin la DGAI et Corinne Sailleau, Emmanuel Bréard et Cyril Viarouge du LNR Anses pour avoir fourni les données nécessaires à la réalisation de ce travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anses. 2015. « Saisine n°2015-SA-0226. Avis relatif à l'évaluation du risque lié à la réapparition du sérotype 8 de la FCO en France continentale ».
- Balenghien, J. C. Delécolle, M. L. Setier-Rio, D. Delécolle, X. Allène, I. Rakotoarivony, B. Scheid, *et al.* 2013. « L'activité des populations de Culicoides en 2012 et bilan des quatre années du dispositif de surveillance ». *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation* 59: 39-40.
- Bournez, L., A. Fediaevsky, L. Cavalerie, S. Rautureau, C. Sailleau, E. Bréard, et S. Zientara. 2015. « Bilan de situation FCO (point n°8) – 12 novembre 2015 ». 2015. <https://www.plateforme-esa.fr/article/bilan-de-situation-fco-point-ndeg8-12-novembre-2015>.
- Bournez, L., C. Sailleau, E. Bréard, R. Servan de Almeida, G. Zanella, P. Hendrikx, D. Calavas, *et al.* 2018. « Fièvre catarrhale ovine en 2015 en France métropolitaine : ré-émergence du sérotype 8 en France continentale ». *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation* 83.
- Bournez, L., C. Sailleau, E. Bréard, S. Zientara, G. Zanella, A. Troyano-Groux, P. Hendrikx, A. Fediaevsky, et L. Cavalerie. 2016. « Ré-émergence de la fièvre catarrhale ovine BTV-8 en France : bilan de la situation épidémiologique entre septembre et décembre 2015 ». *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation* 74: 2.
- Courtejoie, N., S. Cauchemez, G. Zanella, et B. Durand. 2019. « A Network-Based Approach to Modelling Bluetongue Spread in France ». *Preventive Veterinary Medicine* 170 (octobre): 104744. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104744>.
- Courtejoie, N., B. Durand, E. Breard, C. Sailleau, D. Vitour, S. Zientara, A. Gorlier, *et al.* 2018. « Serological Status for BTV-8 in French Cattle Prior to the 2015 Re-Emergence ». *Transboundary and Emerging Diseases* 65 (1): e173-82. <https://doi.org/10.1111/tbed.12718>.
- Courtejoie, N., H. Salje, B. Durand, G. Zanella, et S. Cauchemez. 2018. « Using serological studies to reconstruct the history of bluetongue epidemic in French cattle under successive vaccination campaigns ». *Epidemics* 25 (décembre): 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2018.05.005>.
- Dal Pozzo, F., C. Saegerman, et E. Thiry. 2009. « Bovine infection with bluetongue virus with special emphasis on European serotype 8 ». *Veterinary journal* 182 (2): 142-51. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.05.004>.
- Garros, C, M Duhayon, T Lefrançois, A Fediaevsky, et T Balenghien. 2017. « La surveillance entomologique des populations de Culicoides en France pendant la période supposée d'inactivité vectorielle 2015-2016 ». *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation* Numéro spécial maladies animales réglementées Bilan 2015.

- Gibon, Christophe, et Lionel. Parle. 2016. « Modalités de fixation des tarifs des prophylaxies animales ». *CGAAER* 15046.
<https://agriculture.gouv.fr/telecharger/79667?token=c8fdefa12fd94f139da347f1bf4e262b>.
- Gibon, Christophe, et Lionel. Parle. 2018. « Suivi des recommandations émises dans le rapport de mission CGAAER N°15046 sur la fixation des tarifs des prophylaxies animales. » *CGAAER* 18030.
<https://agriculture.gouv.fr/telecharger/91267?token=716a6bc695526e248e7ab3b3d6532ec1>.
- Hénaux, David Ngwa-Mbot, Sophie Memeteau, Anne Bronner, et Didier Calavas. 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 ». *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation* 79: 2-11.
- Nusinovici, S., H. Seegers, A. Joly, F. Beaudeau, et C. Fourichon. 2011. « A side effect of decreased fertility associated with vaccination against bluetongue virus serotype 8 in Holstein dairy cows ». *Preventive Veterinary Medicine* 101 (1-2): 42-50.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.05.011>.
- Nusinovici, S., H. Seegers, A. Joly, F. Beaudeau, et C. Fourichon. 2012a. « Quantification and at-risk period of decreased fertility associated with exposure to bluetongue virus serotype 8 in naive dairy herds ». *Journal of Dairy Science* 95 (6): 3008-20.
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-4799>.
- Nusinovici, S., H. Seegers, A. Joly, F. Beaudeau, et C. Fourichon. 2012b. « Increase in the Occurrence of Abortions Associated with Exposure to the Bluetongue Virus Serotype 8 in Naive Dairy Herds ». *Theriogenology* 78 (5): 1140-51.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.05.010>.
- Nusinovici, S., C. Souty, H. Seegers, F. Beaudeau, et C. Fourichon. 2013. « Decrease in milk yield associated with exposure to bluetongue virus serotype 8 in cattle herds ». *Journal of Dairy Science* 96 (2): 877-88. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5800>.
- Palussière, M., D. Calavas, et A. Bronner. 2013. « Evaluation de la qualité des données collectées dans le cadre du dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovin en France ». *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation* 58: 17-20.
- Perrin, J. B., S. Desvaux, C. Sailleau, E. Bréard, C. Viarouge, L. Bournez, et S. Zientara. 2015. « Fièvre catarrhale ovine en 2014 : maintien du statut indemne en France continentale , maîtrise de l'épizootie de sérotype 1 en Corse ». *Bulletin Epidémiologique Santé animale - Alimentation* 71: 41-44.
- Perrin, J. B., C. Ducrot, J. L. Vinard, E. Morignat, A. Gauffier, D. Calavas, et P. Hendrikx. 2010. « Using the National Cattle Register to Estimate the Excess Mortality during an Epidemic: Application to an Outbreak of Bluetongue Serotype 8 ». *Epidemics* 2 (4): 207-14.
<https://doi.org/10.1016/j.epidem.2010.10.002>.

- Prentice, Jamie C., Glenn Marion, Michael R. Hutchings, Tom N. McNeilly, et Louise Matthews. 2017. « Complex Responses to Movement-Based Disease Control: When Livestock Trading Helps ». *Journal of the Royal Society, Interface* 14: 20160531. <https://doi.org/10.1098/rsif.2016.0531>.
- Sailleau, C., E. Bréard, C. Viarouge, D. Vitour, A. Romey, A. Garnier, A. Fablet, *et al.* 2015. « Re-emergence of bluetongue virus serotype 8 in France, 2015 ». *Transboundary and Emerging Diseases* 64: 998–1000. <https://doi.org/10.1111/tbed.12453>.
- Tago, D., J. K. Hammitt, A. Thomas, et D. Raboisson. 2014. « Cost assessment of the movement restriction policy in France during the 2006 bluetongue virus episode (BTV-8) ». *Preventive Veterinary Medicine* 117 (décembre): 577–89. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.10.010>.
- Turner, J., R. G. Bowers, et M. Baylis. 2012. « Modelling bluetongue virus transmission between farms using animal and vector movements ». *Scientific Reports* 2: 319. <https://doi.org/10.1038/srep00319>.
- Villard, Pierre, Facundo Muñoz, Thomas Balenghien, Thierry Baldet, Renaud Lancelot, et Viviane Hénau. 2019. « Modeling Culicoides abundance in mainland France: implications for surveillance ». *Parasites & Vectors* 12 (1): 391. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3642-1>.