



# Bulletin épidémiologique

## Santé animale - alimentation

Juin 2015 trimestriel/numéro 69

### Page 2

Diagnostiquer un problème de santé dans la faune sauvage : exemple de la maladie de l'œdème chez le sanglier sauvage (*Sus scrofa*) en Ardèche

### Page 8

Investigations de cas humains groupés de fièvre Q dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

### Page 11

Comment améliorer la précocité de l'alerte en conchyliculture ? Exemple des mortalités de moules en 2014 dans les Pertuis Charentais

### Page 15

Étude de la contamination par *Toxoplasma gondii* des viandes ovines, bovines et porcines – résultats des plans de surveillance pour les années 2007, 2009 et 2013

### Page 20

Fièvre catarrhale ovine en Europe en 2014 : épizootie dans les Balkans, progression de la circulation en Italie et en Espagne

### Page 25 - Brève

La maladie de Schmallenberg : analyse des suspicions cliniques réalisées par les vétérinaires praticiens français en 2012

### Page 27 - Brève

Échinococcose kystique en Corse : identification d'*Echinococcus canadensis* chez le chien

### Page 28

Évaluation du coût global du dispositif de surveillance de la brucellose bovine en France en 2013

## ÉDITORIAL

Les investigations épidémiologiques sont quelquefois présentées comme le « service après-vente » de la surveillance épidémiologique ; en tout cas elles en sont souvent le prolongement naturel, quand il s'agit de comprendre le phénomène observé et ainsi de pouvoir prendre des mesures de prévention et de lutte adaptées. La méthodologie de ces interventions est relativement bien établie pour les épisodes pathologiques touchant l'Homme, impliquant quand il s'agit de zoonoses, une étroite collaboration entre la santé publique humaine et la santé publique vétérinaire, comme le démontre l'exemple sur les cas humains groupés de fièvre Q, récemment dans la Drôme. Cette méthodologie est beaucoup plus exploratoire quand il s'agit d'investiguer un phénomène pathologique dans la faune sauvage, avec un nombre important de difficultés très spécifiques. L'investigation d'un épisode de mortalité groupée de sangliers en Ardèche illustre ces difficultés, l'opiniâtreté des investigateurs et la multiplicité des collaborations ayant permis *in fine* d'identifier pour la première fois la *maladie de l'œdème* du porc d'élevage dans une population de sangliers sauvages.

Si la France continentale est aujourd'hui officiellement indemne de fièvre catarrhale ovine (FCO), une note de synthèse de la veille sanitaire internationale menée dans le cadre de la Plateforme ESA fait le point sur la situation épidémiologique de la FCO en Europe. La maladie, avec plusieurs sérotypes 1 et 4, a connu une expansion majeure en Europe en 2014, particulièrement dans la région des Balkans, mais aussi de manière significative en Italie et en Espagne. Et l'expansion ne s'est pas arrêtée durant l'hiver dernier, avec des foyers régulièrement détectés le long de la côte croate. Il faudra suivre ces épizooties avec une attention toute particulière pendant l'été et l'automne 2015.

Enfin le dernier article n'est pas à proprement parler un article d'épidémiologie. Le coût de la surveillance de la brucellose bovine a été approché au mieux à partir des données disponibles. Ces éléments de coût d'un système de surveillance sont trop rarement disponibles, alors qu'ils constituent un des préalables à toute réflexion, à l'évolution de dispositifs de surveillance, qui doit prendre en compte l'efficacité actuelle et l'efficacité escomptée suite à l'évolution envisagée.

Le comité de rédaction

Le *Bulletin épidémiologique* est une publication conjointe de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail et de la Direction générale de l'alimentation du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.



# Diagnostiquer un problème de santé dans la faune sauvage : exemple de la **maladie de l'œdème chez le sanglier sauvage** (*Sus scrofa*) en Ardèche

Anouk Decors (anouk.decors@oncsf.gouv.fr) (1), Céline Richomme (2), Hervé Morvan (3), Catherine Botteron (4), Alexandra Nicolier (5), Françoise Rambaud (6), Philippe Berny (7), Gilbert Gault (7), Patrick Belli (7), Marie-Frédérique Le Potier (8), Patrick Fach (9), Sabine Delannoy (9), Eric Baubet (10), Fabrice Etienne (11), Karin Lemberger (5)

(1) Office national de la chasse et de la faune sauvage, Auffargis, France

(2) Anses, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy, Unité surveillance et éco-épidémiologie des animaux sauvages, Malzéville, France

(3) Laboratoire public conseil expertise et analyses (Labocea), Ploufragan, France

(4) Cruseilles, France

(5) Vet Diagnostics, Lyon, France

(6) Laboratoire départemental d'analyse du Vaucluse, Avignon, France

(7) VetAgro Sup, Marcy-l'Etoile, France

(8) Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Unité virologie immunologie porcines, Ploufragan, France

(9) Anses, Laboratoire de sécurité des aliments, Plateforme Identypath, Maisons-Alfort, France

(10) Office national de la chasse et de la faune sauvage, Birieux, France

(11) Fédération départementale des chasseurs de l'Ardèche, Saint-Etienne-de-Boulogne, France

## Résumé

En juillet 2013, le réseau de surveillance de la faune sauvage SAGIR enregistrait une mortalité anormale de sangliers sauvages (*Sus scrofa*) en Ardèche (dix sangliers sur une même commune en 15 jours) présentant des troubles nerveux marqués. Un diagnostic d'exclusion a rapidement été mis en place pour écarter les dangers sanitaires de catégorie I, compatibles avec la description épidémiologique et clinique. Le diagnostic a finalement été établi en croisant différentes investigations : examen nécropsique (n=41), examens histologiques complets (n=8), examens virologiques et sérologiques (n=7), examens toxicologiques (n=14), examens microbiologiques, notamment sur le tractus digestif (n=9) et les nœuds lymphatiques mésentériques (n=4). Le diagnostic étiologique a été obtenu par isolement de culture pure d'*Escherichia coli* du sérotype O139K82, présentant des marqueurs de virulence caractéristiques des souches impliquées dans la maladie de l'œdème chez les suidés domestiques. À notre connaissance, il s'agit de la première détection de maladie de l'œdème chez le sanglier sauvage. Cet exemple illustre bien les difficultés propres aux investigations dans la faune sauvage en liberté. Les principales maladies réglementées présentant un risque pour l'élevage ayant été rapidement écartées, le choix de la méthode de gestion s'est principalement articulé entre la gestion d'une maladie « inconnue » et le risque de transmission à l'Homme.

## Mots-clés

*Sus scrofa*, maladie de l'œdème, Sagir

## Abstract

**Diagnosing a health problem in wildlife: example of edema disease in wild boar (*Sus scrofa*) in Ardèche, France**

In July 2013, the SAGIR wildlife event-based surveillance network reported abnormal mortality rates in wild boars (*Sus scrofa*) in Ardèche, with clear neurological manifestations. Within a two-week period, ten boars were affected in a single municipality. A diagnosis of exclusion was rapidly conducted to exclude category 1 health hazards compatible with the epidemiological and clinical description. The diagnosis was finally established by combining different types of examinations: post-mortem (n=41), full histology (n=8), virology and serology (n=7), toxicology (n=14), microbiology, on the digestive tract in particular (n=9) and the mesenteric lymph nodes (n=4). An etiologic diagnosis was obtained through isolating a pure *Escherichia coli* culture of serotype O139K82, with virulence markers characteristic of the strains involved in edema disease in domestic suidae. To our knowledge, this is the first detection of edema disease in wild boars. This example illustrates well the difficulties when investigating free-ranging wildlife. Since the main regulated diseases posing a risk for domestic animals were rapidly excluded, the choice of a management method mainly involved how to manage an "unknown" disease and the risk of transmission to humans.

## Keywords

*Sus scrofa*, Edema disease, SAGIR

Mi-juillet 2013, le réseau Sagir a enregistré une alerte en Ardèche, suite à l'observation en quinze jours de douze sangliers morts ou malades, dont dix sur la commune de Vals-les-Bains. Quatre sangliers présentaient des troubles nerveux marqués avec tremblements et convulsions. Le nombre de cas déclarés a rapidement été considéré comme anormal en comparaison du nombre de cas observés les années précédentes dans ce département (en moyenne sept sangliers déclarés annuellement au réseau Sagir sur l'ensemble du département entre 2002 et 2012; minimum: 2; maximum: 18). Une vigilance accrue pour cette espèce se justifie pleinement dans ce contexte, le sanglier sauvage (*Sus scrofa scrofa*) étant potentiellement porteur de maladies infectieuses ou parasitaires d'importance majeure au plan économique ou de la santé publique (quelques exemples récents en France: peste porcine classique, maladie d'Aujeszky, brucellose à *Brucella suis* biovar 2, tuberculose à *Mycobacterium bovis* et autres zoonoses telles que streptococcose à *Streptococcus suis*, etc.). Par ailleurs, les risques

de contact entre les sangliers sauvages et les porcs domestiques – qui appartiennent également à l'espèce *Sus scrofa* et avec lesquels le risque d'inter-transmission d'agents pathogènes est donc élevé – se sont accrues en Europe et en France du fait de la forte et croissante augmentation des effectifs de sangliers depuis plus de vingt ans (Massei *et al.* 2015) et le développement de l'élevage de porcs en plein air depuis les années 1990 (Hars et Rossi 2010). Face à un agrégat de cas concernant des jeunes sangliers présentant des troubles nerveux, compatibles avec des maladies enregistrées comme danger sanitaire de première catégorie en France (peste porcine, maladie d'Aujeszky, arrêté du 29 juillet 2013- JORF n°0187 du 13 août 2013, texte n°112) et étant donné que le sanglier est une espèce chassable destinée à la consommation, une surveillance événementielle renforcée a été mise en place en urgence afin de confirmer et caractériser l'émergence d'un problème de santé et d'établir rapidement un diagnostic.

## Investigations diagnostiques et épidémiologiques

La surveillance événementielle s'est appuyée sur le réseau Sagir, à l'origine de l'alerte. Il s'agit d'un réseau de surveillance événementielle généraliste, national, dont les pressions d'observation et de collecte peuvent être modulées en fonction des besoins. Le réseau Sagir repose sur la collaboration entre l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) et les fédérations de chasseurs (nationale – FNC – et départementales – FDC). Pour le diagnostic, il s'appuie sur des partenaires de proximité, les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires, ainsi que sur des laboratoires spécialisés et de référence (Lamarque *et al.* 2000). Douze cadavres ayant été signalés au réseau dans les quinze premiers jours de juillet, la surveillance a été renforcée dès mi-juillet. Les techniciens de la FDC de l'Ardèche et les inspecteurs de l'environnement du service départemental de l'ONCFS, formés au recueil des commémoratifs et à la lecture des indices de terrain se sont massivement et rapidement mobilisés. Tous les signalements ont été enregistrés selon un questionnaire standardisé. Les interlocuteurs techniques départementaux du réseau se sont rendus sur le site de chaque signalement pour vérifier les informations, effectuer les constatations (enregistrement de la commune, du lieu dit et de la date de découverte, typologie de l'habitat, datation approximative de la mort, estimation de la masse corporelle et de l'état corporel, animal vivant ou mort, relevé d'indices autour du cadavre et/ou description des signes cliniques) et prendre une photographie de l'animal mort et des traces entourant le cadavre ou une vidéo si l'animal était vivant. Les signes cliniques observés étaient ensuite caractérisés par les vétérinaires du réseau. L'étude de ces signes a permis d'identifier l'émergence d'un problème de santé commun. Ce travail de terrain a également permis de suivre la dynamique spatio-temporelle de ce phénomène de santé, et en particulier de suivre le front d'avancement et de faire des hypothèses sur le type d'agent pathogène. Une cellule de crise, animée par la direction départementale de la cohésion sociale et la protection des populations (DDCSPP) de l'Ardèche a été constituée rassemblant la direction départementale des territoires (DDT), la FDC, le service départemental de l'ONCFS, la chambre d'agriculture, un représentant de l'association des maires et la gendarmerie. Cette cellule avait pour objet d'organiser la communication et de gérer les aspects relatifs à la santé publique et animale. Parallèlement à la surveillance par le réseau Sagir, la DDCSPP a activé un réseau de vétérinaires sentinelles afin de recenser d'éventuels cas dans le cheptel porcin ou canin (l'expérience française montre que les chiens sont des sentinelles intéressantes pour détecter la circulation de la maladie d'Aujeszky ou l'émergence de neurotoxines produites par des cyanobactéries). Plusieurs étapes se sont succédé pour le diagnostic. Un examen nécropsique systématique et harmonisé a été réalisé sur les cadavres de moins de 48 heures au laboratoire départemental d'analyses du Vaucluse, avec notamment l'examen systématique du contenu stomacal (description macroscopique du contenu). En première intention, un diagnostic d'exclusion a été mis en place sur la base des premières constatations épidémiologiques, cliniques, anatomo-pathologiques et bactériologiques. Les causes les plus évidentes d'après l'expérience du réseau (vingt-sept ans d'expérience à l'échelle nationale) et le contexte local ont d'abord été recherchées. Il s'agissait des toxiques convulsivants; des analyses toxicologiques ciblées ont donc été mises en place (analyses réalisées par le laboratoire Biolytics): recherche d'inhibiteurs des cholinestérases (insecticides organophosphorés et carbamates) par GC-MS<sup>(1)</sup> sur le contenu gastrique (n=5), insecticides organochlorés par GC-ECD<sup>(2)</sup> sur échantillon hépatique (n=4), strychnine (n=3). Parallèlement, les principales maladies à enjeu sanitaire compatibles avec le signalement ont été recherchées. Le dépistage s'est appuyé sur la recherche de génome viral ou d'anticorps en ce qui concerne les maladies à syndrome hémorragique, telles que la peste porcine

classique (RT-PCR, n=4)) ou la peste porcine africaine (PCR, n=4) et les maladies à dominante nerveuse telles que la maladie d'Aujeszky (PCR n=7, ELISA n=5) (analyses effectuées au laboratoire national de référence de l'Anses Ploufragan) ou en ce qui concerne les maladies entériques chez les suidés telles que la maladie de Teschen (PCR, n=3) (analyses effectuées par Laboceva, Ploufragan). Ces analyses n'ont pas permis de mettre en évidence la ou les causes de la mortalité.

Un diagnostic exploratoire d'orientation a ensuite été mis en place afin de resserrer efficacement les hypothèses diagnostiques via un examen histologique complet réalisé sur huit sangliers. Afin de progresser dans la caractérisation du tableau lésionnel – qui s'est révélé fruste macroscopiquement – un processus d'inter-comparaison a parallèlement été mis en place avec l'examen nécropsique de deux sangliers par Vet Diagnostics (spécialiste de l'anatomo-pathologie de la faune sauvage) au sein du service d'autopsie de VetAgro-Sup. Les échanges sur les résultats d'autopsie ont permis d'affiner la description des tableaux lésionnels. Les examens histologiques des premiers cas soumis ont révélé des lésions non spécifiques et une absence d'inflammation ou de dégénérescence significative, en particulier au niveau du cerveau, permettant d'exclure les maladies neurotropes classiques telles que les pestes porcines et autres maladies virales, les bactéries pyogènes responsables de méningites et d'autres désordres tels que l'intoxication au sel. Les lésions les plus récurrentes et significatives étaient un œdème péri-vasculaire marqué, une vacuolisation péri-neuronale occasionnelle et de rares évidences de dégénérescence et d'œdème endothélial. En complément, les cultures bactériologiques réalisées à partir d'échantillons de cœur, foie, rein, poumon (n=7) et cerveau (n=2) en conditions aérobie et anaérobie sont restées stériles ou ont révélé des germes non significatifs. Cette démarche diagnostique a permis d'exclure toute cause inflammatoire et a permis d'orienter vers un processus toxique ou toxinique.

Des analyses toxicologiques exploratoires y compris ciblant des végétaux toxiques ont donc été mises en place: éthylène glycol par GC-MS sur le contenu gastrique (n=3), anticoagulants rodenticides par HPLC-UV<sup>(3)</sup>/Fluorescence sur échantillons hépatiques (n=7), insecticides néonicotinoïques par HPLC-UV sur contenu gastrique et échantillons hépatiques (n=3), dépistage de toxiques GC-MS sur le contenu gastrique (n=3) et dépistage de toxiques HGC-MS<sup>(4)</sup> sur le foie (n=1) (identification par le laboratoire Analytika de plusieurs centaines de substances chimiques, en particulier des solvants, plastifiants, composés et résidus industriels), identification de plantes par micrographie à partir du contenu gastrique (n=3). Des relevés de terrain ont également été effectués afin d'orienter les analyses toxicologiques végétales: relevés botaniques par les inspecteurs de l'environnement de l'ONCFS et les techniciens de la FDC dans trois sites représentatifs de la mortalité en orientant la recherche particulièrement sur les plantes toxiques, cartographie grossière des sites de culture du sorgho, surveillance ponctuelle des blooms de cyanobactéries. Les plantes toxiques suspectées d'après les observations cliniques et les relevés botaniques effectués au moment de l'épizootie incluaient *Laburnum anagyroides* (cytisine), *Pteridium aquilinum* (thiaminases pour les monogastriques et ptaquiloside pour prouver l'exposition), *Coriaria myrtifolia* (coriamyrtine), plantes à glycosides cyanogéniques telles que *Prunus avium* (prunasine et amygdaloside), *Sorghum halepense* (dhurrine). La recherche de *Cicuta virosa* et *Oenanthe crocata* était moins pertinente car ces plantes étaient peu représentées dans la zone d'observation de la maladie. Le contenu gastrique d'un individu a également été soumis au laboratoire Lat Lumtox pour investigations toxicologiques médico-légales par HPLC-MS-MS<sup>(5)</sup> dirigées sur l'analyse des résidus de pesticides (300 substances) et l'identification de toxines d'origine végétale. L'ensemble de ces analyses toxicologiques n'ont pas permis de mettre en évidence de résidus significatifs.

(3) HPLC-UV: Chromatographie liquide haute performance couplée à la détection UV.

(4) HGC-MS: Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse - espace de tête.

(5) HPLC-MS-MS: Chromatographie en phase liquide à haute performance avec spectrométrie de masse en tandem.

(1) GC-MS: Chromatographie en phase gazeuse – spectrométrie de masse.

(2) GC-ECD: Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à capteur d'électrons.

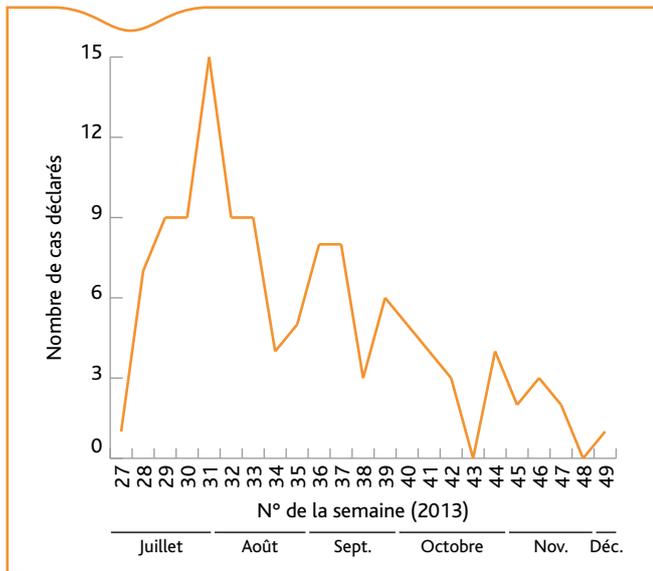


Figure 1. Nombre de sangliers suspects ou confirmés de maladie de l'œdème découverts par semaine en Ardèche

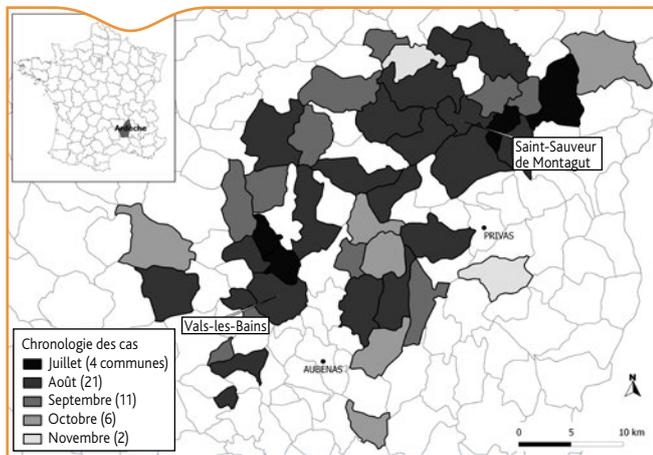


Figure 2. Séquence spatio-temporelle de découverte des cas suspects ou confirmés de maladie de l'œdème en Ardèche

Parallèlement l'analyse de la courbe épidémique (Figure 1) orientait vers une source commune persistante. Toutefois, cette courbe épidémique doit être lue avec précaution, car elle résulte à la fois de la dynamique de la maladie et de la dynamique de découverte des cadavres. Afin de diminuer les biais liés à la découverte, une datation approximative de la mort a été réalisée sur le terrain, l'échelle de lecture temporelle choisie étant la semaine pour lisser les approximations de datation. L'étude de la distribution spatiale (Figure 2) a permis d'identifier deux foyers distincts (épicoles Vals-les-Bains,  $n=28$ , et Saint-Sauveur-de-Montagut,  $n=8$ ) sans observation d'un front d'avancement de la maladie. L'exclusion d'une étiologie toxique et l'hypothèse d'une source environnementale persistante a permis de focaliser les analyses sur les toxines rapportées chez les suidés et en particulier celles produites par des germes résistants type *Escherichia coli* (*E. coli*). L'hypothèse principale et cohérente d'un point de vue épidémiologique, clinique et lésionnelle était alors la maladie de l'œdème, non décrite encore chez les suidés sauvages.

La dernière étape diagnostique a donc été la mise en place d'un diagnostic de certitude sur les individus de moins de 24 heures encore disponibles ( $n=2$ ). Pour ces deux individus, une analyse bactériologique digestive couplée à une histologie des nœuds lymphatiques mésentériques, à l'instar de ce qui se pratique pour le diagnostic en élevage, a pu être réalisée permettant d'aboutir à un diagnostic positif. Les cultures réalisées à partir du contenu digestif ( $n=9$ ) et des nœuds lymphatiques mésentériques ( $n=4$ ) ont révélé une culture pure d'*E. coli* sérotype O139K82 (environ cinquante colonies bactériennes par échantillon observées par examen direct).

Une étude de l'homologie de ces souches à travers les profils de virulence a également été mise en place, afin de comprendre l'origine de la bactérie, la dynamique de l'infection et vérifier l'absence de marqueurs de virulence associés à des maladies humaines.

Les neuf sangliers pour lesquels le diagnostic bactériologique a été mis en place ont montré un sérotype commun, O139K82. Vingt-cinq isolats provenant de huit sangliers ont été envoyés au Laboratoire de sécurité des aliments de l'Anses à Maisons-Alfort pour identifier les facteurs de virulence associés à l'*E. coli* O139K82. Quarante-six marqueurs de virulence ont été testés pour chaque souche. Un total de 1656 déterminations a été réalisé par qPCR haut-débit. Tous les isolats d'un même animal présentaient le même profil. Les isolats de quatre animaux présentaient des marqueurs de virulence caractéristiques des souches habituellement isolées chez les suidés domestiques dans la maladie de l'œdème, mais des profils différents des souches isolées à partir des élevages en France (Labocea, 2013, communication personnelle). Parmi les gènes dépistés, Stx2e (17/25 isolats positifs), STa (17/25 isolats positifs), orfA et orfB (19/25 isolats positifs) et paa (18/25 isolats positifs) sont particulièrement associés aux souches domestiques. Les marqueurs génétiques d'*E. coli* entéro-hémorragiques (eae, ehx, etc.) associés à des colites hémorragiques ou des syndromes urémiques hémolytiques sont ressortis négatifs.

Les cas ont ensuite été classés rétrospectivement, les cas suspects étant retenus sur la base de critères épidémiologiques (deux individus morts en trois semaines sur la même commune), cliniques (évidence de convulsions/tremblement ou ataxie), nécropsiques (œdème/épanchement et/ou nécrose ganglionnaire et/ou vacuolisation neuronale et/ou colite hémorragique) et bactériologiques. La suspicion était qualifiée de forte lorsque la bactériologie mettait en évidence une culture pure d'*E. coli* sérotype O139K82, corrélée à des signes cliniques et/ou un tableau lésionnel macroscopique compatibles ( $n=7$ ). Le diagnostic de certitude ou de quasi-certitude a été posé sur 9 % des sangliers classés suspects.

Des investigations épidémiologiques succinctes ont également été menées au moment de l'épizootie pour essayer d'en comprendre les déterminants. En particulier, la typologie de l'habitat a été réalisée en étudiant les statistiques d'occupation du sol via la base de données Corine Land Cover et grâce à la visualisation de l'état général de l'occupation du sol par les types de formation végétales via le portail cartographique IFN V2, le tout complété et nuancé par la connaissance de terrain des interlocuteurs techniques départementaux. L'analyse de l'habitat au moment de l'épizootie et des contenus digestifs n'ont pas permis à ce jour d'orienter vers un déterminant commun. Si l'on considère l'ensemble des communes touchées, les habitats se répartissent de la façon suivante: 30 % forêt de feuillus, 14 % forêt de conifères, 11 % pelouses et pâturages naturel, 10 % landes et broussailles, la particularité de l'habitat est son essence dominante: le châtaignier.

## Interprétation

La maladie de l'œdème, décrite chez les porcs domestiques en 1938 par Shanks (1938), est actuellement considérée comme une maladie ré-émergente dans les élevages intensifs de porcs. Elle concerne essentiellement les porcelets de cinq à quatorze jours après le sevrage même si des incidents ont été rapportés chez des individus plus âgés (Bürgi *et al.* 1992; Bertschinger and Gyles, 1994). En élevage, la maladie de l'œdème se caractérise par une entéro-toxémie aigue souvent fatale, provoquée par quelques sérotypes d'*E. coli*. Les *E. coli* pathogènes prolifèrent dans l'intestin grêle et produisent des Shiga toxines (vérotoxines) responsables de lésions artérielles. En résultent des œdèmes, des morts subites, et des signes neurologiques consécutifs à l'œdème cérébral (Imberechts *et al.* 1992). La morbidité varie considérablement au sein des porcs affectés, de presque 0 à 70 % (Johansen *et al.* 1996), mais en moyenne, 30 à 40 % des porcelets juste sevrés sont touchés (Bertschinger 1999).

**Tableau 1.** Tableau des correspondances entre les cas décrits en élevage porcin et les sangliers ardéchois (Clugston *et al.* 1974; Fairbrother et Gyles 2012; Imberechts *et al.* 1992; Macleod *et al.* 1991; Smith *et al.* 1968)

	Élevage porcin	Sanglier, Ardèche 2013
Épidémiologie	Classe d'âge touchée: quatre à quinze jours post-sevrage (sevrage vers trois semaines)	Période de sevrage: animaux entre quatre et six mois
	Létalité: 50-90 %	Nombre de cas observés/prélèvements sur la saison 2013-2014 pour la commune de Vals-les-Bains: 18 %
	Morbidité: 30-40 %	Animaux observés vivants: 1/3
		Animaux observés morts: 2/3
		Mortalité sur 22 semaines
Signes cliniques	Etat corporel bon	État corporel bon (17/22 décrits)
	Diarrhée transitoire (2j) inconstante	Diarrhée (n=1)
	Anorexie	Non observé
	Contenu stomacal important et intestins vides	Non observé
	Absence de fièvre	Non observé
	Ataxie dont le degré augmente progressivement, convulsions, confusion, pédalage, décubitus latéral	Convulsions et/ou tremblements ou traces de pédalage (n=23, soit 23 % des cas suspects ou confirmés décrits), langue mordue
		Ataxie (n=10 soit 10 % des cas suspects ou confirmés vus vivants)
		Comportement anormal (absence de réaction de fuite) (n=3 soit 3 % des cas suspects ou confirmés vus vivants)
		A proximité d'un point d'eau ou dans l'eau (n=7)
	Dyspnée sévère au stade terminal	Non observé
	Cris aigus liés à l'œdème du larynx	Non observé
Survivant avec croissance ralentie	Non observé (pas de capture / marquage / recapture)	
Lésions	Œdème non inflammatoire qui disparaît rapidement après la mort	Œdème inconstant, mais les autopsies sont réalisées entre 24 et 48 h après la mort.
	Œdème palpébral, front, gorge, tissus sous-cutanés, mésentère du colon spiral	Œdème palpébral, sous mandibulaire, inguinal, mesocolon, paroi gastrique, poumon
		Epanchement thoracique et abdominal, hydropéricarde
		Colite congestivo-hémorragique
		Vacuolisation péri-neuronale
Culture bactériologique	Culture pure	Culture pure
	O138:K81	
	O139:K82	O139:K82
	O141:K85	(O141, en portage, n=1)

De début juillet à fin décembre 2013, 125 sangliers ont été observés morts (n= 87) ou malades (n =31)<sup>(6)</sup> dans quarante-cinq communes du centre de l'Ardèche. Cent neuf cas ont été considérés comme suspects, dont cent deux ont fait l'objet d'une description harmonisée. Les principaux résultats épidémiologiques, cliniques, anatomo-pathologiques et bactériologiques ont été synthétisés dans la **Tableau 1** et comparées aux données disponibles pour les élevages porcins.

Un ratio de mortalité apparente a été calculé sur les deux épicentres – communes de Vals-les-Bains et Saint-Sauveur-de-Montagut – en utilisant comme dénominateur les prélèvements de chasse réalisés sur la saison 2012/2013 (Vals-les-Bains n=151 prélèvements, Saint-Sauveur-de-Montagut n=38, Réseau ongulés sauvages-Réseau ONCFS-FNC-FDC). Cet indicateur permet de relativiser la mortalité par rapport à une métapopulation. La proportion obtenue pour Vals-les-Bains est de 18 %, et de 21 % pour Saint-Sauveur-de-Montagut.

La médiane de la masse corporelle calculée à partir des cas suspects est 20 kg (min: 5 - max: 90). Compte tenu des informations sur la croissance pondérale de cette espèce dans différents types de milieux (Klein 1984, Maillard 1996, Baubet 1998, Markina *et al.* 2004) les animaux morts étaient principalement âgés de moins de six mois. Cette classe d'âge correspond à la période de sevrage chez

le sanglier. La forte représentation des jeunes dans l'échantillon peut être due à la sensibilité plus forte des jeunes à la maladie, mais peut également refléter la structure démographique de la population. En effet, l'importance du prélèvement par la chasse en Ardèche, suggère un fonctionnement démographique essentiellement basé sur un renouvellement rapide des populations avec une structure de cette dernière plutôt jeune (Servanty *et al.* 2011).

Un tiers des sangliers ont été observés vivants et sept sangliers ont été observés à proximité d'un point d'eau ou avaient des lésions évoquant un séjour long dans l'eau indiquant peut-être une recherche active d'eau. Par ailleurs, les animaux capturés moribonds acceptaient l'eau qui leur était présentée. Trois quarts (77 %) des animaux pour lequel l'état corporel a été décrit (n=17) sur la base soit de la conformation musculaire (interlocuteurs techniques) soit de la couverture grasseuse (laboratoires) était en bon état nutritionnel.

Trois tableaux cliniques ont pu être dégagés à partir de descriptions, photos ou vidéos transmises par les interlocuteurs techniques du réseau:

- convulsions/tremblements observés sur animaux vivants ou déduits des traces laissées dans l'environnement,
- ataxie,
- troubles comportementaux (animaux apathiques qui ne s'enfuient pas et n'ont aucune réaction de défense à l'approche de l'Homme).

(6) Et sept sans commémoratifs pour cette question.

Quarante-et-un cadavres (conservés à température ambiante, réfrigérés ou congelés) ont pu être soumis au laboratoire départemental d'analyses du Vaucluse pour la réalisation d'un examen nécropsique. Le tableau lésionnel était fruste avec observation non systématique de congestion multicentrique, d'une entérite hémorragique occasionnelle, de rares occurrences d'effusion péritonéale ou pleurale, et d'autres lésions telles que pneumonie ou entérite vermineuses. Les cas soumis plus tardivement au cours de l'épizootie montraient des lésions plus évidentes de dégénérescence et de nécrose artérielle, de nécrose, d'œdème et d'hémorragie systémique des nœuds lymphatiques mésentériques. Le dernier individu soumis a révélé des lésions caractéristiques d'œdème de la paupière, du tissu sous-cutané, du méso-colon, du cerveau et des hémorragies du colon et cérébrales. L'absence d'observation systématique d'œdème peut toutefois s'expliquer par sa disparition *post-mortem* rapide (Smith *et al.* 1968).

Il est important de noter que l'épisode a duré vingt-deux semaines, réparti sur trois saisons – été, automne, hiver – avec une modification de l'habitat lié au cycle des végétaux, rendant difficile la détermination d'un facteur environnemental commun.

## Discussion

Un des points critiques en matière de vigilance et de surveillance des maladies de la faune sauvage est de disposer de méthodes et d'outils diagnostiques adaptés à la problématique faune sauvage. Souvent les outils sont développés pour l'animal domestique, puis transposés à l'animal sauvage sans validation (pas de possibilité de mettre en place un schéma expérimental, difficulté d'obtenir des échantillons de référence, etc.). En découle la difficulté de détection des animaux vrais-positifs et d'interprétation des résultats. Bien souvent, on ne dispose pas de référentiels pour accompagner l'interprétation des résultats des examens complémentaires. Par exemple, les modifications de flores bactériennes au sevrage sont bien décrites chez le porcelet, en particulier les modifications des populations intestinales d'*E. coli* grâce à des études expérimentales. Le sevrage est suivi par une diminution de la diversité de la flore coliforme, puis une re-diversification de cette flore est observée. Cette diminution de la diversité entraîne une diminution de la résistance à la colonisation, ce qui pourrait faciliter la propagation d'une souche potentiellement pathogène (Melin *et al.* 2000). L'observation d'une culture pure d'*E. coli* β-hémolytiques permet de conforter le diagnostic. Pour être performant dans le diagnostic et le suivi épidémiologique, il est nécessaire de développer des outils adaptés à la faune sauvage et qui tiennent compte de ses spécificités, parmi lesquelles la qualité de l'échantillon. Il faut donc composer avec la fraîcheur des prélèvements, le degré d'intégrité des cadavres, le mode de conservation des cadavres, les techniques de prélèvement (par ex: sang du sinus caverneux vs sang cardiaque) qui peuvent gêner la lecture du résultat ou le biaiser. Pour examiner histologiquement un prélèvement dans de bonnes conditions et en particulier le cerveau, il est essentiel d'avoir des prélèvements non congelés et frais, voire très frais. Cela demande souvent une logistique très contraignante, étant donné la distance entre le laboratoire et le site de collecte, la dégradation plus ou moins rapide du cadavre en fonction notamment des conditions météorologiques et de l'action des nécrophages, l'accessibilité du cadavre, etc. Un effort particulier a donc été fait ici par les interlocuteurs techniques du réseau pour fournir des cadavres de très bonne qualité.

Le second point critique est que la découverte de la mortalité n'est pas exhaustive et simultanée, et que l'observabilité des cadavres est un phénomène très variable dans le temps et l'espace. Il en résulte dans notre cas que la déduction diagnostique se fonde sur un petit nombre de données contrairement aux standards chez les animaux domestiques. En outre, les commémoratifs sont alors comme les pièces d'un puzzle qu'on assemble au fur et à mesure de leur découverte, et l'histoire de la maladie n'est pas connue d'emblée dans son intégralité mais est reconstituée à mesure que de nouveaux indices sont découverts. Le puzzle en partie reconstitué nous permet alors d'affiner l'image du phénomène (caractéristiques épidémiologiques,

manifestations cliniques, tableau lésionnel) et de progresser dans le diagnostic différentiel.

La maladie de l'œdème est un exemple de diagnostic complexe sur animaux sauvages libres. C'est la confrontation des données épidémiologiques, cliniques, lésionnelles, toxicologiques, microbiologiques et moléculaires qui a finalement permis de conclure qu'elle était bien responsable de l'épizootie observée en Ardèche.

L'évaluation du risque repose sur le diagnostic étiologique et en l'absence d'identification de l'agent pathogène pendant les quatre premiers mois de l'épizootie, la surveillance syndromique (détection d'un signal anormal de mortalité et caractérisation d'un syndrome émergent) et les diagnostics d'exclusion ont été des outils importants de gestion précoce de crise. Compte tenu du temps imparti et de la disponibilité incomplète des données sanitaires, il était difficile de s'assurer d'une bonne compréhension du phénomène observé et donc d'exprimer même qualitativement le risque pour l'homme ou le cheptel. Les principales maladies règlementées présentant un risque pour l'élevage ayant été rapidement écartées, le choix de la méthode de gestion s'est principalement articulé entre la gestion d'une maladie « inconnue » et le risque de transmission à l'Homme. Il a donc été choisi d'agir non pas sur l'émission du danger (assainissement de la population source de danger), mais sur l'exposition au danger de la population humaine à risque (les chasseurs).

Étant donné l'absence apparente d'un front d'avancement de maladie et de son caractère supposé peu contagieux, la gestion du risque s'est appuyée sur une cartographie du risque réalisée à partir de la définition de cas suspects. La consommation de la venaison a donc été interdite dans vingt-neuf municipalités d'Ardèche par précaution avec réévaluation des mesures au fur et à mesure que de nouveaux éléments scientifiques étaient apportés. Cette mesure a pris fin avec le diagnostic de la maladie de l'œdème, étant donné que la toxine Stx2<sup>e</sup> et *E. coli* sont détruits par la cuisson. L'épizootie ne semble pas avoir eu d'impact sur la population porcine locale puisqu'aucun cas n'a été rapporté à la DDCSPP par le réseau de vétérinaires praticiens, malgré plusieurs alertes. L'absence d'identification de la cause pendant les quatre premiers mois a eu pour conséquence une diminution de la pression de chasse, du fait notamment de l'interdiction de consommer la venaison, mais également parce que les risques pour les chiens étaient inconnus. La préfecture a pourtant demandé le maintien de la pression de chasse, non pas comme mesure d'assainissement mais pour prévenir les effets économiques indirects d'un tel report de chasse et donc d'une augmentation de la population (augmentation des nuisances en particulier sur les cultures). Le bilan réalisé par la FDC de l'Ardèche montre en effet une diminution de 18 % de la pression de chasse au cours de la saison 2013-2014 par rapport à la saison précédente, pour l'unité de gestion cynégétique incluant Vals-les-Bains; la pression de chasse étant estimée par le cumul des journées chasseurs. Les prélèvements ont en revanche été maintenus au même niveau que la saison précédente sur le département. Il est difficile d'estimer les conséquences indirectes de cette épizootie, en particulier les nuisances dans un secteur non agricole ne sont pas quantifiables. Par ailleurs, les déterminants des dégâts ne sont pas mono-factoriels et ne peuvent être expliqués seulement par une augmentation de la population, la disponibilité alimentaire étant par exemple également un facteur de risque d'augmentation.

Il s'agit de la première identification de la maladie de l'œdème chez le sanglier dans des conditions naturelles, mais nous ne pouvons exclure que des cas sporadiques ou sans évidence de troubles neurologiques aient eu lieu sans être détectés par le passé en Ardèche ou dans d'autres territoires. La maladie de l'œdème, même si elle n'est pas listée comme danger sanitaire soumis à une réglementation, est une maladie d'intérêt économique majeur pour la filière porcine. Par ailleurs, à l'heure actuelle, son impact sur la dynamique des populations de sangliers reste inconnu et fait l'objet d'une analyse approfondie afin d'apporter des éléments pour la gestion de cette espèce. La compréhension de la dynamique de l'infection et la diffusion d'un protocole diagnostique de la maladie en faune sauvage pourrait permettre, si la situation est retrouvée ailleurs, de réagir plus vite.

Les facteurs d'émergence de la maladie de l'œdème dans une population de sangliers sauvages demeurent inconnus. En élevage porcin, le stress alimentaire, le déficit de protection par les IgA présentes dans le lait maternel, la présence d'autres agents infectieux (Wilson et Svendsen 1971; Sojka *et al.* 1960; Melin and Wallgren 2002) ou des facteurs génétiques (Stamm et Bertschinger 1992; Sellwood *et al.* 1975; Berstchinger *et al.* 1993) sont des facteurs accroissant la susceptibilité des porcelets sevrés à la maladie. Ces facteurs de risque ne peuvent toutefois être extrapolés en l'état à une population de sangliers sauvages. Il est donc essentiel pour la compréhension de cet incident de déterminer s'il est lié: i) à des circonstances écologiques particulières (stress alimentaire par exemple) ou ii) à une sensibilité particulière de la population (statut immunitaire, co-infections, hyperperméabilité intestinale (Nabuurs *et al.* 2001), facteurs génétiques).

Déterminer les facteurs d'émergence *a posteriori* d'une épizootie relève de la gageure, toutefois des prélèvements conservatoires sur des sangliers trouvés morts et classés comme cas suspects ont été réalisés pour les étudier de façon exploratoire. Des investigations épidémiologiques ont de plus été mises en place en 2014, pour savoir si la bactérie est un hôte fréquent du tube digestif de la métapopulation ardéchoise de sangliers touchée par l'épizootie, s'il existe un gradient de prévalence de la bactérie en fonction de l'historique de présence de la maladie et s'il existe du portage dans une métapopulation témoin sans expression clinique apparente, et enfin pour étudier l'homologie des souches.

Par ailleurs, la surveillance de la maladie a été maintenue en Ardèche en 2014, afin d'acquérir davantage de données sur le comportement spatio-temporel de la maladie et ainsi affiner les hypothèses sur le mode et les sources de transmission de la maladie.

## Remerciements

Les auteurs remercient les chasseurs, la fédération départementale des chasseurs et le service départemental de l'ONCFS de l'Ardèche, les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires, les vétérinaires praticiens en Ardèche, la DDCSPP et la DDT de l'Ardèche, Eva Faure (Fédération nationale des chasseurs), Marie Moinet (Anses, Malzéville, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy), Marc Lutz (Parc naturel régional des Monts d'Ardèche, Domaine de Rochemure), Nicolas Rose (Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané), François Klein, Aurélie Monnez et Clément Calenge (ONCFS), Michel-Robert Poppof (Institut Pasteur).

## Références bibliographiques

Bertschinger, H.U., Gyles, C.L., 1994. Oedema disease of pigs. In: Gyles, C.L. (Eds), *Escherichia coli* in domestic animals and humans, Wallingford, CAB International, 193-220.

Bertschinger, H.U., Stamm, M., Vogeli, P., 1993. Inheritance of resistance to oedema disease in the pig: Experiments with *Escherichia coli* strain-expressing fimbriae 107. *Vet. Microbiol.* 35(1-2), 79-89.

Bertschinger, H.U., 1999. Postweaning *Escherichia coli* diarrhea and edema disease. In: Straw, B.E., D'Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. (Eds), *Diseases of Swine*, 8th ed. Ames, USA: Iowa State University Press, 441-454.

Bürgi, E., Sydler, T., Bertschinger, H.U., Pospischil, A., 1992. Mitteilung über das Vorkommen von Oedemkrankheit bei Zuchtschweinen. *Tierärztliche Umschau* 47, 582-588.

Fairbrother, J.M., Gyles, C.L., 2012. Colibacillosis. In: Zimmerman J.J., Karriker L.A., Ramires A., Schwartz K.J., Stevenson G.W. (Eds), *Diseases of Swine*, 10th edition, Wiley-Blackwell, Chichester, 723-749.

Hars, J., Rossi, S., 2010. Évaluation des risques sanitaires liés à l'augmentation des effectifs de sangliers en France. *Revue ONCFS Faune sauvage*, 288, 23-28.

Imberechts, H., De Greve, H., Lintermans, P., 1992. The pathogenesis of edema disease in pigs. A review. *Vet. Microbiol* 31, 221-233.

Johansen, M., Bækbo, P., Thomsen, L.K., 1996. Control of edema disease in Danish pig herds. In: Monetti, P.G., Vignola, G. (Eds), *Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress: July 7-10 1996; Bologna Volume 14*. Bologna, Italy: Press point – Abbiatograsso, 256.

Klein, F., 1984. Contribution à l'étude de la croissance du Sanglier (*Sus scrofa*) par capture et recapture. In: INRA Publ. (Ed) *Symp. int. sur le Sanglier*, Toulouse, 55-67.

Lamarque, F., Hatier, C., Artois, M., Berny, P., Diedler, C., 2000. Le réseau SAGIR, réseau national de suivi sanitaire de la faune sauvage française. *Epidémiol. et santé animale* 37, 21-30.

MacLeod, D.L., Gyles, C.L., Wilcock, B.P., 1991. Reproduction of edema disease of swine with purified Shiga-like toxin-II variant. *Vet. Pathol.* 28(1), 66-73.

Maillard, D., 1996. Occupation et utilisation de la garrigue et du vignoble méditerranéen par le sanglier (*Sus scrofa* L.). Thèse de doctorat – Aix-Marseille III.

Markina, F.A., Saez-Royuela, C., De Garnica, R., 2004. Physical development of wild boar in the Cantabric mountains, Álava, Northern Spain. *Galemys* 16 (n° especial), 25-34.

Massei, G., Kindberg, J., Licoppe, A., Gaèiæ, D., Šprem, N., Kamler, J., Baubet, E., Hohmann, U., Monaco, A., Ozoli, J., Cellina, S., Podgorski, T., Fonseca, C., Markov, N., Pokorny, B., Rosell, C., Nahlik, A., 2015. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Manag. Sci.* 71(4), 492-500.

Mauget, R., 1980. Régulation écologiques, comportementales et physiologiques (fonction de reproduction) de l'adaptation du sanglier, *Sus scrofa* L., au milieu. Thèse de doctorat, Univ. F. Rabelais, Tours.

Melin, L., Katouli, M., Lindberg, Å., Fossum, C. and Wallgren, P., 2000. Weaning of Piglets. Effects of an Exposure to a Pathogenic Strain of *Escherichia coli*. *J. Vet. Med. B* 47, 663-675.

Melin, L., Wallgren, P., 2002. Post weaning diarrhoea in piglets. Aspects on the influence of feed related prophylactic measures. *Acta Vet. Scand.* 43, 231-245.

Nabuurs, M.J.A., Van De Weijger, E.J.H.M., Grootendorst, A.F., Niewold, T.A., 2001. Oedema disease is associated with metabolic acidosis and small intestinal acidosis. *Res Vet Sci*, 70, 247-253.

Nabuurs, M.J.A., Zijderveld, F.G., Van Leeuw, P.W., 1993. Clinical and microbiological field studies in The Netherlands of diarrhoea in pigs at weaning. *Res. Vet. Sci.* 55, 70-77.

Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS), 2013. Réseau SAGIR: surveiller la santé de la faune sauvage pour agir (<http://www.oncfs.gouv.fr/Reseau-SAGIR-ru105>, consulté le 20 juin 2014).

Sellwood, R., Gibbons, R.A., Gibbons, G.W., Rutter, J.M., 1975. Adhesion of enteropathogenic *Escherichia coli* to pig intestinal brush borders: The existence of two pig phenotypes. *Med. Microbiol.* 8, 405-411.

Servanty, S., Gaillard, J.-M., Ronchi, F., Focardi, S., Baubet E., Gimenez, O., 2011. Influence of harvesting pressure on demographic tactics: implications for wildlife management. *J. Appl. Ecol.* 48, 835-843

Shanks, P.L., 1938. An unusual condition affecting the digestive organs of the pigs. *Vet. Rec.* 50, 356-358.

Sojka, W.J., Lloyd, M.K., Sweeney, E.J., 1960. *Escherichia coli* serotypes associated with certain pig diseases. *Res. Vet. Sci.* 1, 17-27.

Smith, H.W., Halls, S., 1968. The production of oedema disease and diarrhoea in weaned pigs by the oral administration of *Escherichia coli*: factors that influence the course of the experimental disease (Plate III). *J. Med. Microbiol.* 1(1), 45-59.

Stamm, M., Bertschinger, H.U., 1992. Identification of pigs genetically resistant to oedema disease by testing adhesion of *Escherichia coli*-expressing fimbriae 107 to intestinal epithelial cells. *Proc 12th Inti Gong Pig Vet Soc. The Hague, the Netherlands*, 242.

Wilson, M.R., Svendsen, J., 1971. Immunity to *Escherichia coli* in pigs. The role of milk in protective immunity to *E. coli* enteritis. *Can. J. Comp. Med. Vet. Sci.* 35, 239-243.

# Investigations de cas humains groupés de fièvre Q dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Xavier Rosières (xavier.rosieres@agriculture.gouv.fr), (1) Séverine Rautureau (2), Elodie Rousset (3), Stéphane Klotz (4), Ophélie Boulogne (5), Benjamin Deltour (6)

(1) Direction générale de l'alimentation, Mission des urgences sanitaires, Paris, France

(2) Direction générale de l'alimentation, Bureau de la santé animale, Paris, France

(3) Anses, Unité Flèvre Q, Laboratoire national de référence, Sophia-Antipolis, France

(4) Direction départementale de la protection des populations de la Drôme, Valence, France

(5) Cire Sud, Cellule de l'Institut de veille sanitaire en régions Paca et Corse, Marseille, France

(6) Groupement de défense sanitaire de la Drôme, Valence, France

## Résumé

Un épisode de fièvre Q est survenu dans la région Provence – Alpes – Côte d'Azur au mois de mai 2014. Des pneumopathies signalées à la cellule inter-régionale d'épidémiologie Sud par le centre hospitalier de Valréas, chez des sujets jeunes, ont déclenché des investigations. Sur la base d'une origine commune suspectée, à savoir la fréquentation par les cas humains confirmés de plusieurs élevages de petits ruminants, la DDecPP de la Drôme a initié une enquête. Un élevage en particulier au sein duquel des mises bas avaient eu lieu le jour de la visite, a retenu l'attention des inspecteurs. Ce même élevage avait enregistré des avortements fin avril-début mai. Des écouvillons vaginaux et des prises de sang se sont révélés positifs, confirmant le statut infecté et excréteur de l'élevage en *Coxiella burnetii*. Des analyses environnementales allaient dans le même sens. Les mesures recommandées ont visé à réduire l'excrétion de *C. burnetii* dans l'environnement ainsi que sa dissémination au sein et autour de l'exploitation. Le vétérinaire sanitaire de l'élevage la DDecPP et le groupement de défense sanitaire de la Drôme ont mis en place les mesures de gestion disponibles en l'état actuel des connaissances, à savoir des mesures sanitaires (traitement des effluents) et des mesures médicales (vaccination des femelles de renouvellement).

## Mots-clés

Fièvre Q, cas humains, petits ruminants, avortements

## Abstract

### **Investigating clustered human cases of Q fever in the Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) region of France**

A Q fever outbreak occurred in the Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA) region of France in May 2014. Investigations were triggered when the Valréas hospital reported testing cases of pneumonia in young human subjects to the CIRE Sud Interregional epidemiological unit. Based on suspicions of a common origin, namely that the confirmed human cases had all been in contact with several flocks of small ruminants, the Departmental Directorate for the Protection of Populations (DDPP) of the Drôme département launched an investigation. One farm in particular, in which several lambings had taken place on the day of the visit, drew the attention of inspectors. That same farm had recorded abortions in late April and early May. Vaginal swabs and blood samples were positive, confirming the presence of *Coxiella burnetii* infection and shedding in the farm. Environmental testing showed similar results. The recommended measures aimed to reduce shedding of *C. burnetii* in the environment and its spread in and around the farm. The accredited veterinarian assigned to the farm, supported by the Drôme DDPP and the Drôme animal health defense group, implemented the available management measures required by the current state of knowledge of the disease, namely health measures (effluent processing) and medical measures (vaccination of replacement females).

## Keywords

Q fever, Human cases, Small ruminants, Abortions

Au mois de mai 2014, des cas de fièvre Q sont suspectés chez une quinzaine de personnes résidant dans la Drôme. Dès le signalement, les investigations encadrées par la note de service DGAL/SDSPA/MUS/N2011-8124 du 30 mai 2011 (Encadré 1) sont mises en place afin de déterminer une éventuelle source de contamination parmi les élevages alentour.

La fièvre Q ou Query Fever, est une maladie bactérienne due à *Coxiella burnetii*, bactérie capable de résister dans l'environnement. C'est une zoonose. Décrite pour la première fois en 1937, la fièvre Q reste une maladie peu connue en raison notamment de la difficulté de son diagnostic et de la complexité de son épidémiologie (Encadré 2). Présente chez tous les mammifères, mais également chez les oiseaux, les poissons et les reptiles, la fièvre Q est surtout connue chez les ruminants domestiques (ovins, caprins, bovins) qui en constituent le réservoir principal. La maladie est le plus souvent asymptomatique: en effet, dans la majorité des cas, les animaux sont infectés sans présenter de signes cliniques. Dans sa forme clinique, cette maladie entraîne principalement des troubles de la reproduction: avortements de fin de gestation, mises bas prématurées, mortalité néonatale et/ou naissance d'animaux chétifs, infertilité (retour en chaleurs). (EFSA 2010; OIE 2010; Note de service 2010-8262 du 15 septembre 2010; Rousset *et al*, 2012).

## Encadré 1. Investigation et gestion de cas humains groupés de fièvre Q

La note de service DGAL/SDSPA/MUS/N2011-8124 du 30 mai 2011 propose aux DDecPP un protocole d'investigation et les mesures de gestion à mettre en place dans les élevages de petits ruminants lors de cas humains groupés.

Les investigations de la DDecPP sont réalisées en parallèle de l'enquête épidémiologique menée localement par l'ARS sur instructions de l'InVS. L'objectif des investigations menées en élevage est de prévenir l'apparition de nouveaux cas humains, et de considérer la mise en place de mesures jusqu'à la saison de mise bas suivante, soit pendant un an suivant la fin de l'épidémie. Ainsi, les investigations doivent cibler les élevages de petits ruminants et leurs sources de dissémination potentielles de *Coxiella a priori* dans un rayon de 4 km situé autour des cas humains groupés. Les élevages potentiellement à risque sont listés et font l'objet de prélèvements et d'une enquête épidémiologique. Dans les élevages trouvés excréteurs, les mesures suivantes sont mises en place:

- vaccination des animaux sensibles pendant un an; l'objectif étant que l'ensemble des animaux sensibles ait été vacciné au moins une fois;
- gestion des produits de mise bas;
- épandage du fumier produit pendant trois mois sous réserve d'un stockage préalable en tas couverts ou bâchés pendant trois mois.

## Encadré 2. Étude pilote sur la prévalence de la fièvre Q en élevages de ruminants en France

En France, la fièvre Q n'est pas une maladie à déclaration obligatoire. Mais l'épidémie et l'épizootie aux Pays-Bas entre 2007 et 2010 ont suscité des questionnements quant à l'impact de la maladie en France. Or, peu de données sont disponibles pour apprécier sa prévalence et sa dynamique de circulation intra et inter-troupeaux. Dans ce contexte, un dispositif de surveillance événementielle de la fièvre Q chez les ruminants a été mis en place en septembre 2012, dans dix départements pilotes (Hautes-Alpes, Aveyron, Finistère, Indre-et-Loire, Loire, Mayenne, Nièvre, Pyrénées-Atlantiques, Saône-et-Loire, Deux-Sèvres). Cette surveillance a été mise en place par l'arrêté ministériel du 13 août 2012 pour une durée de trois années. L'objectif principal de cette surveillance est d'évaluer la proportion d'élevages considérés comme « cliniquement atteints de fièvre Q », parmi les élevages présentant des avortements répétés ayant fait l'objet d'un diagnostic, et ce pour les trois espèces de ruminants domestiques. Parallèlement, une enquête sérologique a été mise en place afin d'évaluer la séroprévalence inter et intra-troupeaux chez ces trois espèces de ruminants (Gache *et al.*, 2013).

Les foyers de cas humains ont été le plus souvent associés à la présence de petits ruminants (ovins et caprins), à une proximité entre les populations animales et humaine, et de manière privilégiée en cas de mises-bas et d'avortements en raison de la forte excrétion au cours de cette période. La transmission est principalement aérienne à partir d'aérosols infectieux dans l'environnement. Un rôle important est attribué aux facteurs facilitant la transmission aéroportée, tels que les conditions météorologiques (temps sec, chaleur, vitesse et direction du vent), la topographie locale et la végétation (basse, densité faible). Chez l'Homme, la fièvre Q est une maladie polymorphe (ECDC 2010; HCSP 2013; Rigaud *et al.*, 2013). L'incubation peut aller de deux semaines à deux mois. Dans plus de la moitié des cas, l'infection est asymptomatique. La forme aiguë (primo-infection) peut prendre les aspects d'une fièvre prolongée avec syndrome pseudo grippal, ou bien d'une hépatite ou d'une pneumopathie qui peuvent nécessiter une hospitalisation. Plusieurs mois à années après l'infection, la fièvre Q peut dans 1 à 5 % des cas évoluer vers une forme chronique invalidante (endocardite, infections anévrismales, valvulaires ou vasculaires, syndrome de fatigue chronique...), notamment pour les personnes présentant des facteurs de risque de gravité (personnes ayant connu une maladie valvulaire cardiaque, un anévrisme, portant une prothèse valvulaire ou ayant fait l'objet d'une greffe vasculaire, personnes déjà atteintes d'une autre pathologie). Chez la femme enceinte, l'infection du placenta représente un risque d'avortement ou d'accouchement prématuré.

Le 18 mai 2014, le service des urgences du centre hospitalier de Valréas (Vaucluse) signale à la cellule inter-régionale d'épidémiologie Sud (Cire Sud) le diagnostic en cinq jours de quatre pneumopathies chez des sujets jeunes. Le lendemain, ce sont au total quinze cas de pneumopathie qui ont été vus aux urgences. La fièvre Q est fortement suspectée et des prélèvements sont envoyés au Centre national de référence (CNR) pour confirmation et adaptation thérapeutique. Le 20 mai, le CNR confirme une partie des cas.

## Chronologie des investigations

Les investigations humaines menées par la Cire Sud auprès des cas confirmés démontrent que les personnes ont été exposées à des animaux, notamment à l'occasion de visites d'élevages de ruminants dans le cadre de la manifestation « la Drôme de ferme en ferme ». Sur la base de ces informations, la direction départementale en charge de la protection des populations de la Drôme (DDecPP) et le vétérinaire sanitaire de l'exploitation ont entrepris des investigations conformément au protocole défini par la note de service N2011-8124.

Les investigations ont été d'autant plus aisées, que les dates des portes ouvertes dans les différents élevages participant à l'organisation de la manifestation « la Drôme de ferme en ferme », étaient connues.

Les investigations ont permis d'identifier un élevage d'ovins qui avait été fréquenté par la grande majorité des malades. Des mises bas avaient eu lieu lors de la journée porte-ouverte. L'enquête « historique » en élevage a révélé qu'un avortement avait été enregistré le 26 avril, et que des agneaux étaient morts le 28 avril et vers le 5 mai. De plus, deux sérologies positives pour la fièvre Q avaient été obtenues sur deux brebis avortées. Ces résultats ne constituaient pas toutefois un diagnostic de fièvre Q, ces suspicions n'ayant pas été confirmées par une mise en évidence de l'agent sur prélèvement vaginal ou placentaire.

La DDecPP de la Drôme a coordonné les investigations en élevage et le 28 mai 2014, des prélèvements ont été réalisés sur les animaux de l'élevage suspect pour définir le statut excréteur (ou non) de l'élevage:

- des écouvillons vaginaux sur quinze femelles les plus récemment avortées ou agnelées;
- des prises de sang sur quinze femelles ayant mis bas ou ayant avorté depuis au moins trois semaines, ces prélèvements ont été répartis au hasard sur trois classes d'âge.

Par ailleurs, des prélèvements environnementaux ont été réalisés avec des chiffonnettes en quatre endroits distincts de la bergerie. Trois prélèvements ont été réalisés sur les surfaces du bâtiment et un quatrième au sein d'un tas de fumier à proximité de la bergerie. Pour le fumier, la chiffonnette a été introduite à trente centimètres de profondeur, tournée et ressortie. Sur les surfaces horizontales de la bergerie, les prélèvements ont consisté à essuyer quatre fois en aller-retour sur un mètre de long afin de collecter les poussières.

Les écouvillons ont été analysés par PCR et les prises de sang par ELISA au laboratoire vétérinaire départemental de la Loire. Les chiffonnettes ont été analysées en PCR au Laboratoire national de référence de la fièvre Q de l'Anses à Sophia-Antipolis.

Quatorze tests sérologiques sur quinze se sont révélés positifs avec des forts titres d'anticorps. Sur les quinze écouvillons, trois étaient positifs dont un très proche de  $10^4$  bactéries par écouvillon, seuil à partir duquel le troupeau est considéré comme excréteur. Ces résultats signent une circulation active de la bactérie responsable de la fièvre Q au sein de l'élevage visité par les cas. De même, deux résultats d'analyse des chiffonnettes sur quatre ont montré une présence de *C. burnetii* dans l'environnement de l'élevage investigué: le prélèvement dans le fumier ( $1,29 \times 10^4$  bactéries par chiffonnette) et un autre au niveau de la bergerie ( $1,78 \times 10^8$ ). L'échantillon contenant le plus grand nombre de bactéries correspondait aux cases où avaient eu lieu les mises-bas.

## Mesures de gestion mises en œuvre

La fièvre Q fait partie des dangers sanitaires de troisième catégorie pour lesquels les mesures de prévention, de surveillance ou de lutte relèvent de l'initiative privée. Dans cette situation, avec plusieurs cas humains groupés et un troupeau identifié comme excréteur, le Préfet prend des dispositions visant à concourir au maintien de la sécurité publique (articles L. 2212-2 et L. 2215 du code général des collectivités territoriales). Les mesures de lutte reposent essentiellement sur les mesures proposées dans le plan de maîtrise dans les élevages cliniquement atteints, rédigé par l'Acersa (Association pour la certification de la santé animale en élevage) en 2007.

Dans ce cas présent, avec l'appui du groupement de défense sanitaire de la Drôme (GDS26), les mesures suivantes ont été mises en place:

- vaccination des agnelles de renouvellement étalée sur l'année, en fonction des mises bas, de telle façon que l'ensemble des animaux sensibles ait été vacciné;
- bâchage des fumiers pendant trois mois pour obtenir une fermentation permettant une diminution du nombre de bactéries *Coxiella* infectieuses (inactivation thermique);
- antibiothérapie de l'ensemble du troupeau;
- nettoyage et désinfection approfondis du bâtiment d'élevage.

## Discussion

L'origine de ces cas humains groupés a été rapidement mise en évidence par l'interrogatoire des patients qui a rapidement orienté les investigations vers un élevage ovin suspect qui avait participé à l'opération « la Drôme de ferme en ferme » et au sein duquel il y avait eu un avortement et une série de complications périnatales.

Au total, ce sont 93 cas suspects signalés qui ont été réceptionnés par l'ARS et la Cire Sud. Les investigations ont permis d'identifier 46 cas confirmés. La Figure 1 ci-dessous permet d'apprécier l'étendue des investigations.

L'enquête épidémiologique réalisée dans le troupeau excréteur a mis en évidence un stockage de fumier « ouvert » à cinquante mètres du bâtiment d'élevage et à proximité d'une pâture. Par ailleurs, une météo venteuse régnait dans le département au cours du week-end portes ouvertes. Par conséquent, des facteurs additionnels ont certainement concouru à la transmission de la maladie à l'Homme.

En terme de retour d'expérience, cet épisode de cas humains groupés a permis de rappeler le caractère interministériel des investigations, à savoir que les informations transmises par la Cire Sud, suite aux interrogatoires des cas humains, ont permis d'orienter rapidement l'enquête vers un élevage de petits ruminants.

L'appui du Laboratoire national de référence fièvre Q de l'Anses a été précieux, tant pour l'orientation des investigations, que pour l'interprétation des résultats d'analyses. Le contrôle environnemental sur chiffonnette pratiqué de façon exploratoire est apparu intéressant. Néanmoins, le recul nécessaire à l'interprétation qualitative et quantitative de ces résultats est encore insuffisant. Un projet national (Inra, GDS France, DGAL, Anses) a été mis en œuvre à la suite de ces premiers résultats afin d'acquiescer des références dans divers contextes épidémiologiques et être capable d'utiliser ce type de prélèvement environnemental pour apprécier le niveau de contamination et le suivi des mesures sanitaires.

Enfin, il faut souligner la forte implication du vétérinaire et du GDS de la Drôme auprès de l'éleveur dans le suivi et l'accompagnement des mesures mises en place, ainsi que de GDS France en appui technique.

Au niveau national, le dispositif pilote de surveillance de la fièvre Q dans dix départements qui rentre dans une thématique plus large portant sur la « Surveillance des maladies abortives en élevage de ruminants », fait partie des thématiques prioritaires de la Plateforme nationale d'épidémiosurveillance en santé animale (Plateforme ESA). Les résultats du dispositif pilote fièvre Q, ainsi que les travaux sur le diagnostic différentiel des avortements menés actuellement par les professionnels, devraient grandement contribuer à mieux connaître la situation de la fièvre Q en France.

## Références bibliographiques

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). More, S., Stegeman, J. A., Rodolakis, A., Roest, H.-J., Vellema, P., Thiéry, R., Neubauer, H., van der

Hoek, W., Staerk, K., Needham, H., Afonso, A., Georgiev, M., Richardson, J. 2010. Scientific Opinion on Q Fever. EFSA J, 8(5):1595, 114 pp. doi:10.2903/j.efsa.2010.1595. Available online: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/1595.pdf>

OIE. Rousset E., Sidi-Boumedine K., Thiéry R. 2010. Chapter 2.1.12. Q fever. In: Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). 7th ed., O.I.E. <http://www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-manual/access-online/>

Note de service DGAL/SDSPA/SDSSA/N2010-8262 du 15 septembre 2010: Fièvre Q – Rôle des DDPP, modalités de surveillance et plan de maîtrise en élevage. <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20108262Z.pdf>

Note de service DGAL/SDSPA/N2012-8188 du 11 septembre 2012: Fièvre Q – Protocole de surveillance de la fièvre Q à mettre en place dans les départements pilotes en lien avec la surveillance de la brucellose. <http://ext-jur.franceagrimer.fr/Juridique/note-dgal-sdspa-2012-8188-fievre-Q.pdf>

Gache K., Sala C., Perrin JB, Rousset E., Touratier A. 2013. Dispositif pilote fièvre Q: présentation et bilan de fonctionnement de la surveillance des élevages de ruminants domestiques présentant des avortements répétés. Bull Epid Santé Anim Alim, 58. 12-16.

Note de service DGAL/SDSPA/MUS/N2011-8124 du 30 mai 2011: Fièvre Q – Protocole d'investigations et de mesures de gestion suite à des cas groupés humains de fièvre Q. <http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20118124Z.pdf>

Rousset E., De Crémoux R., Bronner A., Jourdain E., Touratier A., Sidi-Boumedine K. 2012. La fièvre Q. Bulletin GTV. N° Hors-Série Zoonoses. Tome 2: Maladies bactériennes. 53-67.

Rigaud E, Garcia-Bonnet N, Cosset Y, Rico T, Barrière V, Blot F, Legoff A, Bykouskou R, Marois M, Champion JL, Rousset E, Abadia G. 2013 Étude de séroprévalence de la fièvre Q chez des professionnels exposés dans le Sud de la France. Références en Santé au travail. Décembre 2013. N136. [http://references-sante-securite.msa.fr/files/SST/SST\\_1392738517962\\_FI\\_VRE\\_Q.pdf](http://references-sante-securite.msa.fr/files/SST/SST_1392738517962_FI_VRE_Q.pdf)

ECDC Panel with representatives from the Netherlands, France, Germany, UK, United States. Asher, A., Bernard, H., Coutino, R., Durat, G., De Valk, H., Desenclos, J.-C., Holmberg, J., Kirkbridge, H., More, S., Scheenberger, P., van der Hoek, W., van der Poel, C., van Steenbergen, J., Villanueva, S., Coulombier, D., Forland, F., Giesecke, J., Jansen, A., Nilsson, M., Guichard, C., Mailles, A., Pouchol, E., Rousset, E. 2010. Risk assessment on Q fever. ECDC Technical report. [40 pp.]. doi:10.2900/28860. May. Available online: [www.ecdc.europa.eu](http://www.ecdc.europa.eu)

HCSF (Haut Conseil de la Santé Publique). Cazorla C., Le Goaster C., Choutet P., Mailles A., Fournier P.-E., Rautureau S., Rousset E. 2013 Recommandations de prise en charge des personnes infectées par *Coxiella burnetii*, et des personnes exposées à *Coxiella burnetii* dont les acteurs des filières d'élevage. Avis (5 pp) et Rapport (80 pp). Adopté par la Commission spécialisée Maladies transmissibles le 24 mai 2013. <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=401>

Arrêté ministériel du 13 août 2012 relatif à la constitution d'un dispositif pilote de surveillance de la fièvre Q dans des départements en élevages bovins, ovins et caprins. Version consolidée au 25 février 2015. [http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=0E513AB1009D77739ACAD31BB04FDD0D.tpdila07v\\_2?cidTexte=JORFTEXT000026296466&dateTexte=20150225](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=0E513AB1009D77739ACAD31BB04FDD0D.tpdila07v_2?cidTexte=JORFTEXT000026296466&dateTexte=20150225)

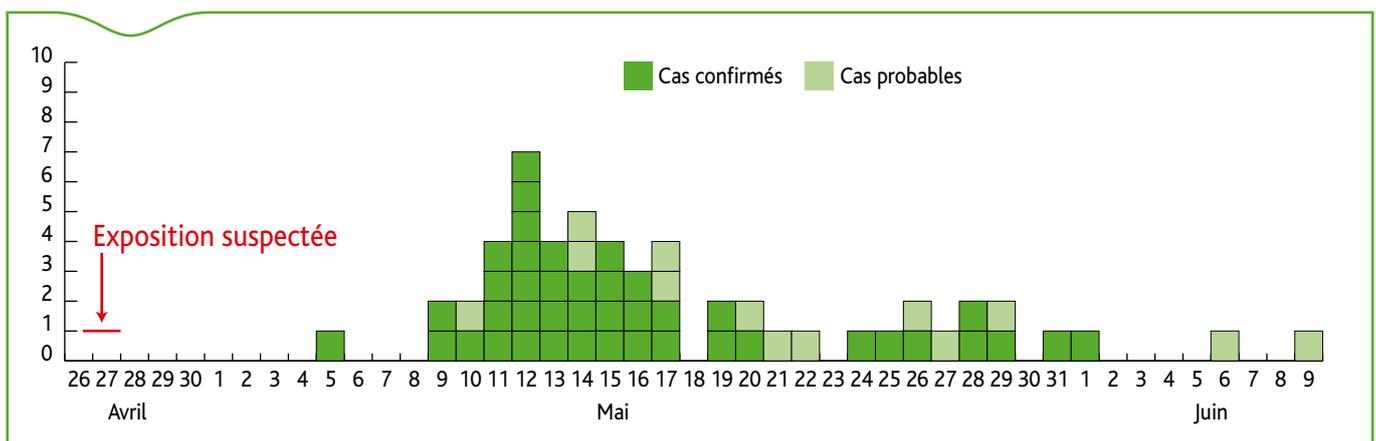


Figure 1. Courbe épidémiologique des cas humains probables et confirmés

# Comment améliorer la précocité de l'alerte en conchyliculture? Exemple des mortalités de moules en 2014 dans les Pertuis Charentais

Coralie Lupo (1) (clupo@ifremer.fr), Jean Prou (2)

(1) Ifremer, Département ressources biologiques et environnement, Unité santé, génétique et microbiologie des mollusques, Laboratoire de génétique et pathologie des mollusques marins, La Tremblade, France

(2) Ifremer, Département ressources biologiques et environnement, Unité santé, génétique et microbiologie des mollusques, La Tremblade, France

## Résumé

La surveillance de la santé des coquillages marins repose sur une surveillance événementielle des mortalités, comportant une phase de détection et une phase de déclaration obligatoire. L'enjeu est la précocité de la détection d'organismes pathogènes même si les possibilités d'action sont limitées. L'intérêt et la faisabilité d'une surveillance événementielle renforcée reposant sur une série d'entretiens téléphoniques ont été étudiés. Cette analyse a permis de reconstituer l'évolution spatio-temporelle du phénomène de mortalités massives de moules dans les Pertuis Charentais en 2014. De plus, l'analyse qualitative des entretiens a révélé des éléments de contexte permettant d'enrichir cette description et d'élaborer des scénarios de causalité pouvant être utilisés comme hypothèses de recherche. En prenant en compte leurs observations et leurs perceptions, cette modalité de surveillance événementielle renforcée pourrait contribuer à augmenter la vigilance, la réactivité des conchyliculteurs et favoriser leur implication, essentielle, dans la surveillance de la santé des coquillages.

## Mots-clés

Coquillages, moules, investigation épidémiologique, perception, alerte précoce, surveillance événementielle renforcée

## Abstract

**Improving early warning in shellfish farming: example of mussel mortalities in 2014 in Pertuis Charentais**  
Surveillance of shellfish health is based on clinical surveillance of shellfish mortality, including a detection phase and a mandatory notification phase. While control measures are limited, early detection of pathogens is a challenge which needs to be met. The relevance and feasibility of an enhanced clinical surveillance based on phone interviews were studied. The results made it possible to reconstruct the spatial and temporal evolution of the outbreaks of mussel mortality which occurred in Pertuis Charentais in 2014. Moreover, a qualitative analysis of the interviews revealed contextual elements that were used to enhance the previous description and to devise causal scenarios which could be used as research hypotheses. By incorporating the observations and perceptions contained in the interviews, this enhanced clinical surveillance method could contribute to heightening the vigilance and reactivity of shellfish farmers and promote their commitment, which is an essential element in the shellfish health surveillance system.

## Keywords

Shellfish, Mussels, Epidemiological investigation, Perception, Early warning, Enhanced clinical surveillance

En France, la surveillance de la santé des coquillages marins repose principalement sur une surveillance événementielle. La rareté de l'expression clinique des maladies chez les coquillages restreint cette modalité de surveillance à l'observation de mortalités, qui constitue une suspicion de maladie (Lupo *et al.*, 2012a). Toutefois, la détection de l'événement est contrainte par les difficultés d'accès aux coquillages, qui limitent les possibilités d'observation. En effet, en conchyliculture, l'accès aux zones d'élevage est conditionné par le cycle des marées et les conditions météorologiques. De plus, un même conchyliculteur répartit souvent sa production entre plusieurs zones d'élevage qui peuvent se trouver dans plusieurs régions. Les toutes premières détections de mortalités ne sont donc jamais une démarche volontaire d'observation des animaux mais la découverte fortuite du phénomène au gré des itinéraires techniques de l'élevage.

La détection d'une hausse de mortalité de coquillages par un conchyliculteur se traduit par sa déclaration obligatoire auprès de l'autorité compétente locale, la Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM). La DDTM saisit alors le Réseau de surveillance de pathologie des mollusques (Repamo), animé par l'Ifremer pour le compte du ministère chargé de l'agriculture, pour effectuer un recueil de commémoratifs et des prélèvements d'échantillons sur la zone d'élevage conchylicole concernée, en vue d'analyses diagnostiques en laboratoire visant à rechercher la présence d'agents infectieux réglementés ou d'intérêt national. Un réseau de laboratoires agréés, animé par le Laboratoire national de référence (LNR) des maladies des coquillages marins (Ifremer), réalise ces analyses. La surveillance de la santé des coquillages est donc organisée par un réseau institutionnel d'acteurs et leurs interactions sont bien définies (Note de service DGAL/SDSPA/N2010-8072 du 17 mars 2010).

En cas de détection d'un organisme pathogène réglementé ou émergent, les stratégies de lutte curatives classiquement mises en œuvre dans les productions animales terrestres (traitement, vaccination, désinfection, etc.) ne sont pas applicables en milieu marin. Les seules mesures de lutte envisageables dans la filière conchylicole sont les interdictions de mouvements de coquillages à des fins d'élevage dans la zone concernée (directive 2006/88/CE, arrêté ministériel du 4 novembre 2008) afin de limiter la propagation de l'organisme pathogène. Les conséquences sont donc collectives, souvent à l'échelle de toute une région d'élevage, et essentiellement d'ordre économique.

La précocité de la détection d'un organisme pathogène exotique ou émergent est capitale pour la maîtrise de la maladie associée, ou du moins la limitation de sa propagation (Lupo *et al.*, 2012a). Depuis les épisodes de mortalités massives d'huîtres creuses observés depuis 2008, les ostréiculteurs sont plutôt bien sensibilisés aux procédures de déclaration (Lupo *et al.*, 2012b). Toutefois la réactivité du dispositif est insuffisante : la moitié des ostréiculteurs déclarent les mortalités « à la fin de la saison [des mortalités] », soit parfois plusieurs mois après leur observation (Lupo *et al.*, 2014a). En revanche, aucune information quant à la sensibilité et la réactivité du dispositif de déclaration n'est disponible chez les producteurs d'autres coquillages tels que les mytiliculteurs.

Au début du printemps 2014, des épisodes de mortalités massives ont été rapportés dans les élevages de moules des Pertuis Charentais. Un ensemble de travaux de recherche a été réalisé afin de mieux comprendre ce phénomène, comprenant la recherche d'agents infectieux, la description des conditions environnementales et de l'état physiologique des animaux (Béchemin *et al.*, 2015). Une étude sur la surveillance événementielle renforcée a également été conduite sur une période

courte afin de recueillir les perceptions des mytiliculteurs autour des cas de mortalités de moules détectés, et de comparer les informations recueillies lors de ces enquêtes concomitantes des mortalités avec celles recueillies lors d'enquêtes rétrospectives. Les objectifs spécifiques étaient: 1) d'évaluer l'intérêt et la faisabilité de mener une surveillance événementielle renforcée, simple et facile à mettre en œuvre, dans un objectif de détection précoce d'un phénomène de mortalités massives de coquillages, et 2) de recueillir les perceptions des mytiliculteurs sur le phénomène observé et son évolution.

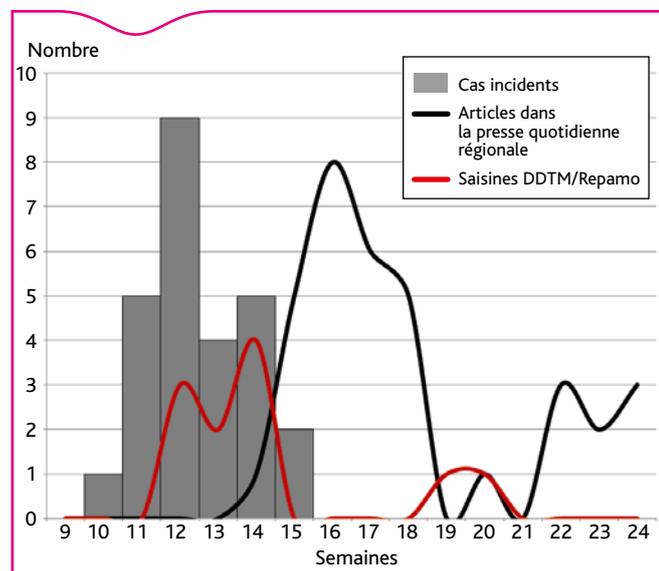


Figure 1. Courbe épidémique hebdomadaire du nombre de cas de mortalité de moules observés par les mytiliculteurs, nombre d'alertes émises par le réseau institutionnel, nombre d'articles parus dans la presse quotidienne régionale, Pertuis Charentais, 2014

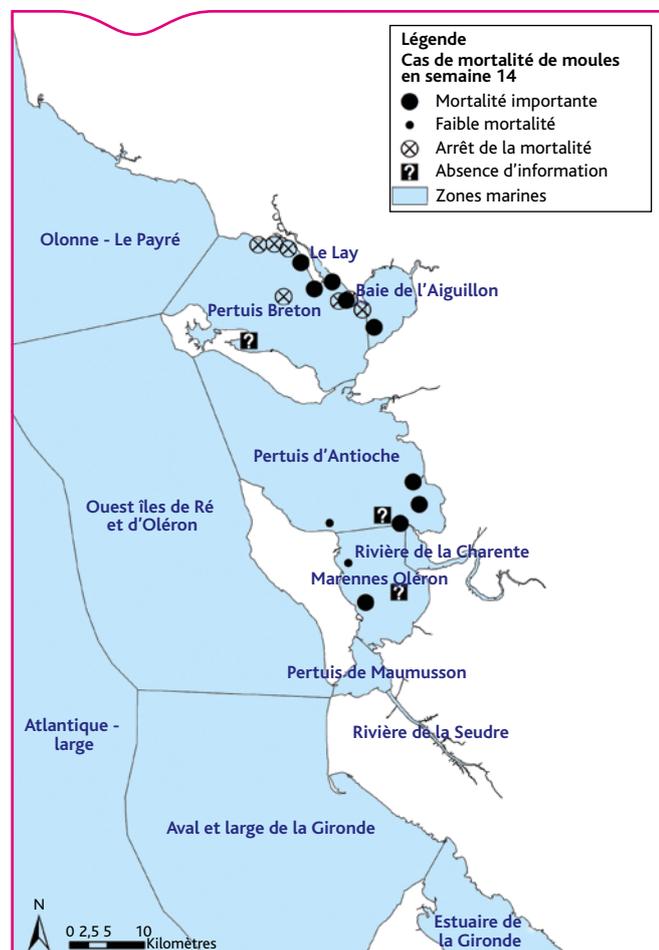


Figure 2. Situation spatiale des observations de mortalités de moules, semaine 14-2014, Pertuis Charentais

## Méthodes d'investigation

Une investigation épidémiologique à visée descriptive a été réalisée. Pour recenser rapidement les cas de mortalités de moules, seul le représentant régional de la mytiliculture a été questionné. En effet, sa fonction lui permet d'être informé de manière régulière des mortalités de moules observées et de la perception des mytiliculteurs sur le phénomène de mortalité dans la région par des échanges fréquents avec les mytiliculteurs de la région Poitou-Charentes et/ou ses déplacements sur les secteurs mytilicoles.

Un cas a été défini comme au moins une observation de mortalités inexpliquées de moules bleues (*Mytilus edulis*) par les mytiliculteurs dans un secteur de production mytilicole des Pertuis Charentais au cours d'une semaine.

Le schéma d'étude a comporté deux étapes. Une première série d'entretiens téléphoniques prospectifs ont été conduits entre le 19 mars et le 22 avril 2014. Cette période correspond à l'intervalle de temps entre la première saisine du réseau Repamo et un cycle de marées après le dernier cas de mortalités de moules observé dans la région, afin de s'assurer que les conditions d'accès aux animaux ne pouvaient pas limiter leur observation. La fréquence de ces enquêtes a été déterminée *a priori* de façon hebdomadaire afin de détecter la survenue de nouveaux cas à chaque sortie sur le terrain d'un mytiliculteur sur chacun des secteurs mytilicoles. La seconde étape a consisté en deux entretiens téléphoniques rétrospectifs menés le 26 août 2014 et le 20 janvier 2015.

## Données recueillies

Les données recueillies portaient sur l'espèce et la classe d'âge des coquillages touchés, la localisation dans le temps et dans l'espace des mortalités, l'ampleur du phénomène (nombre de lots, taux de mortalité intra-lot), des observations connexes sur l'environnement, la perception de la situation par l'interlocuteur.

Un questionnaire semi-directif a été développé et les entretiens se sont déroulés par téléphone. Un seul enquêteur (J. Prou), impliqué dans les relations avec le monde professionnel, a réalisé l'intégralité des entretiens. Les entretiens ont été enregistrés avec l'accord du mytiliculteur et retranscrits intégralement.

## Analyse des données

L'évolution temporelle des cas de mortalité de moules a été décrite par une courbe épidémique. Une reconstitution spatio-temporelle de l'évolution du phénomène de mortalité a été réalisée au fur et à mesure des entretiens, sous forme de cartes. Une chronologie des événements donnés par les différents moyens d'information (réseau institutionnel, médias et entretiens téléphoniques) a été réalisée. Une analyse thématique des contenus (Franzosi, 2004) des entretiens a permis d'identifier des éléments de vocabulaire et de toponymie, ainsi que des enchaînements déductifs de facteurs aboutissant à des scénarios de causalité. En particulier, la perception par les mytiliculteurs a été évaluée selon la définition d'une mortalité de moules considérée comme anormale, selon des critères qualitatifs ou quantitatifs, ou bien selon les facteurs environnementaux favorisant le phénomène.

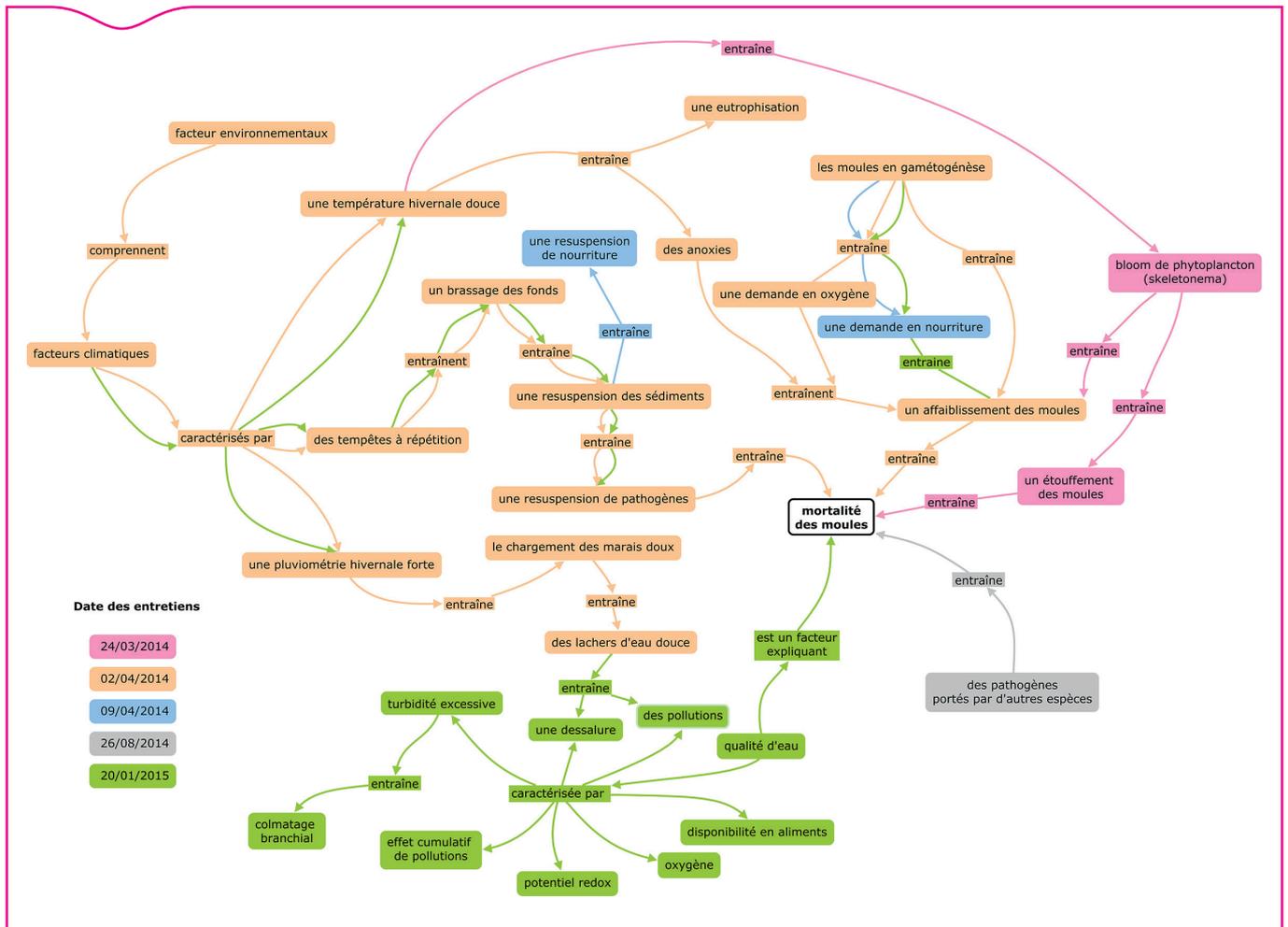
## Résultats

### Investigations épidémiologiques

Sept entretiens téléphoniques prospectifs et deux entretiens rétrospectifs ont été conduits. Les entretiens ont duré de sept à trente-sept minutes, avec une médiane de douze minutes.

### Description de l'épisode de mortalités massives

Au total 26 cas de mortalités massives de moules ont été recensés par entretien téléphonique entre le 19 mars et le 22 avril 2014 (Figure 1).



**Figure 3.** Carte cognitive des causalités perçues par la communauté des mytiliculteurs, 2014, Pertuis Charentais (logiciel ©IHMC CmapTools)

La hausse de cas de mortalités de moules a été détectée par les mytiliculteurs une semaine plus tôt que par le réseau institutionnel (mytiliculteurs, DDTM, réseau Repamo) et trois à quatre semaines avant la presse quotidienne régionale.

La **Figure 2** est un exemple de description spatiale de la situation perçue par les mytiliculteurs lors de la semaine 14 de 2014.

### Éléments qualitatifs

Pour décrire une mortalité de moules, des critères quantitatifs et qualitatifs ont été utilisés. L'ampleur du phénomène était la plupart du temps exprimée en proportion d'animaux morts. Un pourcentage seuil de 5 % a permis de discriminer une mortalité de moules normale d'une mortalité anormale. La vitalité du coquillage (dégrappage, tenue et faiblesse du byssus) était aussi évoquée pour caractériser le phénomène, ainsi que pour situer la survenue de la mortalité dans le temps (indice de décomposition de la chair du coquillage). La mortalité était décrite selon les pratiques d'élevage (distinguant les moules adultes du naissain, les moules de bouchots des moules de filières), selon les supports d'élevage (bouées, porteuses) et selon sa distribution verticale (tête, corps ou pied de bouchot). Dans l'espace, les termes *pertuis* et *baie* étaient utilisés pour désigner les emprises spatiales les plus larges. À l'intérieur de ces zones, le nom des zones d'élevage était employé de manière précise. Les mortalités étaient parfois identifiées sur d'autres espèces de mollusques bivalves élevées (huîtres) ou pêchées (coquilles Saint-Jacques, palourdes, coques, etc.) mais aussi sur d'autres espèces animales sauvages (crabes, ophiures, etc.). L'environnement a fait l'objet de nombreuses descriptions, en particulier l'état de l'eau de mer (turbide, trouble, etc.).

Des discours très précis sur les processus à l'origine du phénomène de mortalités massives ont été identifiés (**Figure 3**).

### Comparaison des informations recueillies dans les entretiens prospectifs versus rétrospectifs

L'évolution spatio-temporelle des mortalités était relatée de manière synthétique lors des entretiens rétrospectifs, mais avec autant de précision que lors des entretiens prospectifs. L'extrait de l'entretien de janvier 2015 « début avril, le problème intervient aussi sur le sud du Lay, à savoir la baie de l'Aiguillon, le secteur de la pointe de la Roche et les concessions situées à Marsilly et Esnandes. La même chose sur la baie d'Yves [...] pas de mortalité constatée ou très peu sur Oléron », se superpose à la **Figure 2** issue des entretiens prospectifs. Toutefois il ne mentionne pas d'observations sur d'autres espèces animales, ni d'éléments caractérisant les mortalités qui étaient présents dans les entretiens prospectifs.

Deux groupes de scénarios de causalité se distinguent en fonction de la date de la conduite des entretiens téléphoniques (**Figure 3**). Les entretiens prospectifs ont surtout fait apparaître des causes conjoncturelles ou accidentelles, telles qu'une pollution ou une dégradation du milieu marin brutale et agressive pour les élevages, ou une suspicion de rejets d'eau douce de mauvaise qualité dans l'environnement côtier. Les entretiens rétrospectifs focalisaient plutôt sur une dégradation lente et progressive de l'environnement, notamment la qualité de l'eau, ayant favorisé l'action d'organismes pathogènes à plus long terme.

### Discussion

La surveillance événementielle des mortalités de coquillages comporte deux phases distinctes : la détection reposant sur l'observation d'une hausse de mortalité et l'alerte déclenchée par la déclaration de la hausse de mortalité observée. La définition du cas à surveiller est

simple mais subjective. En effet, une hausse de mortalité est définie comme un « *accroissement inexplicable et significatif de la mortalité au-delà du niveau considéré comme normal pour [...] la zone d'élevage de mollusques concernés dans les conditions habituelles; le niveau d'accroissement à désigner comme une hausse de la mortalité doit être convenu par l'exploitant et l'autorité compétente* » (Annexe I de la directive 2006/88/CE, arrêté ministériel du 4 novembre 2008). La première phase, la détection, est fonction du degré de vigilance du conchyliculteur (un coquillage mort présente une ouverture permanente des valves). La seconde phase, la déclaration, dépend de la perception d'une anomalie par l'observateur dont les termes ne sont pas objectivés par la réglementation car ils dépendent du type de production, des pratiques zootechniques, de la zone géographique, etc. (Lupo *et al.*, 2014b). Ceci sous-entend la comparaison de l'observation à une référence ou à une situation antérieure pour en conclure que l'observation relève de l'anormalité. Si l'observateur conclut à une mortalité anormale, l'observation devient alors une détection.

Cette détection doit donner lieu à une déclaration auprès la DDTM, seconde phase de la surveillance. Bien que la déclaration soit une obligation réglementaire, les conchyliculteurs n'alertent pas toujours la DDTM en premier lieu. Par exemple, la majorité des ostréiculteurs préviennent d'abord leurs collègues (Lupo *et al.*, 2014a). Et si l'alerte émise par l'observateur est partagée par d'autres, elle présente un caractère renforcé. En effet, pour une même espèce de coquillages, les conchyliculteurs ont des itinéraires techniques semblables qui, ajoutés aux contraintes d'accessibilité des zones d'élevage, entraînent des présences simultanées de plusieurs conchyliculteurs sur une même zone d'élevage.

Ainsi, la décision de déclarer des mortalités est conditionnée par le synchronisme de l'observation de hausses de mortalités importantes par plusieurs conchyliculteurs dans une même zone d'élevage. Ce fonctionnement diffère de celui des productions terrestres pour lesquelles une seule déclaration individuelle peut suffire à déclencher une alerte.

Les investigations épidémiologiques ont permis de recueillir de façon rapide et simple la perception collective de l'évolution du phénomène de mortalités de moules, construite sur un ensemble de perceptions individuelles partagées au sein de la communauté des mytiliculteurs. Ces investigations sont avant tout descriptives. Ainsi, les entretiens téléphoniques ont révélé une détection de mortalités anormales par les mytiliculteurs antérieure à l'alerte donnée par le réseau institutionnel (dispositif de déclaration obligatoire) ou les médias (presse écrite régionale). Les entretiens ont permis de capter de nombreuses informations au-delà du cadre semi-rigide de la fiche de déclaration. En particulier, ils ont permis la reconstitution précise du phénomène de mortalités de moules dans les Pertuis Charentais. Ils permettent aussi de recueillir des éléments de contexte et des facteurs, qui auraient pu être utiles pour la construction d'hypothèses de recherche (Béchemin *et al.*, 2015). Les entretiens réguliers et concomitants aux mortalités de moules ont permis de croiser les informations et de vérifier leur cohérence, formant une pseudo-validation des données. Ils ont également contribué à établir une relation de confiance réciproque entre l'enquêteur et l'enquêté. En effet, une autre condition nécessaire à ces entretiens est la légitimité pour les mener. Si la fiche de déclaration vise à une objectivité des informations au travers de sa standardisation, l'entretien est foncièrement subjectif et nécessite entre l'enquêté et l'enquêteur un partage de vocabulaire, une connaissance des lieux, de la toponymie, des pratiques, etc.

Les entretiens prospectifs reflètent les inquiétudes immédiates et variées liées à l'actualité des mortalités. Par rapport aux entretiens prospectifs, l'investigation rétrospective intègre le contexte social, économique, politique et reflète une prise de distance, une synthèse du phénomène vécu quelques mois auparavant. Si l'objectif est la description exploratoire du phénomène, le recueil prospectif est plus informatif que le recueil rétrospectif.

Cette étude a montré que la conduite d'investigations épidémiologiques simples, rapides et répétées auprès d'un représentant des mytiliculteurs

peut permettre une détection des cas de mortalités de moules plus précoce que le dispositif de surveillance événementielle actuellement existant, et d'enrichir la description du phénomène. Bien que plus chronophage que le dispositif actuel, la mise en place systématique d'une surveillance événementielle renforcée auprès des représentants de chaque secteur conchylicole pourrait permettre d'augmenter la réactivité du système de surveillance. La fréquence de base pourrait être bimensuelle, à chaque retour de grande marée tout au long de l'année, et augmentée en cas de détection de cas de mortalité anormale de coquillages. De plus, en prenant en compte leurs observations et leurs perceptions, cette modalité de surveillance événementielle renforcée pourrait contribuer à augmenter la vigilance des conchyliculteurs et favoriser leur implication, essentielle, dans la surveillance de la santé des coquillages.

## Remerciements

Les auteurs remercient le représentant régional du secteur mytilicole pour sa disponibilité.

## Références bibliographiques

Arrêté ministériel du 4 novembre 2008 relatif aux conditions de police sanitaire applicables aux animaux et aux produits d'aquaculture et relatif à la prévention de certaines maladies chez les animaux aquatiques et aux mesures de lutte contre ces maladies.

Béchemin, C., Soletchnik, P., Polsenaere, P., Le Moine, O., Pernet, F., Protat, M., Fuhrman, M., Quéré, C., Goulitquer, S., Corporeau, C., Lapègue, S., Travers, M.A., Morga, B., Garrigues, M., Garcia, C., Haffner, P., Dubreuil, C., Faury, N., Baillon, L., Baud, J.P., Renault, T., 2015. Épisodes de mortalité massive de moules bleues observés en 2014 dans les Pertuis Charentais. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 67, 6-9.

Directive 2006/88/CE du Conseil du 24 octobre 2006 modifiée relative aux conditions de police sanitaire applicables aux animaux et produits d'aquaculture et relative à la prévention de certaines maladies chez les animaux aquatiques et aux mesures de lutte contre ces maladies.

Franzosi, R. 2004. Content analysis, In: Hardy, M., Bryman, A. (Eds.) *Handbook of data analysis*. Sage Publications, London.

Lupo, C., François, C., Arzul, I., Garcia, C., Joly, J.P., Renault, T., 2012a. Défis de la surveillance des maladies chez les coquillages marins en France. *Epidemiol. Sant. Anim.* 62, 27-42.

Lupo, C., Osta Amigo, A., Mandard, Y.M., Peroz, C., Arzul, I., François, C., Garcia, C., Renault, T. 2012b. Sensitivity of mortality reporting by the French oyster farmers. In: *Proceedings of the 13th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, The Neetherlands, Maastricht, 10-24 August 2012*, 419.

Lupo, C., Osta Amigo, A., Mandard, Y.V., Peroz, C., Renault, T., 2014a. Improving early detection of exotic or emergent oyster diseases in France: identifying factors associated with shellfish farmer reporting behaviour of oyster mortality. *Prev. Vet. Med.* 116, 168-182.

Lupo, C., Osta Amigo, A., Marce, C., Prou, J. 2014b. Participatory case definition between stakeholders and implication for early detection: a case study of the oyster production in France. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Animal Health Surveillance, La Havana, Cuba, 7-9 mai 2014*.

Note de service DGAL/SDSPA/N2010-8072 du 17 mars 2010 relative à l'organisation des prélèvements de coquillages en cas de phénomène de hausse de la mortalité ou de signes de maladie des coquillages.

# Étude de la contamination par *Toxoplasma gondii* des viandes ovines, bovines et porcines – résultats des plans de surveillance pour les années 2007, 2009 et 2013

Radu Blaga (rblaga@vet-alfort.fr) (1), Dominique Aubert (2), Anne Thébaud (3), Catherine Perret (4), Régine Geers (2), Myriam Thomas (4), Annie Alliot (4), Vitomir Djokic (4), Tamara Ducry (4), Naïma Ortis (2), Lenaig Halos (1\*), Benoit Durand (5), Corinne Danan (6), Isabelle Villena (2), Pascal Boireau (4)

(1) PRES Paris-Est, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Anses, Inra, UMR BIPAR, Maisons-Alfort, France

(2) Laboratoire de parasitologie-mycologie, Centre national de référence de la toxoplasmose, Centre de ressources biologiques *Toxoplasma*, CHU Reims, EA 3800, SFR CAP-Santé, Université Reims Champagne-Ardenne, USC EpiToxo Anses, Reims, France

(3) Anses, Direction de l'évaluation des risques, Unité d'études et appuis en microbiologie et santé animale, Maisons-Alfort, France

(4) PRES Paris-Est, Anses, ENVA, Inra, Laboratoire de santé animale, UMR BIPAR, Maisons-Alfort, France

(5) PRES Paris-Est, Anses, Laboratoire de santé animale, Unité d'épidémiologie, Maisons-Alfort, France

(6) Direction générale de l'alimentation, Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments, Bureau d'appui à la surveillance de la chaîne alimentaire, Paris, France

\*Adresse actuelle: Merial, Lyon, France

## Résumé

La toxoplasmose est l'une des zoonoses parasitaires les plus fréquentes, due à un protozoaire, *Toxoplasma gondii*. L'infection humaine se fait principalement par la consommation de viande mal cuite contenant des kystes tissulaires où sont présents des parasites vivants. Ces parasites peuvent être responsables de formes graves de toxoplasmose en cas de transmission congénitale ou chez les personnes immunodéprimées (principalement des lésions oculaires et/ou cérébrales). Afin de mieux comprendre l'épidémiologie de l'infection humaine en France, l'estimation de la prévalence du parasite dans les viandes destinées à la consommation humaine est fondamentale. Des plans de surveillance ont ainsi été réalisés en 2007, 2009 et 2013, afin de déterminer respectivement la séroprévalence de l'infection par *T. gondii* dans les viandes ovines, bovines et porcines, d'origine française et importées, destinées à la consommation humaine. Au cours de ces enquêtes successives, des échantillons de cœur et de diaphragme ont été collectés chez 425 ovins, 2 349 bovins et 1 549 porcins dans des abattoirs français, et analysés selon l'âge des animaux, leur origine géographique et le type d'exploitation. Au marché d'intérêt national de Rungis, 376 et 562 carcasses d'ovins et bovins importées ont également été prélevées. Un titrage des anticorps spécifiques par la technique d'agglutination directe haute sensibilité (ADHS) a été effectué sur tous les prélèvements. L'enquête a permis de mettre en évidence une séroprévalence qui se situe, selon l'espèce et l'origine des viandes, entre 2,46 % pour les porcelets hors-sol et 69,5 % pour les ovins adultes d'origine française, mais avec des facteurs de variation importants, le principal étant lié à l'âge de l'animal. Pour les porcs, un effet significatif a pu être mis en évidence pour le type de production ( $p=0.004$ ), un porc plein-air ayant 5,4 fois plus de risque d'être séropositif qu'un porc hors-sol. Concernant l'origine géographique des échantillons, de fortes variations de séroprévalence ont été mises en évidence dans les viandes ovines et bovines, mais pas dans les viandes porcines. Des parasites vivants ont été retrouvés dans 11,9 % des carcasses ovines d'origine française (48 isolats), parmi lesquelles 30 % étaient des agneaux. Deux isolats (2/207) ont pu être obtenus chez les bovins. L'isolement de parasites vivants a pu être réalisé à partir de 41 carcasses de porcs. Le génotype II a été identifié de façon quasi-exclusive pour les souches concernées. Ces résultats offrent une image représentative de la contamination par *T. gondii* des viandes d'origine ovine, bovine et porcine destinées à la consommation humaine, en France. Des investigations complémentaires sont nécessaires afin de comprendre l'origine de la contamination des animaux et définir des recommandations en matière de conduite d'élevage.

## Mots-clés

*Toxoplasma*, viande de boucherie, séroprévalence, France

## Abstract

### **National surveys of *Toxoplasma gondii* infection in production animals (sheep, cattle, pigs) in France – results of the surveillance programmes for 2007, 2009 and 2013**

*Toxoplasmosis is one of the most common parasitic zoonoses, caused by a protozoan, Toxoplasma gondii. Human infection mainly occurs through the consumption of undercooked meat containing tissue cysts with live parasites. They can cause severe disease in case of congenital transmission or in immunodeficient patients (mainly ocular and neurological lesions). In order to better understand the epidemiology of human infection in France, the prevalence of the parasite in meat must be estimated. Therefore nationwide studies have been conducted to evaluate the prevalence of T. gondii in fresh mutton, beef and pork. Diaphragms and hearts from 425 sheep, 2 349 cattle and 1 549 pigs raised and slaughtered in France were collected and analyzed based on their age, geographical origin and type of production system (indoor vs. outdoor). Diaphragmatic muscle samples from the carcasses of imported sheep (376 samples) and cattle (562 samples) were also collected. Heart and diaphragm fluids were tested serologically and direct detection of parasites was performed using a mouse bio-assay. The overall estimate of T. gondii seroprevalence in animals slaughtered in France varied according to animal species and age, from 2.46% for piglets to 69.5% for adult sheep originating from France, with seroprevalence being significantly higher in older animals. With regard to the pig population, the type of housing used had a significant effect ( $p=0.004$ ), with pigs housed outdoors having a 5.4 times higher chance of being seropositive than indoor pigs. Strong geographical variations were identified for sheep and cattle but not for pigs. According to bioassay results, the proportion of French sheep carcasses harbouring live parasites was 11.9% (48 strains), of which 30% were lambs. Two isolates (2/207) were obtained from cattle carcasses and 41 isolates from pig carcasses. Almost all the isolates belonged to genotype II. This study provides an accurate picture of the toxoplasmosis pattern in mutton, beef and pork intended for human consumption in France, as well as a model for a zoonosis hazard control survey. However, further investigations are needed in order to better understand the origin of animal contamination.*

## Keywords

*Toxoplasma*, Butchery meat, Seroprevalence, France

La toxoplasmose est l'une des zoonoses parasitaires les plus fréquentes (Tenter *et al.*, 2000) due à un protozoaire, *Toxoplasma gondii*. Les niveaux de prévalence chez l'Homme sont très variables selon les pays et les régions au sein d'un même pays. La France a des niveaux de séroprévalence parmi les plus élevés en Europe (autour de 40 %), comparables à ceux de l'Allemagne, l'Italie, la Belgique et la Suisse et très supérieurs à ceux de l'Angleterre (moins de 10 %) ou les pays de l'Europe du Nord (entre 15 et 30 %) selon les enquêtes. L'importance de l'infection humaine a été récemment réévaluée en incluant l'impact direct en santé humaine (pathologies et morbidité associées à l'infection par *Toxoplasma*) et l'impact indirect (coût de la surveillance de la femme enceinte, obligatoire en France pour toute femme enceinte non immunisée vis-à-vis de la toxoplasmose - sérologies mensuelles et dépistage prénatal en cas de séroconversion per-gravidique). Ceci a conduit à considérer *T. gondii* comme un agent majeur de zoonose au même titre que d'autres agents pathogènes transmis par les aliments (Havelaar *et al.*, 2007). L'infection humaine se fait principalement par voie orale, soit par l'ingestion d'ocystes extrêmement résistants excrétés dans l'environnement par les chats et autres félinés, soit par l'ingestion de kystes tissulaires qui peuvent être présents dans une grande variété de produits carnés. Le mode principal de contamination est supposé être la consommation de viande mal cuite contenant des kystes tissulaires. Le parasite n'est pas spécifique d'un hôte intermédiaire et une très grande variété d'animaux peut être contaminée. Néanmoins les viandes d'origines ovine, bovine et porcine sont les plus souvent en cause. Afin d'être en mesure de comprendre l'épidémiologie de l'infection sur le territoire français, l'estimation de la prévalence du parasite dans les carcasses destinées à la consommation est fondamentale.

Un groupe de travail multidisciplinaire constitué au sein de l'Agence française de sécurité des aliments (Afssa, devenue Anses) en 2005, a effectué un état des lieux des connaissances sur la toxoplasmose en France et à l'étranger (rapport Afssa, décembre 2005). Il a pointé le manque de données disponibles concernant la présence de *T. gondii* dans les aliments et l'absence de système de surveillance des denrées alimentaires en France. Aucune enquête n'avait été réalisée en France à grande échelle chez l'animal depuis plus de dix ans. Le groupe d'experts a identifié comme un axe prioritaire d'intervention l'évaluation de la contamination par *T. gondii* des denrées alimentaires et de l'eau, notamment pour estimer la part respective des différents

types d'aliments dans l'infection humaine. Cet axe de travail associe le développement de techniques sensibles de détection des parasites dans les matrices alimentaires et dans l'environnement, et la mise en place de plans d'échantillonnage permettant une estimation fiable des taux de contamination. C'est ainsi qu'en 2007, 2009 et 2013, la Direction générale de l'alimentation a successivement financé des plans de surveillance de la contamination par *T. gondii* des viandes ovines, bovines et porcines consommées en France. Ces plans de surveillance constituent les premières enquêtes réalisées à l'échelle du territoire et reposent sur un échantillonnage qui permet une estimation robuste des taux d'infection dans les viandes destinées à la consommation.

Les principaux objectifs de ces plans étaient :

- d'estimer la séroprévalence de l'infection par *T. gondii* des viandes ovines, bovines et porcines destinées à la consommation humaine en France, afin de fournir des données en vue de l'évaluation de l'exposition de la population;
- d'identifier les facteurs de risque de portage chez l'animal (âge, origine géographique, sexe, type de production, etc.);
- de caractériser les génotypes de *T. gondii* présents chez les ovins, bovins et porcins.

## Cadre réglementaire et normatif

Selon la directive 2003/99/CE, les États membres sont tenus de mettre en place un dispositif de surveillance des zoonoses et des agents zoonotiques. La toxoplasmose et *T. gondii* font partie de la liste des maladies et agents à surveiller lorsque la situation épidémiologique le justifie. La France est un pays où la séroprévalence de la maladie chez l'Homme reste élevée par rapport aux autres États membres de l'Union européenne (UE), même si une diminution sensible a été observée depuis 1995. Les dernières données relevées lors des ENP (Enquêtes nationales périnatales) montrent une diminution régulière de la séroprévalence en France (54 % en 1995, 44 % en 2003, 37 % en 2010). Ces chiffres indiquent que la séroprévalence de la toxoplasmose augmente avec l'âge (Bellali *et al.*, 2013). Parallèlement à la baisse de la prévalence, une baisse de l'incidence est observée.

De plus, l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) suggère actuellement de réaliser une surveillance accrue de l'infection chez l'animal (question N° EFSA Q 2007 038) notamment chez les ovins, les

**Tableau 1. Résultats du plan de surveillance 2007 de la contamination par *T. gondii* des viandes ovines**

Résultats	Viandes d'ovins d'origine française (abattoirs)			Viandes d'ovins importées (MIN Rungis)		
	Agneaux (<12 mois)	Adultes	Total	Agneaux (<12 mois)	Adultes	Total
Nombre d'échantillons analysés	336	82	425**	276	98	376**
Séroprévalence (en %) [IC95]*	13,1 [9,9-7,1]	69,5 [58,8-8,4]	24,0 [20,2-8,3]	15,9 [12,1-10,7]	50,0 [40,3-59,7]	24,7 [20,6-29,3]

\* [IC95]: intervalle de confiance à 95 % \*\* inclus plusieurs animaux d'âge indéterminé

**Tableau 2. Résultats du plan de surveillance 2009 de la contamination par *T. gondii* des viandes bovines**

Résultats	Viandes de bovins d'origine française (abattoirs)			Viandes de bovins importées (MIN Rungis)		
	Veaux (<250 j.)	Adultes	Total	Veaux (<250 j.)	Adultes	Total
Nombre d'échantillons analysés	573	1 775	2 349**	225	337	562
Séroprévalence (en %) [IC95]*	2,5 [1,0-4,0]	15,0 [13,0-17,0]	11,0 [9,0-12,0]	6,0 [3,0-10,0]	34,0 [30,0-40,0]	22,0 [18,0-26,0]

\* [IC95]: intervalle de confiance à 95 % \*\* inclus un animal d'âge indéterminé

**Tableau 3. Résultats du plan de surveillance 2013 de la contamination par *T. gondii* des viandes porcines**

Résultats	Porcs hors-sol				Porcs plein-air			
	Porcelet (<25 kg)	Charcutier	Réforme	Total	Porcelet (<25 kg)	Charcutier	Réforme	Total
Nb. d'échantillons analysés	126	963	237	1 326	5	195	7	207
Séroprévalence (en %) [IC95]*	2,5 [2,1-2,6]	2,8 [2,7-2,9]	13,4 [13,1-13,9]	30 [2,9-3,1]	Non calculée (0 positif)	6,3 [5,8-6,5]	Non calculée (2 positifs)	5,8 [5,5-6,1]

\* [IC95]: intervalle de confiance à 95 %

porcins et les bovins. Dans le cadre de l'avis scientifique sur l'inspection de la viande porcine, l'Efsa invite les États-membres à soutenir des études au niveau national pouvant préciser les facteurs de risque d'infection chez le Porc, ainsi que le rôle de cette viande comme source d'infection humaine (EFSA Journal 2011; 9(10):2371).

## Modalités de mise en œuvre

Les modalités de mise en œuvre ainsi que les techniques utilisées sont décrites en détail dans les bilans des plans de surveillance officiels rendus publics par obligation réglementaire (Bilan PSPC ovin 2007; Bilan PSPC bovin 2009; Bilan PSPC porc 2013; Halos *et al.* 2010; Villena *et al.*, 2012). <http://agriculture.gouv.fr/dispositif-surveillance-controlle-securite-sanitaire-aliments-564>. Les plans d'échantillonnage, construits rigoureusement, s'appuient sur une répartition géographique des prélèvements représentative des volumes de viande d'animaux abattus en France continentale (la Corse ayant été exclue), et des volumes de viande importée. Deux types de production ont été initialement différenciés, pour la viande ovine et bovine, en fonction de l'origine de la viande: la production française et la production importée (depuis des pays de l'UE). En ce qui concerne la viande française, les abattoirs participants et les effectifs d'animaux prélevés dans chacun d'entre eux ont été déterminés en fonction des volumes abattus au cours de l'année précédente. En ce qui concerne la viande importée, les effectifs ont été déterminés en fonction des pays exportateurs et des volumes importés correspondants. Le nombre prévisionnel d'animaux prélevés (échantillons de cœur et de diaphragme) était de 800 échantillons pour les ovins (400 d'origine française prélevés en abattoir, et 400 échantillons d'ovins importés prélevés sur le marché d'intérêt national [MIN] de Rungis en provenance de quatre pays), et de 3000 échantillons de bovins (2350 bovins d'origine française, prélevés dans les abattoirs participants, et 650 bovins importés, prélevés sur le MIN de Rungis en provenance de onze pays). En ce qui concerne la viande de porc, deux types d'exploitation ont été distingués: les exploitations hors-sol et les exploitations de plein-air, avec 1290 échantillons initialement prévus pour les exploitations hors-sol et 301 pour les exploitations de plein-air. La détection indirecte des infections toxoplasmiques a été réalisée par analyse sérologique (agglutination directe haute sensibilité) afin d'estimer la séroprévalence de *T. gondii* dans les populations ovines, bovines et porcines destinées à la consommation. La détection directe (bio-essai) et le génotypage, ont permis d'analyser la charge parasitaire et la contamination des échantillons par des parasites vivants.

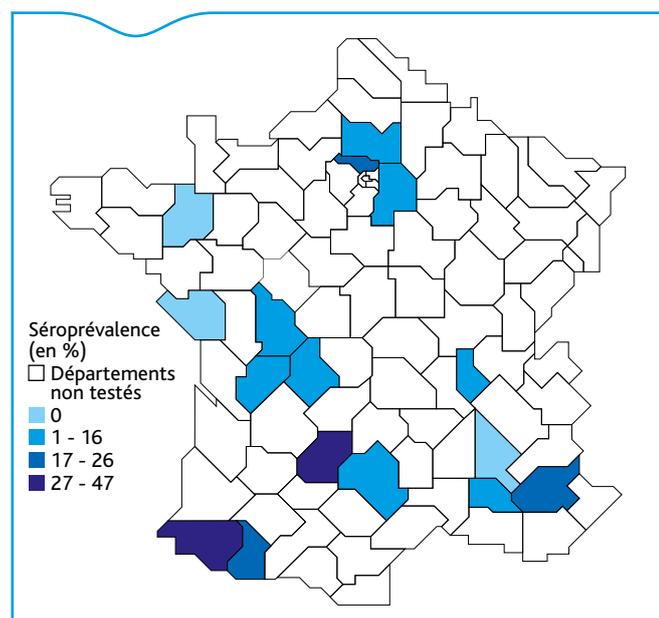


Figure 1. Séroprévalence de la toxoplasmose chez les agneaux français (plan de surveillance 2007, carte Afssa d'après données DGAL)

## Résultats

Le taux de réalisation global des plans d'échantillonnage a été respectivement de 93,5 % pour les ovins, de 97 % pour les bovins et de 97,3 % pour les porcins. Les résultats des plans de surveillance (2007, 2009 et 2013) sont présentés dans les Tableaux 1, 2 et 3.

La séroprévalence se situe, selon l'espèce et l'origine des viandes, entre 2,5 % pour les porcelets hors-sol et 69,5 % pour les ovins adultes d'origine française, avec des facteurs de variation importants, le principal étant lié à l'âge de l'animal. Cette séroprévalence est significativement plus élevée chez les animaux âgés (de plus d'un an pour les ovins, plus de 9 mois pour les bovins et porcins) que chez les jeunes. Ceci est vraisemblablement lié au mode de contamination par voie orale des animaux, et au cumul de l'exposition au cours de la vie de l'animal. Pour les porcs, une association significative a pu être mise en évidence entre la séroprévalence de la toxoplasmose et le type de production ( $P=0,004$ ), un porc plein-air ayant 5,4 fois plus de risque d'être séropositif qu'un porc hors-sol.

Concernant l'origine géographique des échantillons (Figures 1, 2, 3), de fortes variations de séroprévalence ont été mises en évidence chez les ovins et les bovins. Certains départements ont présenté une séroprévalence plus importante que d'autres à l'abattoir. Pour les bovins (tous âges confondus), la séroprévalence apparaît liée à la région d'abattage ou à la région de naissance, après ajustement sur l'âge des animaux (Figure 2). Pour les porcs (charcutiers) en revanche, il n'y a pas d'association significative avec la région ou le département d'abattage ou de naissance ( $P=0,33$ ) (Figure 3).

Concernant la comparaison entre les viandes ovines et bovines d'origine française et les viandes importées, aucune différence significative n'a pas pu être mise en évidence en fonction du pays d'origine.

Des parasites vivants ont été retrouvés dans 11,9 % des carcasses ovines d'origine française (48 isolats avec 47 souches génotype II, et une souche de génotype III), parmi lesquelles 30 % provenaient d'agneaux qui constituent la viande la plus susceptible d'être consommée peu cuite. Deux parasites vivants appartenant au génotype II ont pu être mis en évidence dans les échantillons de viande bovine, suggérant la possibilité d'une transmission à l'Homme en cas de consommation de viande insuffisamment cuite. L'isolement des parasites vivants a pu être réalisé à partir de 25 carcasses de porcs hors-sol sur les 113 testées, et seize carcasses de porcs de plein-air parmi les 34 testées. Le génotype II a été identifié pour l'ensemble des souches testées.

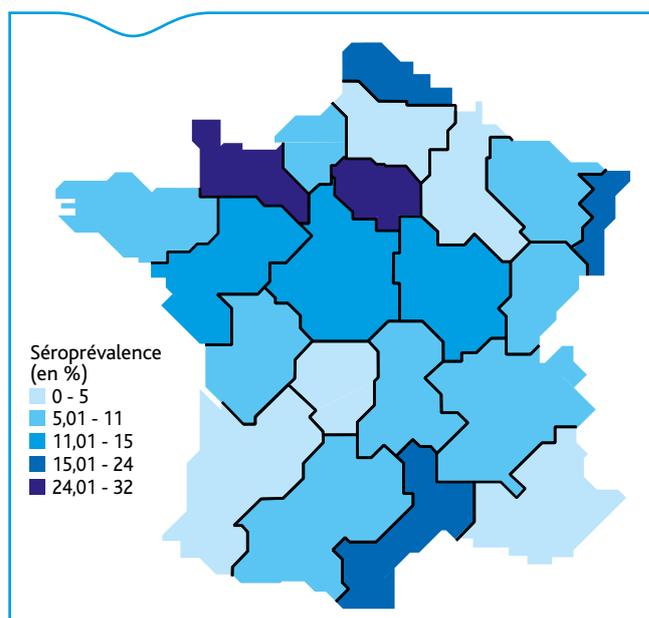


Figure 2. Séroprévalence de la toxoplasmose chez les bovins français (tous âges confondus) (plan de surveillance 2009, données DGAL)

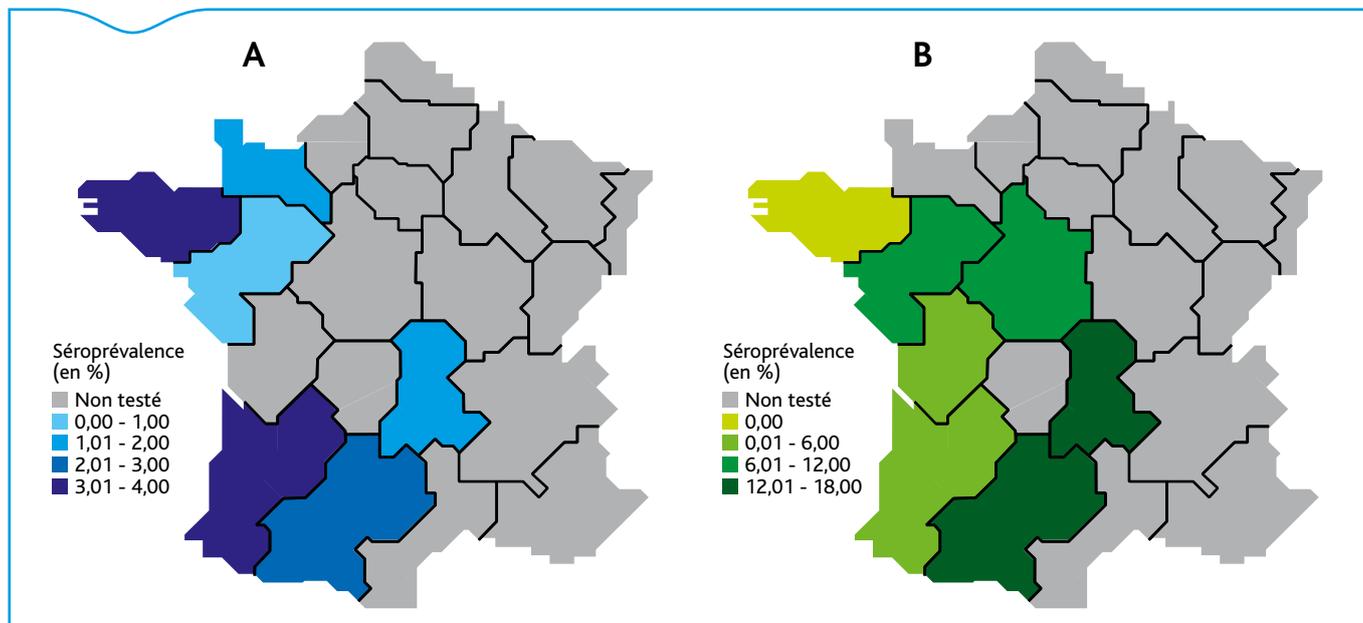


Figure 3. Séroprévalence de la toxoplasmose chez les porcs charcutiers hors-sol (A) et plein-air (B) (plan de surveillance 2013)

## Conclusions et perspectives

Cette étude a permis d'estimer le niveau d'infection toxoplasmique des viandes ovines, bovines et porcines en France, pour lesquelles on ne disposait d'aucune donnée récente. La séroprévalence de la toxoplasmose varie de 3 % à 69,5 % selon l'espèce et l'origine des viandes. La séroprévalence augmente avec l'âge des animaux, ce paramètre ayant un effet significatif sur le niveau de séroprévalence pour chacune des espèces. Une différence significative d'infection par *T. gondii* (3 % vs 6,3 %,  $P=0,004$ ) a été observée entre la production porcine de type hors-sol et celle de type plein-air. Pour la première fois, des parasites vivants appartenant au génotype II ont été détectés dans deux carcasses de bovins adultes, ce qui suggère une possible transmission à l'Homme par la consommation de viande bovine. Même si la prévalence reste nettement plus faible que pour la viande ovine, la forte consommation de viande bovine crue ou non cuite à cœur en France doit être considérée comme une source potentielle de contamination pour l'Homme.

Ces observations soulignent l'importance de rappeler que pour tout consommateur, et particulièrement pour les populations sensibles (femmes enceintes, personnes immunodéprimées), le meilleur moyen de prévention est la cuisson à cœur des viandes ou la congélation pendant plusieurs jours, comme le suggère le « Recueil de bonnes pratiques d'hygiène à destination des consommateurs » (accessible en ligne sur le site du ministère de l'Agriculture : [http://alimentation.gouv.fr/IMG/pdf/GBPH-CONSO-27SEPT-BD2\\_cle42ed3.pdf](http://alimentation.gouv.fr/IMG/pdf/GBPH-CONSO-27SEPT-BD2_cle42ed3.pdf)).

La prévalence de *T. gondii* dans les élevages de porcs hors-sol révèle une perméabilité puisque le cycle (cf. Encadré) se perpétue chez 3 % des individus. Parmi les facteurs de risque, il y a l'utilisation de la paille (origine végétale, potentiellement contaminée par des oocystes) comme absorbant de lisier, mais également une maîtrise partielle du confinement de l'aliment et/ou de l'eau, et du confinement des bâtiments/zones d'élevage vis-à-vis de la faune domestique (chat) et sauvage (rongeurs). De ce fait, il pourrait être envisagé de prendre la prévalence de *T. gondii* comme marqueur de la maîtrise du confinement d'un élevage de porc hors-sol.

## Remerciements

Les auteurs remercient le personnel des abattoirs, du MIN de Rungis, des DDcsPP, des SRAL et de la DGAL (Bureau d'appui à la surveillance de la chaîne alimentaire, Bureau des établissements d'abattage et de découpe) pour la réalisation des prélèvements mentionnés dans cet article. Ils remercient également le CRB *Toxoplasma* pour la collecte, le typage et la conservation des souches de *T. gondii* issues des plans de surveillance.

## Encadré. Cycle évolutif de *Toxoplasma gondii*

*Toxoplasma gondii* est l'agent de la toxoplasmose, parasitose cosmopolite. C'est un parasite intracellulaire obligatoire appartenant à l'ordre des Coccidies, phylum Apicomplexa. Le cycle parasitaire comporte une multiplication asexuée qui s'effectue dans différents tissus chez les vertébrés homéothermes (mammifères et oiseaux) qui sont les hôtes intermédiaires et une multiplication sexuée qui s'effectue dans l'épithélium intestinal du chat et d'autres félinidés (seuls hôtes définitifs). Le chat excrète dans ses fèces des oocystes qui ne sont pas directement infectants lors de leur émission, ils le deviennent après sporulation dans le milieu extérieur (1 à 5 jours) et sont alors source potentielle de contamination par ingestion par de nouveaux hôtes (intermédiaires ou définitifs). Après la primo-contamination, l'excrétion fécale des oocystes dure sept à quinze jours, le temps que l'immunité active se mette en place. Chez l'hôte intermédiaire, la paroi des oocystes est lysée, libérant les formes infectantes (sporozoïtes). Celles-ci franchissent l'épithélium intestinal et se disséminent rapidement dans la circulation sanguine sous forme de tachyzoïtes (forme végétative de multiplication rapide). Après une parasitémie brève de quelques jours à quelques semaines, les parasites s'enkystent dans tous les tissus, préférentiellement les muscles striés et le cerveau. Ces kystes, qui peuvent persister durant toute la vie de l'hôte, représentent une source de contamination du chat ou d'un nouvel hôte intermédiaire, par ingestion (carnivorisme). Trois principales lignées clonales de *T. gondii* sont identifiées avec des génotypes atypiques résultant de la recombinaison génétique et conduisant à la description actuelle de quinze haplogroupes (Su *et al.*, 2012); tous les génotypes peuvent infecter l'Homme, mais une large prédominance du génotype II est observée en France métropolitaine et en Europe (Ajzenberg *et al.*, 2009). Ce génotype est en principe corrélé à une faible virulence. Au contraire, certains génotypes très virulents circulent en Guyane ainsi que dans toute l'Amérique du Sud (Mercier *et al.*, 2011).

## Références bibliographiques

- Afssa. Toxoplasmose : état des connaissances et évaluation du risque lié à l'alimentation. Rapport du groupe de travail « *Toxoplasma gondii* » de l'Afssa. Maisons-Alfort, France : Afssa; 2005. 318pp, <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC-Ra-Toxoplasmose.pdf>.
- Ajzenberg D, Yera H, Marty P, Paris L, Dalle F, Menotti J, Aubert D, Franck J, Bessières MH, Quinio D, Pelloux H, Delhaes L, Desbois N, Thulliez P, Robert-Gangneux F, Kauffmann-Lacroix C, Pujol S, Rabodonirina M, Bougnoux ME, Cuisenier B, Duhamel C, Duong TH, Filisetti D, Flori P, Gay-Andrieu F, Pratlong F, Nevez G, Totet A, Carme B, Bonnabau H, Dardé ML, Villena I. Genotype of 88 *Toxoplasma gondii* isolates associated with toxoplasmosis in immunocompromised patients and correlation with clinical findings. *J Infect Dis.* 2009 Apr 15;199(8):1155-67.

- Bellali H, Pelloux H, Villena I, Fricker-Hidalgo H, Le Strat Y, Goulet V. Prevalence of toxoplasmosis in France in 1998: is there a difference between men and women? At what age do children become infected? *Rev Epidemiol Santé Publique*. 2013 Aug;61(4):311-7.
- Bilan PSpC Toxoplasma dans la viande ovine 2007 [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/recueil2007\\_031108.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/recueil2007_031108.pdf).
- Bilan PSpC Toxoplasma dans la viande bovine 2009 [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Recueil2009\\_\\_tt\\_public\\_PSPC\\_.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Recueil2009__tt_public_PSPC_.pdf).
- Bilan PSpC Toxoplasma dans la viande porcine 2013 [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Bilan\\_PSPC\\_2013\\_cle0e1631.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Bilan_PSPC_2013_cle0e1631.pdf).
- EFSA, Technical specifications on harmonised epidemiological indicators for public health hazards to be covered by meat inspection of swine. *EFSA Journal* 2011 9 (10): 2371.
- Halos L, Thébault A, Aubert D, Thomas M, Perret C, Geers R, Alliot A, Escotte-Binet S, Ajzenberg D, Dardé ML, Durand B, Boireau P, Villena I. An innovative survey underlining the significant level of contamination by *Toxoplasma gondii* of ovine meat consumed in France. *Int J Parasitol*. 2010 Feb;40(2):193-200
- Havelaar AH, Kemmeren JM, Kortbeek LM. Disease burden of congenital toxoplasmosis. *Clin Infect Dis*. 2007;44(11):1467-74.
- Mercier A, Ajzenberg D, Devillard S, Demar MP, de Thoisy B, Bonnabau H, Collinet F, Boukhari R, Blanchet D, Simon S, Carme B, Dardé ML. Human impact on genetic diversity of *Toxoplasma gondii*: Example of the anthropized environment from French Guiana. *Infect Genet Evol* 2011 11: 1378–1387.
- Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *Int J Parasitol* 2000;30 (12-13):1217-58.
- Villena I, Durand B, Aubert D, Blaga R, Geers R, Thomas M, Perret C, Alliot A, Escotte-Binet S, Thébault A, Boireau P, Halos L. New strategy for the survey of T in meat for human consumption. *Vet Parasitol*. 2012 Feb 10;183(3-4):203-8.
- Su C, Khan A, Zhou P, Majumdar D, Ajzenberg D, Dardé ML, Zhu XQ, Ajioka JW, Rosenthal BM, Dubey JP, Sibley LD. Globally diverse *Toxoplasma gondii* isolates comprise six major clades originating from a small number of distinct ancestral lineages. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2012 Apr 10;109(15):5844-9.

# Fièvre catarrhale ovine en Europe en 2014: épizootie dans les Balkans, progression de la circulation en Italie et en Espagne

Elena Arsevska\* (1, 2) (elena.arsevska@cirad.fr), Thomas Balenghien\* (1, 2), Emmanuel Bréard\* (3), Claire Garros\* (1, 2), Renaud Lancelot\* (1, 2), Corinne Sailleau\* (3), Stéphan Zientara\* (3)

(1) Cirad, UMR CMAEE, Montpellier, France

(2) Inra, UMR 1309, Montpellier, France

(3) UPE, Anses, Laboratoire de santé animale, UMR 1161 Anses, INRA, ENVA, Maisons-Alfort, France

\* par ordre alphabétique, article écrit dans le cadre de la Veille sanitaire internationale de la Plateforme ESA (<http://www.plateforme-esa.fr/>).

## Résumé

L'année 2014 a été caractérisée par une situation épidémiologique nouvelle vis-à-vis de la fièvre catarrhale ovine (FCO) en Europe. Suite à la première notification de foyers de sérotype 4 (BTV-4) en Grèce dans la région du Péloponnèse (mai 2014), onze pays de la région des Balkans ont été touchés par l'épizootie de BTV-4 avec un total de 6 485 foyers déclarés. Fin novembre 2014, en Italie, 25 foyers dus au BTV-4 avaient été confirmés. Une diffusion du virus BTV-1 a de plus été observée dans la partie continentale du pays. En Espagne, les premières suspicions impliquant une souche différente de BTV-4 ont été déclarées en septembre 2014. Aucun lien épidémiologique n'existe cependant avec l'épizootie dans les Balkans. Début décembre, 351 foyers avaient été déclarés en Espagne en dehors de la zone de restriction pour le BTV-4. Par ailleurs, sept foyers de BTV-1 ont été déclarés dans le sud du pays.

Au vu des stratégies de lutte appliquées par les pays touchés, il ne fait aucun doute que la vaccination de masse reste le seul moyen réellement efficace de lutte contre la FCO. Les traitements insecticides des animaux permettent au mieux de limiter la transmission et ralentir la diffusion, sans la stopper.

## Mots-clés

Fièvre catarrhale ovine, BTV-1, BTV-4, Europe, Italie, Espagne, Balkans

## Abstract

### **Bluetongue situation in Europe in 2014: epizootic in the Balkans, spreading in Italy and Spain**

A new epidemiological situation for bluetongue was observed in 2014. Starting with the first notification of outbreaks (serotype BTV-4) in the Peloponnese region of Greece (30/05/2014), eleven other Balkan countries were then affected, with a total of 6,485 outbreaks involved in the epizootic. In Italy, at the end of November, 25 outbreaks caused by BTV-4 had been confirmed. Outbreaks of the BTV-1 serotype were also reported in the continental area of the country. In Spain, the first suspicion of BTV-4 was reported in September 2014, involving a different virus strain. There were no epidemiological links with the epidemics in the Balkans. At the beginning of December, 351 outbreaks had been notified in Spain outside the restriction zone for BTV-4. Seven outbreaks of BTV-1 were also notified in the southern part of the country.

Considering the control strategies applied by the different countries, mass vaccination undoubtedly remains the only efficient method for bluetongue control. Insecticide treatments only limit transmission of the disease and slow down its spread, but do not stop it.

## Keywords

Bluetongue, BTV-1, BTV-4, Europe, Italy, Spain, Balkans

La fièvre catarrhale ovine (FCO) est une maladie virale à transmission vectorielle non contagieuse affectant les ruminants domestiques (ovins, bovins, caprins) et sauvages. Elle reste souvent sub-clinique chez les bovins. Les insectes vecteurs de la FCO sont des moucheron hématophages appartenant au genre *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). La FCO est une maladie à déclaration obligatoire à l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE). Elle perturbe le commerce international d'animaux et de produits d'origine animale (Saegerman *et al.*, 2008).

## Historique des sérotypes 1 et 4 du virus de la FCO en Europe méditerranéenne

Avant 1998, la FCO était considérée en Europe comme une maladie exotique, avec quelques incursions sporadiques. Le sérotype 10 (BTV-10) a été observé en Espagne et au Portugal de 1956 à 1960 (Sellers *et al.*, 1978). Plus tard (1979-80), une incursion de BTV-4 a été observée dans l'est du Bassin méditerranéen à proximité de la Turquie (îles grecques de Lesbos et de Rhodes) (Mellor et Boorman, 1995). Ce même sérotype a été retrouvé en Grèce en 1999 et 2000. Aucun foyer de BTV-4 n'a été notifié en Europe jusqu'en 2003, quand le virus a été confirmé en Italie, dans les Îles Baléares et en Corse. L'année suivante, ce sérotype a été retrouvé en Corse, en Espagne continentale et au Maroc, puis en Sardaigne, en Sicile, en Italie continentale, en Espagne, et au Portugal en 2005 (Breard *et al.*, 2007; Purse *et al.*, 2005). Une campagne de vaccination des ovins contre le BTV-4 a été menée en

Espagne en 2004 et 2005 avec un vaccin atténué. Depuis 2006, ce vaccin a été remplacé par un vaccin inactivé, utilisé chez les bovins et ovins.

La circulation du BTV-1 a été observée pour la première fois en Algérie en 2006, avec une diffusion rapide dans le Bassin méditerranéen jusqu'en 2010 (Cêtre-Sossah *et al.*, 2011). Il a été détecté en juillet 2007 en Espagne dans la province de Cadix, et en même temps au Portugal et en France (de Diego *et al.*, 2014). Une campagne de vaccination contre le BTV-1 a été menée en Espagne en 2007 puis en 2009 avec un vaccin inactivé contre le BTV-1 et le BTV-4. Le nombre annuel de foyers en Espagne est passé de 2 861 en 2008 à 80 en 2010. Depuis, un petit nombre de foyers (4 en 2011 et 2012; 5 en 2013) ont été déclarés en Espagne jusqu'à 2014. Le BTV-1 est réapparu en Sardaigne en même temps qu'une souche réassortie de BTV-4 à l'automne 2012 (Lorusso *et al.*, 2013) puis en 2013 quand l'épizootie de BTV-1 s'est propagée à la Sardaigne, la Corse (Sailleau *et al.*, 2014), la Sicile et l'Italie continentale (Lorusso *et al.*, 2014).

## L'épizootie de FCO en 2014 en Europe

### **Balkans, Turquie et Italie**

Les données disponibles sont résumées dans le [Tableau 1](#). Depuis la première notification de foyers causés par le BTV-4 en Grèce dans la région du Péloponnèse, (30 mai 2014), onze pays des Balkans ont été touchés par l'épizootie ([Figure 1](#)). Par ordre chronologique, les foyers ont été déclarés en Bulgarie en juillet, puis en Macédoine, en Albanie, en



**Figure 1.** Distribution des foyers de BTV-1 et BTV-4 dans l'Union européenne en 2014. Les régions en rouge représentent les zones où des foyers ont été détectés (source : ADNS)

Serbie, en Roumanie et en Turquie en août. En octobre, des foyers ont été déclarés en Bosnie-Herzégovine, en Croatie et en Hongrie. Les plus grands nombres de foyers ont été déclarés par la Grèce ( $n=2\,895$ ), la Bulgarie ( $n=1\,353$ ) et la Roumanie ( $n=1\,113$ ). La létalité apparaît élevée chez les ovins (moins élevée en Croatie (5 %) et en Turquie (13 %) et plus élevée en Grèce (39 %) et en Serbie (38 %)). Dans ces derniers pays, la létalité des caprins apparaît également élevée (26 % en Grèce et 34 % en Serbie). Une létalité élevée des bovins a été notifiée par la Macédoine (25 %), la Serbie (17 %) et la Grèce (16 %). Cependant, il faut considérer ces chiffres avec précaution, sans plus de précisions sur la définition des cas de morbidité, ni des modalités d'attribution des cas de mortalité au virus de la FCO.

En Italie, des suspicions de FCO ont été enregistrées début novembre 2014 dans la région des Pouilles (sud-est de l'Italie, sur la côte adriatique). Fin novembre, 25 foyers de BTV-4 étaient confirmés. Par ailleurs, des foyers de BTV-1 ont été détectés dans les régions suivantes: Abruzzes ( $n=146$ ), Basilicate ( $n=39$ ), Calabre ( $n=321$ ), Campanie ( $n=102$ ), Emilie-Romagne ( $n=16$ ), Lazio ( $n=327$ ), Marche ( $n=81$ ), Molise ( $n=35$ ), Pouilles ( $n=40$ ), Sardaigne ( $n=11$ ), Sicile ( $n=68$ ), Toscane ( $n=70$ ) et Ombrie ( $n=127$ ) (source : réunion européenne SCFCAH, janvier 2015). Les données disponibles sont résumées dans le [Tableau 2](#).

Les études phylogénétiques de la souche responsable des foyers dans les Balkans, en Turquie et en Italie indiquent qu'il s'agit d'une souche de BTV-4 distincte de celles qui ont circulé ces dernières années en Europe de l'ouest (notamment en Espagne).

### Espagne

En Espagne, les premières suspicions de BTV-4 ont été déclarées en septembre 2014. Début décembre, 351 foyers ont été déclarés en dehors de la zone habituelle de présence du BTV-4 (sud de l'Espagne). Les régions affectées étaient: Ciudad Real ( $n=50$ ), Tolède ( $n=2$ ), Badajoz ( $n=59$ ), Cáceres ( $n=14$ ), Córdoba ( $n=146$ ), Séville ( $n=43$ ), Jaén ( $n=31$ ) et Cadix ( $n=6$ ). Les estimations de morbidité des ruminants sensibles étaient de 6,4 % avec une mortalité de moins de 1 %. Dans le même temps, sept foyers de BTV-1 ont été déclarés dans le sud du pays, dans la région de Cadix (source : réunion européenne SCFCAH, décembre 2014).

## Mesures de lutte adoptées en 2014

### Balkans et Turquie

Pendant l'épizootie en 2014, seule la Turquie a utilisé la vaccination dans la zone de restriction (100 km autour des foyers) suite au premier foyer détecté. Les autres pays ont mis en place uniquement des mesures de quarantaine, de restriction des mouvements d'animaux et de lutte contre les vecteurs.

Au printemps 2015, la Croatie, la Hongrie, la Roumanie et la Bulgarie ont prévu de vacciner les ruminants domestiques contre le BTV-4, ainsi que de mettre en place des mesures de surveillance par des animaux sentinelles et de suivi de l'activité vectorielle. Les autres pays des Balkans mettront en place des mesures de surveillance par des animaux sentinelles et de lutte contre les vecteurs.

### Italie et Espagne

L'Italie a mis en œuvre la vaccination obligatoire contre le BTV-1 chez les bovins, caprins et ovins dans les zones de restriction du centre et du sud du pays incluant la Sardaigne et la Sicile.

L'Espagne a fait de même chez les bovins et ovins: i) contre BTV-1 dans le sud du pays, ii) contre BTV-4 dans le sud et le centre du pays (source : réunion européenne SCFCAH, novembre, décembre, 2014).

## Discussion

### Diffusion de BTV-4 dans les Balkans et Turquie

Une telle extension de la FCO sur le pourtour méditerranéen avait déjà été observée entre 1999 et 2001 avec le BTV-9 en Grèce, en Bulgarie, dans les pays de l'ex-Yougoslavie, puis en Italie. La Roumanie n'avait à notre connaissance pas été atteinte. L'épizootie en cours de BTV-4 s'est donc propagée dans des zones plus septentrionales que celle de 1999/2001.

Bien que les données disponibles de diversité et d'abondance des *Culicoides* dans cette région soient incomplètes, il est vraisemblable

Tableau 1. Caractéristiques de l'épizootie de FCO BTV-4 dans les Balkans et en Turquie en 2014 (source OIE)

Nom du pays	Nombre de foyers	Date de début de l'épizootie en 2014	Nombre total d'animaux									
			Espèces	Sensibles	Cas		Morts*		Détruits		Abattus	
					n	%	n	%	n	%	n	%
Albanie	22	Août	Bovins	46	2	4,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			Caprins	131	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			Ovins	2796	577	20,6	96	16,6	0	0,0	0	0,0
			Total	2973	579	19,5	96	16,6	0	0,0	0	0,0
Bosnie et Herzégovine	2	Octobre	Ovins	1680	8	0,5	3	37,5	0	0,0	0	0,0
			Total	1680	8	0,5	3	37,5	0	0,0	0	0,0
Bulgarie	1353	Juillet	Bovins	54330	221	0,4	22	10,0	0	0,0	0	0,0
			Caprins	42921	87	0,2	2	2,3	0	0,0	0	0,0
			Ovins	383635	21591	5,6	7253	33,6	54	0,3	0	0,0
			Autre ruminants	551	50	9,1	48	96,0	0	0,0	0	0,0
			Total	481437	21949	4,6	7325	33,4	54	0,2	0	0,0
Croatie	59	Octobre	Bovins	102	21	20,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			Caprins	208	17	8,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			Ovins	1591	125	7,9	7	5,6	0	0,0	0	0,0
			Total	1901	163	8,6	7	4,3	0	0,0	0	0,0
Macédoine**	296	Juillet	Bovins	2553	57	2,2	14	24,6	0	0,0	0	0,0
			Caprins	621	13	2,1	2	15,4	0	0,0	0	0,0
			Ovins	34021	2013	5,9	578	28,7	4	0,2	0	0,0
			Ovins/caprins	46095	2652	5,8	521	19,6	2	0,1	0	0,0
			Total	83290	4735	5,7	1115	23,5	6	0,1	0	0,0
Grèce	2895	Mai	Bovins	2500	79	3,2	13	16,5	0	0,0	0	0,0
			Caprins	78778	1492	1,9	385	25,8	2	0,1	2	0,1
			Ovins	660727	73389	11,1	28856	39,3	0	0,0	0	0,0
			Ovins/caprins	410	25	6,1	1	4,0	0	0,0	0	0,0
			Total	742415	74985	10,1	29255	39,0	2	0,0	2	0,0
Hongrie	77	Octobre	Bovins	2843	188	6,6	3	1,6	63	33,5	111	59,0
			Caprins	18	1	5,6	1	100,0	0	0,0	0	0,0
			Ovins	1441	10	0,7	2	20,0	6	60,0	2	20,0
			Total	4302	199	4,6	6	3,0	69	34,7	113	56,8
Monténégro	23	Octobre	Bovins	21	7	33,3	1	14,3	0	0,0	0	0,0
			Ovins	863	31	3,6	11	35,5	0	0,0	0	0,0
			Total	884	38	4,3	12	31,6	0	0,0	0	0,0
Roumanie	1113	Août	Bovins	7575	1037	13,7	25	2,4	0	0,0	2	0,2
			Caprins	4478	21	0,5	3	14,3	0	0,0	0	0,0
			Ovins	82535	3001	3,6	851	28,4	0	0,0	1	0,0
			Ovins/caprins	8074	88	1,1	0	0,0	0	0,0	1	1,1
			Autre ruminants	15	2	13,3	2	100,0	0	0,0	0	0,0
			Total	102677	4149	4,0	881	21,2	0	0,0	4	0,1
Serbie	640	Août	Bovins	3329	218	6,5	37	17,0	0	0,0	0	0,0
			Caprins	1100	35	3,2	12	34,3	0	0,0	0	0,0
			Ovins	21901	2109	9,6	801	38,0	0	0,0	0	0,0
			Total	26330	2362	9,0	850	36,0	0	0,0	0	0,0
Turquie	4	Août	Bovins	120	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			Ovins	2738	161	5,9	22	13,7	0	0,0	0	0,0
			Total	2858	161	5,6	22	13,7	0	0,0	0	0,0

\* Létalité: proportion de morts rapportés au nombre d'animaux atteints

\*\* Ex-République yougoslave de Macédoine

**Tableau 2. Caractéristiques de l'épizootie de FCO en Italie en 2014 (BTV-1 et BTV-4) (Source : DG SANCO SCFAH, janvier 2015)**

BTV sérotype	Nombre de foyers	Date de début de l'épizootie en 2014	Nombre total d'animaux									
			Espèces	Sensibles	Cas		Morts*		Détruits		Abattus	
					n	%	n	%	n	%	n	%
BTV-1	1387	Septembre	Bovins/buffles	26 404	1 525	5,8	1	0,1	/	/	/	/
			Caprins/Ovins	205 304	16 905	8,2	6 158	36,4	/	/	/	/
			Total	231 708	18 430	8,0	6 159	33,4	/	/	/	/
BTV-4	25	Septembre	Bovins/buffles	508	24	4,7	0	0,0	/	/	/	/
			Caprins/Ovins	1 202	24	2,0	2	8,3	/	/	/	/
			Total	1 710	48	2,8	2	4,2	/	/	/	/

(/) = pas de données

\* Létalité: proportion de morts rapportés au nombre d'animaux atteints

que la situation est équivalente à celle du sud de l'Europe de l'Ouest, à savoir une dominance de *C. imicola* dans les zones méditerranéennes, et des espèces de l'ensemble *Obsoletus* (principalement les espèces jumelles *C. obsoletus* et *C. scoticus*) dans les zones non-méditerranéennes (Patakakis *et al.*, 2009; Purse *et al.*, 2006). Dans les zones méditerranéennes, *C. imicola* atteint son pic de population en septembre/octobre, mais ses populations peuvent se maintenir à un niveau important jusqu'en novembre si les températures restent élevées. Dans les zones non-méditerranéennes, les espèces de l'ensemble *Obsoletus* atteignent leur pic de population plutôt en début d'été, avec un pic secondaire en septembre/octobre et une baisse des populations par la suite. La dynamique de population des *Culicoides* n'est pas un facteur limitant pour le passage de l'hiver par le virus, dont la transmission l'année suivante va dépendre principalement du niveau d'immunité de la population hôte.

Il n'existe pas *a priori* de barrière physique pouvant limiter la progression du BTV-4 vers le nord-est, le plateau de Volhynie-Podolie (en Ukraine) ne présentant qu'une altitude faible. L'éventuelle progression vers le nord-est dépendrait notamment de l'efficacité des mesures de lutte prises en Roumanie, les espèces de *Culicoides* de l'ensemble *Obsoletus* étant certainement présentes en abondance dans ces zones. Il est donc possible qu'on assiste en 2015 à une extension du BTV-4 vers le nord-est. L'extension vers le nord-ouest depuis la Hongrie va dépendre de l'efficacité des mesures de lutte prises, la grande Plaine hongroise étant cependant relativement bien circonscrite au nord par la chaîne des Carpates et à l'est par les Alpes.

### Diffusion de BTV-1 et BTV-4 en Italie et Espagne

Jusqu'à présent, il n'y a pas eu de passage du virus de la FCO depuis l'Italie continentale vers la France. Cela peut s'expliquer en partie par l'efficacité des mesures de police sanitaire prises en Italie et les barrières géographiques constituées par les Apennins et les Alpes. Cependant, ces barrières montagneuses présentent des zones de moindre altitude, notamment sur le littoral. Un autre facteur défavorable à la diffusion du virus est le cordon sanitaire naturel que représente le littoral méditerranéen français, avec une faible abondance: i) des ruminants sensibles et ii) des populations de *Culicoides* d'espèces méditerranéennes, y compris *C. imicola* qui atteint la limite septentrionale de sa distribution (Venail *et al.*, 2012), et d'espèces paléarctiques, comme celles de l'ensemble *Obsoletus* (Balenghien *et al.*, 2012). Cela étant, des sauts de distribution de l'infection liés à des mouvements d'animaux sont toujours possibles.

En Espagne, le fait marquant est la progression de l'épizootie à BTV-4 malgré la vaccination, limitée aux ovins et aux bovins des régions infectées: elle était facultative dans les autres régions qui sont aujourd'hui infectées. Au final, l'infection est remontée vers le nord, alors qu'en 2013 elle était restée confinée au sud du pays.

Le cheptel français est immunologiquement naïf vis-à-vis du BTV-4, et la situation épidémiologique dans les Balkans montre sans ambiguïté que l'infection avec ce virus peut se propager en dehors de la zone de présence de *C. imicola*.

## Lutte anti-vectorielle

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode permettant de réduire efficacement les populations de *Culicoides*. Le traitement insecticide des animaux avec des formulations topiques de type *pour-on* fournit une certaine protection individuelle. Cependant, si ces formulations diminuent le contact entre hôtes et vecteurs et provoquent une mortalité de *Culicoides* entrant en contact avec les animaux traités, la protection n'est jamais de 100 % et la rémanence est courte sur les parties glabres: forte diminution de la mortalité infligée dans la première semaine post-traitement et disparition de tout effet dans les deux à trois semaines (Venail, 2014). La rémanence pourrait être plus longue dans le pelage de l'animal. Cela est vraisemblablement lié à la faible diffusion de l'insecticide sur le corps de l'animal et à son élimination rapide. Par ailleurs, l'utilisation d'insecticides produit des résidus susceptibles d'avoir des effets indésirables sur d'autres espèces d'arthropodes et sur les chaînes trophiques auxquelles ils appartiennent.

Ainsi, il ne fait aucun doute que la vaccination reste, à l'heure actuelle, le seul moyen réellement efficace de lutte contre la FCO. Les traitements insecticides des animaux permettent au mieux de limiter la transmission et ralentir la diffusion, sans la stopper.

## Remerciements

Dr. Kujtim Mersini, des services vétérinaires d'Albanie, Dr. Ylli Pema, du Projet PAZA « Protection Against Zoonotic Diseases », Albanie et Dr. Greta Nikolovska des services vétérinaires d'ex-République Yougoslave de Macédoine pour leur contribution pour la validation de certaines données épidémiologiques.

## Références bibliographiques

- Balenghien, T., Delécolle, J.-C., Setier-Rio, M.-L., Rakotoarivony, I., Allène, X., Venail, R., Delécolle, D., Lhoir, J., Mathieu, B., Chavernac, D., others, 2012. Vecteurs du virus de la fièvre catarrhale ovine: suivi des populations de *Culicoides* en 2011 en France. *Bull. Epid. Santé Anim.* 54, 35–40.
- Bréard, E., Sailleau, C., Nomikou, K., Hamblin, C., Mertens, P.P.C., Mellor, P.S., El Harrak, M., Zientara, S., 2007. Molecular epidemiology of bluetongue virus serotype 4 isolated in the Mediterranean Basin between 1979 and 2004. *Virus Res.* 125, 191–197. doi:10.1016/j.virusres.2007.01.002
- Cêtre-Sossah, C., Madani, H., Sailleau, C., Nomikou, K., Sadaoui, H., Zientara, S., Maan, S., Maan, N., Mertens, P., Albina, E., 2011. Molecular epidemiology of bluetongue virus serotype 1 isolated in 2006 from Algeria. *Res. Vet. Sci.* 91, 486–497. doi:10.1016/j.rvsc.2010.10.002
- De Diego, A.C.P., Sánchez-Cordón, P.J., Sánchez-Vizcaíno, J.M., 2014. Bluetongue in Spain: from the first outbreak to 2012. *Transbound. Emerg. Dis.* 61, e1–11. doi:10.1111/tbed.12068
- Lorusso, A., Sghaier, S., Ancora, M., Marcacci, M., Di Gennaro, A., Portanti, O., Mangone, I., Teodori, L., Leone, A., Camma', C., Petrini, A., Hammami, S., Savini, G., 2014. Molecular epidemiology of bluetongue virus serotype 1 circulating in Italy and its connection with northern Africa. *Infect. Genet. Evol.* 28, 144–149. doi:10.1016/j.meegid.2014.09.014
- Lorusso, A., Sghaier, S., Carvelli, A., Di Gennaro, A., Leone, A., Marini, V., Pelini, S., Marcacci, M., Rocchigiani, A.M., Puggioni, G., Savini, G., 2013.

- Bluetongue virus serotypes 1 and 4 in Sardinia during autumn 2012: New incursions or re-infection with old strains? *Infect. Genet. Evol.* 19, 81–87. doi:10.1016/j.meegid.2013.06.028
- Mellor, P.S., Boorman, J., 1995. The transmission and geographical spread of African horse sickness and bluetongue viruses. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 89, 1–15.
- Patakakis, M.J., Papazahariadou, M., Wilson, A., Mellor, P.S., Frydas, S., Papadopoulos, O., 2009. Distribution of *Culicoides* in Greece. *J. Vector Ecol. J. Soc. Vector Ecol.* 34, 243–251. doi:10.1111/j.1948-7134.2009.00033.x
- Purse, B.V., Mellor, P.S., Rogers, D.J., Samuel, A.R., Mertens, P.P.C., Baylis, M., 2005. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat. Rev. Microbiol.* 3, 171–181. doi:10.1038/nrmicro1090
- Purse, B.V., Nedelchev, N., Georgiev, G., Veleva, E., Boorman, J., Denison, E., Veronesi, E., Carpenter, S., Baylis, M., Mellor, P.S., 2006. Spatial and temporal distribution of bluetongue and its *Culicoides* vectors in Bulgaria. *Med. Vet. Entomol.* 20, 335–344. doi:10.1111/j.1365-2915.2006.00636.x
- Saegerman, C., Reviriego-Gordejo, F., Pastoret, P.-P., 2008. Fièvre catarrhale ovine en Europe du nord. OIE, Paris.
- Sailleau, C., Viarouge, C., Bréard, E., Perrin, J.B., Doceul, V., Vitour, D., Zientara, S., 2014. Emergence of Bluetongue Virus Serotype 1 in French Corsica Island in September 2013. *Transbound. Emerg. Dis.* doi:10.1111/tbed.12207
- Sellers, R.F., Pedgley, D.E., Tucker, M.R., 1978. Possible windborne spread of bluetongue to Portugal, June–July 1956. *J. Hyg. (Lond.)* 81, 189–196.
- Venail, R., 2014. Sensibilité aux insecticides et évaluation préliminaire des méthodes de lutte antivectorielle disponibles contre les *Culicoides* (Diptera : Ceratopogonidae) paléarctiques, vecteurs de virus émergents d'intérêt en santé animale (Thèse d'université). Université de Montpellier.
- Venail, R., Balenghien, T., Guis, H., Tran, A., Setier-Rio, M.-L., Delécolle, J.-C., Mathieu, B., Cêtre-Sossah, C., Martinez, D., Languille, J., Baldet, T., Garros, C., 2012. Assessing Diversity and Abundance of Vector Populations at a National Scale: Example of *Culicoides* Surveillance in France After Bluetongue Virus Emergence, in: Mehlhorn, H. (Ed.), *Arthropods as Vectors of Emerging Diseases*, Parasitology Research Monographs. Springer Berlin Heidelberg, pp. 77–102.

## Brève. La maladie de Schmallenberg : analyse des suspicions cliniques réalisées par les vétérinaires praticiens français en 2012

### Short item. *Schmallenberg disease: analysis of clinical suspicions reported by French veterinary practitioners in 2012*

Gina Zanella (1) (gina.zanella@anses.fr), Fabienne Maitia (2), Morgane Dominguez (3), Corinne Sailleau (4), Emmanuel Bréard (4), Barbara Dufour (2)

(1) Université Paris Est, Anses, Laboratoire de santé animale, Unité d'épidémiologie, Maisons-Alfort, France

(2) ENVA, Unité EpiMAI, Maisons-Alfort, France

(3) Anses, Direction des laboratoires, UCAS, Maisons-Alfort, France

(4) Université Paris Est, Anses, Laboratoire de santé animale, UMR 1161 Virologie, Maisons-Alfort, France

**Mots-clés: Virus Schmallenberg, surveillance, signes cliniques/Keywords: *Schmallenberg virus, Surveillance, Clinical signs***

Un syndrome qui incluait de la fièvre, une chute de la production laitière et une diarrhée a été signalé entre août et octobre 2011 chez des vaches laitières dans le nord-ouest de l'Allemagne et dans des régions de l'est des Pays-Bas (Muskens *et al.*, 2012, Hoffmann *et al.*, 2012). En novembre 2011, le Friedrich Loeffler Institute (FLI) identifiait un nouvel arbovirus appartenant au genre *Orthobunyavirus* et à la famille des *Bunyaviridae* à partir du sang de vaches qui présentaient ce syndrome (Hoffmann *et al.*, 2012). Ce nouveau virus a été nommé virus Schmallenberg (SBV, Schmallenberg virus) du nom de la ville d'où provenaient les prélèvements. En novembre 2011, les premiers cas de malformations congénitales associés à ce virus, regroupées sous le terme de syndrome arthrogrypose-hydranencéphalie, étaient rapportés chez des agneaux aux Pays-Bas (van den Brom *et al.*, 2012). Entre décembre 2011 et janvier 2012, des malformations congénitales étaient également signalées en Allemagne (FLI, 2012) et en Belgique (FASFC, 2012).

En France, dès le 4 janvier 2012, la Direction générale de l'alimentation (DGAL) a mis en place une surveillance dont les modalités ont été définies sur proposition de la Plateforme ESA (Calavas *et al.*, 2012). Il s'agissait d'une surveillance clinique des malformations (syndrome d'arthrogrypose-hydranencéphalie) chez les ruminants visant à déceler la circulation du virus Schmallenberg sur le territoire métropolitain (Note de service DGAL/SDSPA/N2012-8007 du 4 janvier 2012). La confirmation biologique des premiers foyers de SBV a été obtenue le 25 janvier 2012 dans des élevages ovins de Moselle et de Meurthe-et-Moselle. La surveillance reposait sur les vétérinaires praticiens qui renseignaient des fiches de suspicion accompagnées de prélèvements biologiques pour le diagnostic du virus, dès l'apparition de suspicions de la maladie. Une suspicion chez un bovin, ovin ou caprin était définie comme un avorton ou nouveau-né malformé (arthrogrypose, raccourcissement des tendons du jarret, déformation de la mâchoire, hydranencéphalie torticolis...) ou un nouveau-né présentant des troubles neurologiques (paralyse flasque, mouvements exagérés, hyperexcitabilité, difficulté à téter, ataxie...). Jusqu'au 8 mars 2012, tous les prélèvements ont été envoyés au laboratoire de santé animale de l'Anses de Maisons-Alfort pour diagnostic. À partir de cette date les prélèvements originaires des départements où des cas avaient déjà été confirmés devaient être envoyés aux laboratoires départementaux.

Une étude a été mise en place afin d'établir les relations entre les résultats de laboratoire et les informations disponibles pour l'ensemble des suspicions traitées au LSA en tenant compte de l'espèce et du type de prélèvement. Sur les 2 192 fiches reçues, les signes cliniques indiqués ne correspondaient pas à la définition de la suspicion pour 373 (17 %) de ces fiches et pour 230 (11 %) autres fiches un résultat de RT-PCR n'était pas disponible. Ainsi, 1 596 fiches ont été saisies et analysées. Les malformations ont été classées en trois groupes: malformations des membres (arthrogrypose), malformations de la colonne vertébrale (dont le torticolis) et malformations TMC (de la tête, de la mâchoire ou du crâne) (Figures 1 et 2). Un score clinique a été créé pour tenir compte des trois types de malformations présentes chez un avorton ou nouveau né (score 1: présence d'une malformation, score 2: présence de deux malformations, score 3: présence de trois malformations). Une analyse univariée a été réalisée pour étudier l'association entre le statut RT-PCR de l'avorton et le type de prélèvement (encéphale, rate ou sang), les modalités de l'avortement (à terme ou avant terme), l'espèce (bovin, ovin ou caprin), les trois types de malformation et le score clinique. Une analyse multivariée (régression logistique) a été effectuée pour tester les effets des variables significatives lors de l'analyse univariée.

Toutes les variables, à l'exception des modalités de l'avortement, étaient significativement liées au résultat de RT-PCR lors de l'analyse univariée. Ces variables ont donc été retenues pour effectuer deux régressions logistiques qui ont permis de tester séparément les trois types de malformation d'un côté et le score clinique de l'autre. Des données pour l'ensemble de ces variables étaient disponibles pour 932 avortons.

L'analyse multivariée a montré que le type de prélèvement, l'espèce, les trois types de malformation et le score clinique étaient significativement associés à un résultat positif en RT-PCR ( $p < 0,001$ ). Les odds ratio (OR) du type de prélèvement obtenus avec les deux régressions logistiques (Tableaux 1 et 2) indiquaient qu'il était plus probable d'obtenir un résultat positif au SBV à partir d'un prélèvement de l'encéphale (OR=11,3 en incluant les trois types de malformation; OR= 11,4 en incluant le score clinique;  $p < 0,001$ ), suivi du sang (OR=2,7 en incluant les trois types de malformation; OR=2,7 en incluant le score clinique;  $p < 0,001$ ) par rapport à la rate (modalité de référence). De même, il était également plus probable de trouver



Figure 1. Torticolis, scoliose et arthrogrypose des quatre membres chez un veau atteint de SBV (photo F. Maitia)



Figure 2. Brachygnathie inférieure chez un agneau atteint de SBV (photo F. Maitia)

**Tableau 1. Régression logistique des résultats RT-PCR SBV en fonction du prélèvement, de l'espèce et des trois types de malformation**

Variable	Description	OR	IC 95 %	p
Prélèvement	Encéphale	11,3	6,9 – 23,6	< 0,001
	Sang	2,7	1,4 – 6,5	< 0,001
	Rate	Réf.		
Espèce	Ovin	7,2	4,9 – 10,9	< 0,001
	Caprin	3,6	1,3 – 9,8	< 0,001
	Bovin	Réf.		
Malformations membres	Présence	4,7	3,1 – 7,2	< 0,001
	Absence	Réf.		
Malformations colonne vertébrale	Présence	2,1	1,6 – 2,9	< 0,001
	Absence	Réf.		
Malformations TMC	Présence	1,7	1,3 – 2,3	< 0,001
	Absence	Réf.		

Réf. : modalité de référence ; TMC : tête, mâchoire, crâne.

**Tableau 2. Régression logistique des résultats RT-PCR SBV en fonction du prélèvement, de l'espèce et du score clinique**

Variable	Description	OR	IC 95 %	p
Prélèvement	Encéphale	11,4	5,8 - 22,2	< 0,001
	Sang	2,7	1,2 - 6,2	< 0,001
	Rate	Réf.		
Espèce	Ovin	8,2	5,2 - 13	< 0,001
	Caprin	4,2	1,3 - 13,5	< 0,001
	Bovin	Réf.		
Score clinique	3	3,8	1,9 - 7,7	< 0,001
	2	2,1	1,5 - 2,9	< 0,001
	1	Réf.		

Réf. : modalité de référence.

des résultats positifs chez les ovins (OR=7,2 en incluant les trois types de malformation ; OR=4,7 en incluant le score clinique ;  $p < 0,001$ ) et les caprins (OR=3,6 en incluant les trois types de malformation ; OR=4,2 en incluant le score clinique ;  $p < 0,001$ ) par rapport aux bovins (modalité de référence). Les trois types de malformation étaient plus fréquemment liés à des résultats RT-PCR positifs ; l'OR étant bien plus élevé pour les malformations des membres (OR=4,7 ;  $p < 0,001$ ), suivi de la malformation de la colonne (OR=2,1 ;  $p < 0,001$ ) et des malformations TMC (OR=1,7 ;  $p < 0,001$ ). Les animaux présentant les trois types de malformations (OR=3,8,  $p < 0,001$ ) ou deux (OR=2,1,  $p < 0,001$ ) avaient des probabilités plus élevées d'avoir un résultat positif par rapport à ceux présentant une seule malformation (modalité de référence).

Suite à cette étude, un effet du type de prélèvement sur le résultat de l'analyse de laboratoire a bien été mis en évidence. Cet effet a rapidement été remarqué au Laboratoire de santé animale de Maisons-Alfort au cours de la surveillance en 2012 et a entraîné la réalisation des analyses à partir des seuls prélèvements d'encéphale, dès la fin du

mois de février 2012. Différentes études ont appuyé cette observation (Bilk *et al.*, 2012 ; De Regge *et al.*, 2013, Dominguez *et al.*, 2012 ). Les résultats positifs étaient plus fréquents dans l'espèce ovine et caprine que dans l'espèce bovine. L'hypothèse de la durée de gestation plus longue chez les bovins, laissant le temps au fœtus immunocompétent d'éliminer le virus de son organisme, pourrait expliquer ces résultats. Cette hypothèse aurait pu être confirmée dans notre étude si un test ELISA avait été effectué chez les avortons ou les nouveaux nés (avant la prise de colostrum) mais cet outil sérologique n'était pas disponible à l'époque. Elle a cependant été confirmée par d'autres études mises en place en Europe (Bouwstra *et al.*, 2013 ; Wernike *et al.*, 2014). Enfin, la présence des trois types de malformation est fortement évocatrice de l'infection due au SBV, d'autant plus quand deux ou trois malformations sont présentes en même temps. Cette bonne valeur prédictive permettrait de s'affranchir de la confirmation des suspicions du SBV par le laboratoire.

Une présentation de cette étude a été réalisée lors des journées scientifiques de l'Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA) le 20 mars 2015. Les textes des conférences de ces journées seront publiés dans le prochain numéro de la revue *Épidémiologie Santé animale*.

## Références bibliographiques

- Bilk S., Schulze C., Fischer M., Beer M., Hlinak A., Hoffmann B., 2012. Organ distribution of Schmallenberg virus RNA in malformed newborns. *Vet. Microbiol.* 159, 236-238.
- Bouwstra R.J., Kooi E.A. De Kluijver E.P., Verstraten A., Bongers J.H., Van Maanen C., 2013. Schmallenberg virus outbreak in the Netherlands: routine diagnostics and tests results. *Vet. Microbiol.* 165, 102-108.
- Calavas D., Fediaevsky A., Collin E., Touratier A., Amar P., Moquay V., Marcé C., Bronner A., Hendrikx P. (2012) Plateforme nationale de surveillance épidémiologique en santé animale : missions prioritaires et organisation. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 48, 2-5.
- Dominguez M., Zientara S., Languille J., Touratier A., Collin E., Morignat E., Hendrikx P., Calavas D. Situation épidémiologique de l'infection congénitale par le virus Schmallenberg en France : bilan mi-avril 2012. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.*, 51,18-21.
- De Regge N., Van Den Berg T., Georges L., Cay B., 2013. Diagnosis of Schmallenberg virus infection in malformed lambs and calves and first indications for virus clearance in the fetus. *Vet. Microbiol.* 162, 595-600.
- FASFC, 2012. Virus Schmallenberg. <http://www.favv-afsc.be/santeanimale/schmallenberg/#d>
- Fli, 2012. Information of the Friedrich Loeffler Institute Available at: [http://www.fli.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/tierseuchen/Schmallenberg\\_Virus/Schmallenberg\\_Virus-20120110\\_en.pdf](http://www.fli.bund.de/fileadmin/dam_uploads/tierseuchen/Schmallenberg_Virus/Schmallenberg_Virus-20120110_en.pdf)
- Hoffmann, B., Scheuch M., Hoper D., Jungblut R., Holsteg M., Schirrmeier H., Eschbaumer M., Goller K. V., Wernike K., Fischer M., Breithaupt A., Mettenleiter T. C., Beer M., 2012. Novel orthobunyavirus in cattle, Europe, 2011. *Emerg. Infect. Dis.* 18, 469-472.
- Note de service DGAL/SDSPA/N2012-8007 du 4 janvier 2012. Emergence orthobunyaviridé (Schmallenberg virus) – surveillance du territoire pendant l'hiver 2011/2012 [<http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20128007Z.pdf>]
- van den Brom, R., Lutikholt S. J., Lievaart-Peterson K., Peperkamp N. H., Mars M. H., Van Der Poel W. H., Vellema P., 2012: Epizootic of ovine congenital malformations associated with Schmallenberg virus infection. *Tijdsch. Diergeneesk.* 137, 106-111.
- Wernike K., Conraths F., Zanella G., Granzow H., Gache K., Schirrmeier H., 2014 Schmallenberg virus - Two years of experiences. *Prev. Vet. Med.* doi: 10.1016/j.prevetmed.2014.03.021

## Brève. Échinococcose kystique en Corse: identification d'*Echinococcus canadensis* chez le chien

### Short-item. *Cystic echinococcosis in Corsica: report of Echinococcus canadensis in dogs*

Sébastien Grech-Angelini (1) (angelini@corse.inra.fr), Gérald Umhang (2), Céline Richomme (2), Oscar Maestrini (1), Carine Peytavin de Garam (2), Jean-Marc Boucher (2), Dieter Van Cauteren (3), Frédéric Grenouillet (4), François Casabianca (1), Frank Boué (2)

(1) Inra, Laboratoire de recherches sur le développement de l'élevage, Corte, France

(2) Anses, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage, Laboratoire national de référence pour *Echinococcus* spp, Nancy, France

(3) InVS, Département des maladies infectieuses, Saint-Maurice, France

(4) Centre national de référence pour l'échinococcose alvéolaire, Centre collaborateur OMS pour la prévention et le traitement des échinococcoses, CHRU de Besançon, France

**Mots-clés:** *Echinococcus canadensis*, Chien, Corse/Keywords: *Echinococcus canadensis*, Dog, Corsica

L'échinococcose kystique ou hydatidose est une zoonose parasitaire due à l'infestation par un parasite de la famille des *Taeniidae*, *Echinococcus granulosus sensu lato* (*s.l.*). Elle est endémique dans la majorité des pays du pourtour méditerranéen. Chez les hôtes intermédiaires mammifères, la maladie se manifeste par la présence de kystes hydatiques (essentiellement au niveau du foie). De précédentes enquêtes menées en Corse avaient révélé une prévalence importante de l'hydatidose chez les porcs (5,4 %) et les sangliers (4,0 %) avec mise en évidence du génotype mixte G6-7 d'*E. granulosus s.l.* (Umhang *et al.*, 2014a). Dans la nouvelle taxonomie simplifiée des échinocoques, ce génotype appartient à l'espèce *Echinococcus canadensis* qui regroupe les génotypes G6 à G10 (McManus, 2013). En France métropolitaine ce génotype G6-7 a uniquement été mis en évidence en Corse (Umhang *et al.*, 2014b). Les saisies de foies infestés à l'abattoir causent une perte financière importante pour les éleveurs de porcs en Corse, qui ne peuvent pas valoriser, par salaison, les abats infestés. L'objectif de cette étude était d'estimer la prévalence de l'échinococcose canine en Corse afin d'étudier le rôle du chien dans le cycle d'*E. canadensis*. Aussi, le parasite a été recherché dans les selles d'un échantillon de chiens par un système multiplex de PCR en temps réel permettant la détection d'*E. granulosus sensu stricto* (génotypes G1 à G3 d'*E. granulosus s.l.*) et d'*E. canadensis* (G6-G7). La campagne de collecte des selles de chiens s'est déroulée de septembre 2013 à mars 2014, dans 30 communes de Haute-Corse et de Corse du Sud concernées par l'élevage porcin (Figure 1). Les selles étaient collectées dans les chenils des chiens de chasse (inclus prioritairement dans l'échantillon) ou en cliniques vétérinaires lorsque les animaux étaient hospitalisés.

Au total, 259 chiens ont été échantillonnés, 86 % étaient des adultes (âge supérieur à un an) et 60 % des mâles. Les chiens de chasse représentaient 96 % de l'échantillon, et 19 % vivaient sur le site d'une exploitation porcine. Cette étude est la première à fournir un génotypage d'*E. granulosus sensu lato* chez le chien en France, et la présence d'*E. canadensis* (G6-7) a été mise en évidence dans les selles de trois chiens corses (Figure 1). Étant donné la relative homogénéité de la prévalence de l'hydatidose porcine observée sur l'île (Umhang *et al.*, 2014b), nous pouvons attendre que la prévalence canine soit comparable dans des zones d'élevage porcin non échantillonnées, mais présentant des pratiques similaires d'abandon dans la nature des déchets d'abattage de porcs et sangliers (voir ci-après). Aucune infestation par *E. granulosus sensu stricto* n'a été observée chez les chiens de l'étude, étayant l'absence précédemment constatée, chez les hôtes intermédiaires, de cette espèce parasitaire dans l'île alors qu'elle est majoritaire en France continentale et en Sardaigne (Umhang *et al.*, 2014a et 2014b; Varcasia *et al.*, 2006). Le chien et le renard (*Vulpes vulpes*) sont les deux carnivores, hôtes définitifs potentiels d'*E. granulosus s.l.*, présents en Corse. Le renard étant un hôte définitif possible d'*E. granulosus sensu stricto* uniquement (McManus, 2013), le chien apparaît bien ici comme l'hôte définitif, très certainement principal, dans le cycle d'*E. canadensis* en Corse. Ce résultat donne écho à l'identification des porcs et des sangliers comme hôtes intermédiaires du parasite dans cette région (Umhang *et al.*, 2014a et 2014b). Compte tenu du faible nombre de chiens positifs, la recherche de facteurs associés à la présence d'*E. canadensis* chez le chien n'a pas été possible, mais des entretiens réalisés auprès des propriétaires ont montré que certaines pratiques d'élevage étaient clairement à risque s'agissant de l'entretien du cycle parasitaire. En effet, 33 % des chiens échantillonnés étaient nourris avec une alimentation contenant des abats de porcs ou de sangliers, 60 % n'étaient vermifugés qu'au mieux une fois par an et 68 % des propriétaires de ces chiens abandonnent régulièrement les carcasses de porcs ou de sangliers chassés dans la nature.

Parallèlement à cette étude concernant l'échinococcose canine, une extraction des données du PMSI (Programme de médicalisation des systèmes d'informations) pour la période 2004 – 2012 (Van Cauteren

*et al.*, 2014) a montré que l'incidence annuelle de l'hydatidose humaine était cinq fois plus importante en Corse (1,03 cas/100 000 habitants par an, soit trois nouveaux cas hospitalisés chaque année) que sur le continent (0,18 cas/100 000 habitants par an). En l'état actuel de nos connaissances sur l'épidémiologie d'*E. granulosus s.l.* en Corse, la recommandation d'une vermifugation plus fréquente des chiens (au moins quatre fois par an), et surtout une limitation stricte de l'accès des chiens aux viscères d'animaux (notamment par le passage des porcs en abattoir), restent les deux conditions nécessaires pour envisager une diminution de la présence du parasite sur l'île.

## Remerciements

Les auteurs remercient les propriétaires de chiens de Haute-Corse et de Corse du Sud pour leur participation à cette étude, les cliniques vétérinaires de l'Aqueduc (Ajaccio) et de l'Orta (Corte) pour la collecte de prélèvements, ainsi que la société Vétoquinol pour avoir fourni les vermifuges distribués aux propriétaires des chiens inclus dans l'étude.

## Référence bibliographiques

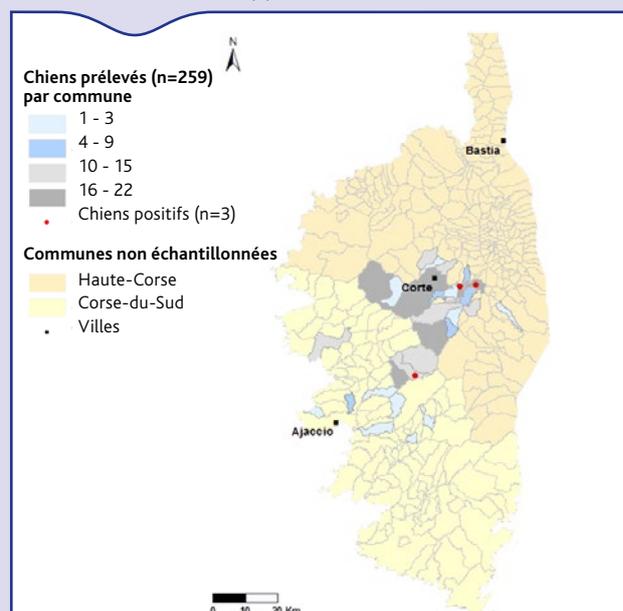
McManus D., 2013. Current status of the genetics and molecular taxonomy of *Echinococcus* species. *Parasitology*, 140, 1–7.

Umhang, G., Richomme, C., Hormaz, V., Boucher, J.M., Boué, F., 2014a. Pigs and wild boar in Corsica harbor *Echinococcus canadensis* G6/7 at levels of concern for public health and local economy. *Acta Tropica* 133, 64–68.

Umhang, G., Peytavin de Garam, C., Boucher, J.M., Itié-Hafez, S., Danan, C., Boué, F., 2014b. Epidémiologie de l'échinococcose canine à l'abattoir: résultats du plan de surveillance 2012. *Bull. Epid. Santé Anim.* Alim, 62, 8–12.

Van Cauteren, D., Grenouillet, F., De Valk, H., 2014. Estimating the incidence of cystic echinococcosis in France using the french hospital medical information database. Symposium de Besançon "Innovation for the management of echinococcosis".

Varcasia, A., Canu, S., Lightowlers, M.W., Scala, A., Garripa, G., 2006. Molecular characterization of *Echinococcus granulosus* strains in Sardinia. *Parasitol Res.*, 98 (3), 273-7.



**Figure 1.** Effectifs de chiens échantillonnés par commune en Corse de septembre 2013 à mars 2014 et localisation des chiens positifs à *E. canadensis* (G6-7)

# Évaluation du coût global du dispositif de surveillance de la brucellose bovine en France en 2013

Viviane Hénaux (1) (viviane.henaux@anses.fr), Anne Bronner (1), Jean-Baptiste Perrin (2), Anne Touratier (3), Didier Calavas (1)

(1) Anses, Laboratoire de Lyon, Unité Épidémiologie, Lyon, France

(2) Direction générale de l'alimentation, Bureau de la santé animale, Paris, France

(3) GDS France, Paris, France

## Résumé

L'objectif de cette étude était de quantifier le coût du dispositif de surveillance de la brucellose bovine en 2013, en intégrant les coûts supportés par l'État et par les éleveurs. La première étape a consisté à colliger les honoraires vétérinaires fixés par convention départementale entre les professions vétérinaire et agricole pour ce qui concerne les opérations de surveillance programmée et les contrôles à l'introduction, ou par la réglementation pour ce qui concerne les mesures de police sanitaire (déclaration des avortements et gestion des suspicions). Les tarifs des analyses ont été obtenus via une enquête auprès des laboratoires vétérinaires départementaux et des laboratoires interprofessionnels d'analyses laitières (LIAL). Le nombre d'interventions et d'analyses réalisées en 2013 a été extrait des systèmes d'information de la DGAL (Sigal) et des informations fournies par les LIAL. Le coût du dispositif a été estimé à 17 millions (M) € HT pour 2013. Le coût des opérations de police sanitaire prises en charge par l'État a été estimé à 3,7 M€ HT. Le coût de la surveillance programmée et des contrôles à l'introduction, payé par les éleveurs, a été estimé à 13,3 M€ HT. Toutefois, les opérations relatives à la surveillance programmée de la brucellose et aux contrôles à l'introduction sont partagées, pour partie, avec d'autres dangers sanitaires. Ainsi, il a été estimé que 5,3 M€ HT des honoraires vétérinaires pris en charge dans le cadre du dispositif de surveillance de la brucellose ont participé à la surveillance d'autres dangers sanitaires, soit 11,7 M€ HT attribuables spécifiquement au dispositif de surveillance de la brucellose. Il faut cependant noter que cette évaluation est sous-estimée, car elle ne prend pas en compte les montants liés à la gestion administrative et à l'animation du dispositif (ni pour les services de l'État, ni pour les organismes délégataires). Dans le contexte actuel de contraintes budgétaires croissantes, la connaissance des coûts de la surveillance est un préalable indispensable afin de réfléchir, dans le cadre de la Plateforme ESA, aux perspectives d'amélioration et d'optimisation de l'efficacité des dispositifs de surveillance épidémiologique en France.

## Mots-clés

Brucellose, bovins, coût, surveillance, maladie exotique

## Abstract

### *Evaluation of the cost of the surveillance system of bovine brucellosis in France in 2013*

*The objective of the study was to quantify the cost that had arisen in 2013 from the surveillance of bovine brucellosis, including the expenditures to the Government services and to farmers. The first step consisted in gathering data about veterinary fees chosen by convention in each department between veterinary and agricultural professions for programmed surveillance and introduction controls, or by regulations for animal health rules (abortion notifications and investigations of suspect cases). A survey was conducted among departmental veterinary laboratories and inter-professional milk testing laboratories (LIAL) to obtain the costs of brucellosis-screening analyses. The number of vet visits and analyses throughout 2013 were retrieved from the information systems of the DGAL (Sigal) and of the LIAL. The cost of the system was estimated to be 17 million (M) € (excluding VAT) for 2013. The cost funded by the government for animal health rules was estimated to be 3.7M€. Programmed surveillance and introduction controls, supported by the agricultural profession, were estimated to cost 13.3M €. Yet, operations related to programmed surveillance and introduction controls are shared, to some extent, with other diseases. Thus, it was estimated that 5.3M€ HT of the veterinary fees for the brucellosis surveillance system contributed to the surveillance of other diseases, and 11.7M € specifically attributed to the surveillance of brucellosis. This evaluation does not take into account the costs of administrative management and animation of the surveillance system (neither for the Government services, nor for managing agencies). In the present context of increasing budgetary constraints, the knowledge of surveillance costs is necessary to start reflecting, within the French Platform for epidemiological surveillance in animal health, about the prospects for improvement and optimization of the efficiency of epidemiological surveillance systems in France.*

## Keywords

*Brucellosis, Cattle, Cost, Surveillance, Exotic disease*

L'objectif principal de la surveillance épidémiologique des maladies exotiques est de détecter le plus tôt possible leur éventuelle introduction pour pouvoir mettre en place des mesures de lutte, de manière à limiter les conséquences sanitaires et économiques d'une diffusion large (Dufour and Hendriks, 2011). De nombreux dispositifs de surveillance actuels, spécifiques d'une maladie donnée, ont été mis en place à une période où la prévalence de la maladie surveillée était élevée. Les bénéfices liés au contrôle de ces maladies étant évidents, le coût et l'efficacité (c'est-à-dire la capacité à aboutir à de bonnes performances avec le minimum de dépenses) de ces dispositifs ont rarement été évalués, même lorsque la situation sanitaire avait favorablement évolué, allant parfois jusqu'à l'éradication de la maladie surveillée. Toutefois, compte tenu de l'évolution sanitaire très favorable vis-à-vis de ces maladies et en réponse à des contraintes budgétaires croissantes, il est devenu nécessaire d'évaluer le coût de la surveillance afin d'identifier des pistes d'amélioration de son efficacité.

La brucellose bovine est une maladie zoonotique, qui entraîne des avortements chez les femelles. La France est reconnue officiellement « indemne » de brucellose bovine depuis 2005 (Décision CE/2005/764). Toutefois, le risque d'introduction est non nul comme l'atteste la détection de cas humains autochtones et/ou de cas animaux dans deux départements en 2012 (Rautureau *et al.*, 2013). La surveillance de la brucellose bovine repose notamment sur la déclaration obligatoire des avortements qui a pour but la détection précoce de toute introduction de l'agent pathogène dans le cheptel bovin français. S'ajoutent des mesures annuelles de surveillance programmée dans l'ensemble des cheptels (dite « prophylaxie collective ») et des contrôles à l'introduction d'animaux dans les exploitations, qui visent à s'assurer du statut « officiellement indemne » de la France (Anonyme, 2008). Les modalités de la surveillance sont décrites dans Perrin *et al.* (2014). L'État prend en charge les honoraires perçus par les vétérinaires sanitaires et le coût des analyses biologiques au titre de la police sanitaire de la

brucellose bovine, c'est-à-dire les opérations réalisées dans le cadre de la surveillance événementielle (déclaration d'avortement) et de la mise sous arrêté préfectoral de mise sous surveillance (APMS) d'une exploitation (Anonyme, 2009). Le coût annuel du dispositif de surveillance de la brucellose bovine pour l'État a été estimé à environ 4 M€ HT en 2013 (Perrin *et al.*, 2014). Toutefois, ce montant n'inclut pas les coûts payés par les éleveurs (directement ou *via* leurs groupements de défense sanitaire (GDS)) pour le maintien de la qualification des cheptels dans le cadre de la surveillance programmée et des contrôles à l'introduction.

L'objectif de cette étude était d'estimer le plus finement possible le coût total (hors coûts de gestion) du dispositif de surveillance de la brucellose bovine pour l'année civile 2013, et d'évaluer les parts payées par l'État et la profession agricole pour les différentes modalités de surveillance.

## Matériels et méthodes

Les campagnes de dépistage de la brucellose bovine sont organisées le plus souvent d'octobre à avril. Toutefois, les données de surveillance programmée sont collectées par année civile. L'analyse a donc porté sur la fin de la campagne 2012/2013 et sur le début de la campagne 2013/2014, soit du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre 2013. Il est à noter que la surveillance dans un élevage n'étant pas programmée à date fixe, il est possible qu'un nombre limité d'élevages n'ait pas été inclus ou, au contraire, ait été inclus à deux reprises (cas d'une exploitation contrôlée en janvier 2013 pour la campagne 2012/2013 puis décembre 2013 pour la campagne 2013/2014).

### Honoraires vétérinaires

La première étape a consisté à colliger les honoraires vétérinaires pour les opérations de surveillance programmée, fixés par convention départementale (ou arrêté préfectoral) entre les représentants de la profession vétérinaire et ceux des propriétaires ou détenteurs d'animaux. Les conventions tarifaires pour 2013/2014 ont été obtenues *via* la DGAL pour 59 départements, *via* internet pour cinq départements et lors d'une visite en GDS pour un département, soit au total 69 % des départements de France métropolitaine. Afin de pouvoir comparer les tarifs entre départements, le tarif moyen d'une visite a été calculé en combinant le coût de la visite et, quand il n'était pas déjà inclus, le coût d'un déplacement (au forfait ou en considérant un trajet de 15 km, les indemnités forfaitaires de déplacement étant basées sur cette distance dans certaines conventions).

Les honoraires vétérinaires pour les opérations techniques de police sanitaire (gestion des suspicions et déclaration d'avortement) ont été extraits de la réglementation (Perrin *et al.*, 2014).

### Tarifs des analyses de laboratoire

Les tarifs des analyses de laboratoire pour l'année 2013 ont été obtenus *via* une enquête, réalisée en collaboration avec l'Association française des directeurs et cadres de laboratoires vétérinaires publics d'analyses (Adilva) et le Centre national interprofessionnel de l'économie laitière (Cniel), auprès des laboratoires vétérinaires départementaux (LVD) et des laboratoires interprofessionnels d'analyses laitières (LIAL) agréés pour les méthodes de dépistage de la brucellose bovine. Selon la liste des laboratoires agréés (<http://agriculture.gouv.fr/laboratoires-agrees-et-methodes-officielles-ensante-animale>), au 30 septembre 2013, seize laboratoires étaient agréés pour l'épreuve immuno-enzymatique (ELISA) sur lait de mélange, 63 pour le test ELISA sur sang, 76 pour l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT), 71 pour la Fixation du complément (FC) et quatorze pour la bactériologie (mise en culture).

L'enquête portait sur les tarifs pratiqués par les LVD et les LIAL pour les méthodes de dépistage de la brucellose bovine, incluant l'ELISA sur lait de mélange, l'ELISA sur sérum sanguin individuel, l'ELISA sur mélange de dix sérums, l'EAT sur sérum individuel, la FC sur sérum individuel et la bactériologie. Les tarifs étaient demandés en

€ HT et selon le contexte de surveillance (avortement, surveillance programmée, contrôle à l'introduction, recontrôle ou autre contexte).

## Données d'interventions et d'analyses

Les nombres d'interventions et d'analyses réalisées en 2013 dans le cadre de la surveillance programmée, des contrôles à l'introduction, des déclarations d'avortement et de la gestion des suspicions<sup>(1)</sup> ont été extraits du système d'information de la DGAL, Sigal. Pour les cheptels d'engraissement, les données relatives à l'état de qualification des ateliers vis-à-vis de la brucellose bovine, enregistrées dans Sigal entre 2004 et 2011, ont été utilisées pour déterminer le nombre d'ateliers d'engraissement dérogatoires. Les données des LIAL concernant le dépistage de la brucellose sur lait ont également été analysées.

**Tableau 1. Honoraires vétérinaires des visites, actes techniques et déplacements dans le cadre de la surveillance programmée (en € HT)**

	N <sup>(1)</sup>	Médiane	Intervalle interquartile
<b>Surveillance programmée</b>			
Visite d'exploitation <sup>(2)</sup>	46	23,76	21,86 - 28,04
Prélèvement de sang	66	2,29	2,19 - 2,72
Déplacement - par km	20	0,59	0,46 - 0,71
Déplacement - forfait	14	8,62	6,15 - 13,85
Visite + déplacement <sup>3</sup>	57	29,57	27,70 - 34,79
<b>Contrôle à l'introduction</b>			
Visite, inclut la prise sang sur le 1 <sup>er</sup> individu <sup>(2)</sup>	51	27,70	21,86-29,20
Prise de sang sur les animaux suivants	62	2,36	2,29-4,73
Déplacement - par km	34	0,50	0,41 - 0,70
Déplacement - forfait	4	13,38	12,45 - 14,93
Visite (1 <sup>er</sup> animal) + déplacement <sup>(3)</sup>	54	32,54	28,01 - 38,34
<b>Cheptels dérogatoires</b>			
Visite d'acquisition de la dérogation <sup>(2)</sup>	48	77,51	47,52 - 81,37
Visite de maintien de la dérogation	33	41,54	40,68 - 49,49
Déplacement - par km	27	0,44	0,41 - 0,59
Déplacement - forfait	6	13,85	13,14 - 14,72
Visite + déplacement <sup>(3)</sup>	48	83,08	56,37 - 87,52

(1) Nombre de départements pour lesquels la convention départementale précisait l'information.

(2) Les départements où le tarif de la visite incluait le déplacement n'ont pas été inclus.

(3) Le coût du déplacement correspond au tarif forfaitaire indiqué dans les conventions ou a été calculé à partir du tarif/km pour un trajet de 15 km ; les départements pour lesquels le coût du déplacement est facturé aux frais réels n'ont pas été inclus.

### Calcul du coût

Le coût des opérations techniques par modalité de surveillance a été calculé au niveau national, en faisant la somme sur l'ensemble des départements du produit entre le nombre d'opérations ou d'analyses et le tarif unitaire correspondant. Les choix suivants ont été faits (compte tenu des données disponibles): 1) lorsque le tarif d'une opération ou d'une analyse n'était pas connu pour un département, le tarif moyen national a été appliqué, 2) en ce qui concerne les déplacements, le calcul s'est fait à partir du montant forfaitaire d'indemnisation ou à partir du tarif kilométrique sur la base d'un trajet aller-retour de 15 km, 3) dans le cadre de la surveillance programmée, la réglementation stipule que les analyses ELISA se font sur sérum individuel ou sur un mélange de dix sérums; par conséquent, pour chaque laboratoire, le tarif des analyses ELISA sur mélange de sérums a été divisé par dix pour obtenir un tarif

(1) Un bovin est considéré comme suspect d'être infecté de brucellose après un avortement associé à l'obtention de résultats positifs (EAT + ou ELISA +, et FC +), d'une intradermo-brucellination positive, ou de deux résultats sérologiques positifs à 60 jours d'intervalle.

**Encadré. Méthode d'estimation de la part du coût de la surveillance d'une maladie attribuable aux autres dangers sanitaires surveillés – l'exemple de la brucellose bovine.**

L'approche consiste à déterminer la probabilité ( $\mathbb{P}$ ) qu'une autre maladie soit testée lors d'une visite servant au dépistage de la brucellose. La surveillance programmée par sérologie sur sang pour chaque maladie réglementée s'applique comme suit :

**Brucellose** : 20 % des bovins de plus de 24 mois dans 100 % des cheptels.

**IBR** : 100 % des bovins de plus de 24 mois dans 100 % des cheptels, ou sur 20 % des bovins âgés de plus de 24 mois dans les zones à « statut épidémiologique favorable ».

**Leucose** : dépistage quinquennal de 20 % des bovins.

**Tuberculose** : dans les départements intégrés dans le plan de surveillance programmée vis-à-vis de la tuberculose, la surveillance consiste en un dépistage par intradermo-tuberculation des bovins de plus de six semaines dans tout ou partie des élevages à un rythme de dépistage variable en fonction de la prévalence départementale.

**Hypodermose** : dépistage aléatoire des cheptels et dépistage ciblé sur les exploitations à risque. Cette maladie n'a pas été prise en considération du fait de la difficulté à connaître pour chaque département le nombre d'élevages où ces dépistages ont été demandés.

En ce qui concerne les contrôles à l'introduction, sont soumis à un dépistage :

**Brucellose** : les bovins introduits de plus de 24 mois en cas d'un transfert de plus de six jours depuis l'élevage fournisseur, ou en cas d'introduction à partir d'une exploitation présentant un risque sanitaire particulier vis-à-vis de la brucellose.

**IBR** : tous les bovins introduits, mais dérogation pour les animaux certifiés « indemnes d'IBR » si transportés en moins de six jours ; toutefois, la proportion d'animaux dans ce cas étant inconnu, cette dérogation n'a pas été prise en compte.

**Tuberculose** : tous les bovins introduits âgés de plus de six semaines.

Le **Tableau 1** récapitule les probabilités de dépistage de chaque maladie ciblée par une surveillance programmée lors d'une visite ou sur un

prélèvement de sang servant au dépistage de la brucellose bovine, en prenant l'exemple d'un département avec un rythme biennal de surveillance de la tuberculose. La brucellose est la maladie de référence (celle pour laquelle le coût du dispositif de surveillance a été estimé) et donc  $\mathbb{P}_{brucellose} = 1$ .

Pour chaque opération technique, la part ( $\Omega$ ) des honoraires vétérinaires liés au dispositif de surveillance de la brucellose attribuable à une autre maladie  $x$  ciblée par un dispositif de surveillance obligatoire est calculée par la formule suivante :

$$\Omega_x = \mathbb{P}_x / \sum_{maladies} \mathbb{P}_{maladies}$$

La part du coût du dispositif qui bénéficie à d'autres maladies que la brucellose varie entre départements en fonction du contexte sanitaire. Les estimations de la part moyenne, pour les visites et les prélèvements réalisés dans le cadre du dépistage programmé et des contrôles à l'introduction, attribuable à chaque danger sanitaire sont données dans le **Tableau 1**.

### Références réglementaires

**Brucellose** : Arrêté du 22 avril 2008 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la prophylaxie collective et à la police sanitaire de la brucellose des bovins.

**IBR** : Arrêté du 27 novembre 2006 fixant des mesures de prophylaxie collective de la rhino-trachéite infectieuse bovine (IBR).

**Leucose** : Arrêté du 31 décembre 1990 fixant les mesures financières relatives à la prophylaxie collective de la leucose bovine enzootique.

**Tuberculose** : 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 bovins et des caprins.

**Tableau 1. Probabilité de dépistage de chaque maladie ciblée par une prophylaxie obligatoire lors d'une visite ou sur un prélèvement servant au dépistage de la brucellose bovine et part ( $\Omega$ ) des coûts globaux attribuable à la brucellose**

	Probabilité de dépistage d'une maladie en même temps que la maladie de référence*	$\Omega$ « brucellose »	$\Omega$ « Tuberculose »	$\Omega$ « Leucose »	$\Omega$ « IBR »
<b>Dépistage sur sang</b>					
Visite	$\mathbb{P}(\text{brucellose}^*)=1$ ; $\mathbb{P}(\text{IBR})=1$ ; $\mathbb{P}(\text{leucose})=0,2$ ; $\mathbb{P}(\text{tuberculose})=$ dépend du département	45 %†	2 %†	9 %†	45 %†
Prélèvement	$\mathbb{P}(\text{brucellose}^*)=1$ ; $\mathbb{P}(\text{IBR})=1$ ; $\mathbb{P}(\text{leucose})=0,04$	49 %	0 %	2 %	49 %
<b>Contrôle à l'introduction</b>					
Visite	$\mathbb{P}(\text{brucellose}^*)=1$ ; $\mathbb{P}(\text{IBR})=1$ ; $\mathbb{P}(\text{tuberculose})= 1$	33 %	33 %	0 %	33 %
Prélèvement	$\mathbb{P}(\text{brucellose}^*)=1$ ; $\mathbb{P}(\text{IBR})=1$	50 %	0 %	0 %	50 %

\* La brucellose est la maladie de référence donc  $\mathbb{P} = 1$  ; pour une autre maladie, il s'agit de la probabilité qu'elle soit testée lors d'une visite servant au dépistage de la brucellose

† Moyenne, sur l'ensemble des départements, calculée en tenant compte du rythme de dépistage de la tuberculose dans chaque département

unitaire pour les échantillons inclus dans un mélange, 4) il a été considéré qu'une enquête épidémiologique<sup>(2)</sup> était menée dans chaque exploitation où au moins un animal avait obtenu un résultat positif à une épreuve de FC.

Sur le terrain, les opérations de surveillance programmée de la brucellose bovine sont menées de manière conjointe avec les mesures de dépistage d'autres dangers sanitaires de première ou seconde catégorie (tels que la tuberculose, la rhino-trachéite infectieuse bovine, la leucose bovine enzootique et l'hypodermose) ou non (diarrhée virale bovine). Aussi, les honoraires vétérinaires totaux (visite + prélèvements) obtenus pour les contrôles à l'introduction et la surveillance programmée de la brucellose peuvent être imputés à plusieurs maladies. Il convient donc de déduire du coût payé par les

éleveurs pour les visites et prélèvements obligatoires au titre de la surveillance de la brucellose la part attribuable à la surveillance d'autres maladies. L'approche utilisée est détaillée dans l'**Encadré**.

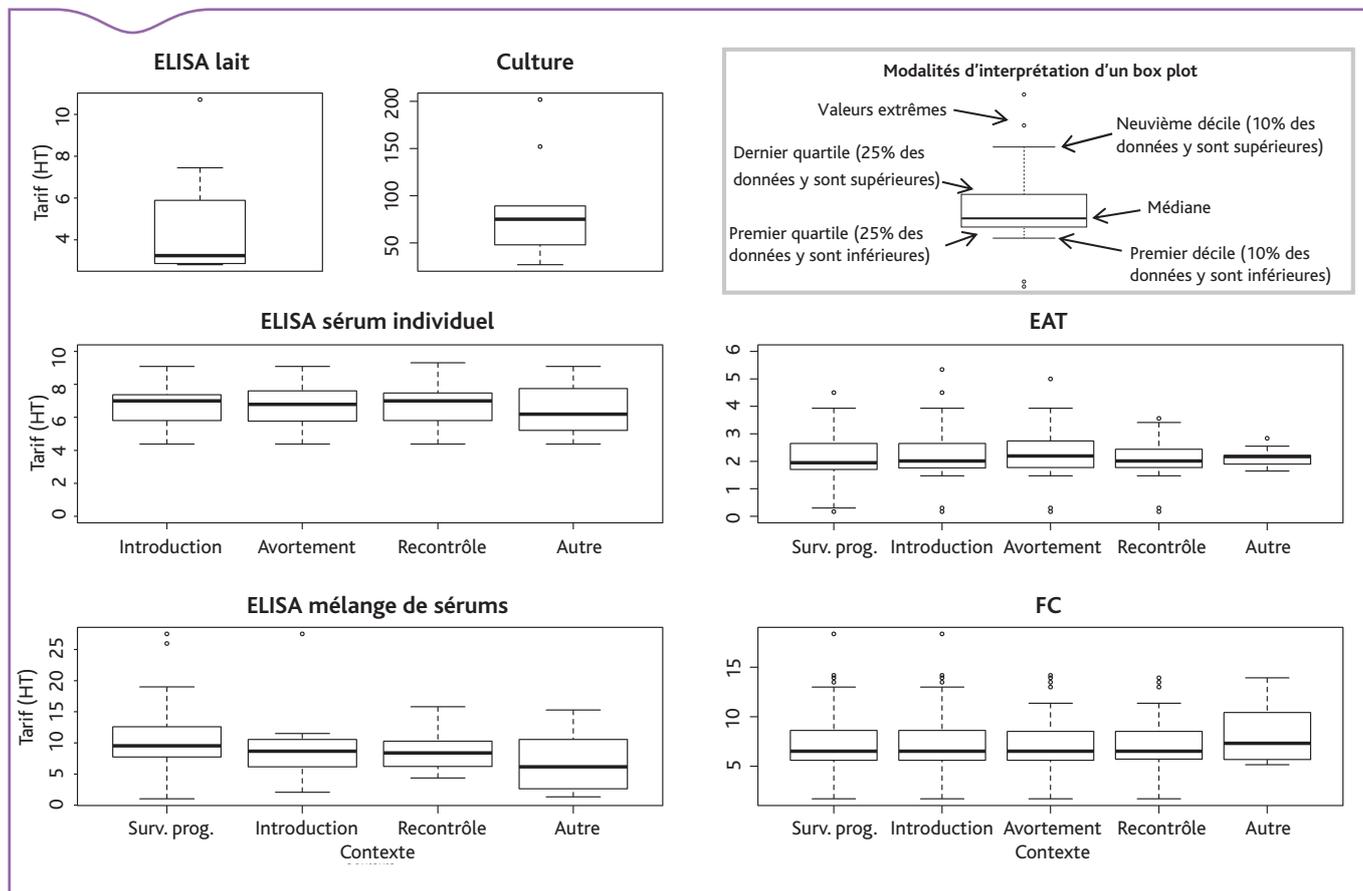
## Résultats

### Honoraires vétérinaires

Les montants payés aux vétérinaires pour les opérations de maintien du statut indemne des cheptels vis-à-vis de la brucellose bovine varient entre départements et dépendent du contexte de surveillance (**Tableau 1**).

En moyenne, le coût de la visite d'exploitation dans le cadre de la surveillance programmée sur sang était de 24,39 ± 5,56 € HT (± écart-type) (31,95 ± 10,13 € HT en ajoutant les frais de déplacement basés sur un trajet de 15 km aller-retour). Le coût du prélèvement de sang était en moyenne de 2,30 ± 0,54 € HT.

(2) L'enquête épidémiologique a pour but d'évaluer la situation sanitaire de l'élevage. Les éléments pris en compte sont listés dans la note de service DGAL/SDSPA/N2010-8321 du 24 novembre 2010.



**Figure 1.** Tarif des différentes méthodes de diagnostic de la brucellose bovine appliqués par les laboratoires selon le contexte de surveillance en 2013 (en € HT) incluant les déclarations d'avortement, la surveillance programmée (Surv. prog.), les contrôles à l'introduction, les recontrôles, ou un autre contexte (Autre). Un département a mentionné un tarif unitaire de 50,60 € HT pour l'EAT et l'ELISA sur sérum individuel – valeurs extrêmes non montrées sur la Figure

Le coût moyen de la visite pour un contrôle à l'introduction était de  $26,81 \pm 5,82$  € HT et incluait le prélèvement de sang du premier animal introduit. La prise de sang était facturée  $3,51 \pm 1,97$  € HT en moyenne pour les animaux suivants.

En ce qui concerne les cheptels dérogataires, la visite d'acquisition était rémunérée aux vétérinaires sanitaires en moyenne  $65,84 \pm 19,13$  € HT, contre  $47,90 \pm 17,40$  € HT pour celle du maintien de la dérogation. Il est à noter que le tarif s'entendait à l'heure ou à la visite selon les départements.

Les honoraires vétérinaires au titre des opérations techniques de police sanitaire de la brucellose bovine sont donnés dans le **Tableau 2**.

### Tarifs des analyses de laboratoire

Au total, le questionnaire a été renseigné par 65 % (61/94) des laboratoires contactés, avec un taux de réponse de 67 % (54/81) pour les LVD et 57 % (8/14) pour les LIAL; un des laboratoires faisait partie des deux réseaux.

Les laboratoires facturaient en moyenne  $4,69 \pm 2,89$  € HT [min-max: 2,82-10,70] pour l'ELISA sur lait de mélange,  $9,04 \pm 0,89$  € HT [1,02-27,50] pour l'ELISA sur mélange de dix sérums,  $7,04 \pm 0,46$  € HT [4,38-50,60] pour l'ELISA sur sérum individuel,  $2,39 \pm 0,26$  € HT [0,17-50,60] pour l'EAT,  $7,58 \pm 0,24$  € HT [1,70-18,36] pour la FC et  $86,03 \pm 56,14$  € HT [27,00-201,68] pour la mise en culture (Figure 1). Au sein de chaque laboratoire, le coût des analyses variait pas ou peu en fonction du contexte de surveillance.

### Coût du dispositif

La nature et le nombre d'opérations techniques et d'analyses réalisées en 2013 pour chaque modalité de surveillance sont décrits dans le **Tableau 3**. Le dépistage programmé sur sang a porté à 97,7 % sur

**Tableau 2.** Honoraires vétérinaires (en AMV et € HT) au titre des opérations techniques de police sanitaire de la brucellose bovine

Opérations	AMV <sup>(1)</sup>	€HT
Visite d'exploitation	2	27,70
Prélèvement portant sur organes génitaux femelles ou enveloppes fœtales en vue du diagnostic bactériologique (par animal prélevé)	1/2	6,93
Prélèvement portant sur organes génitaux mâles (par animal prélevé)	1	13,85
Prélèvement destiné au diagnostic sérologique (par animal prélevé)	1/5	2,77
Prélèvement de lait destiné au diagnostic bactériologique (par animal prélevé)	1/6	2,77
Intradermo-brucellination nécessaire au diagnostic allergique de la brucellose des bovins (comprenant la lecture) (par animal testé)	1/7	2,77
Acte d'identification des animaux que nécessite éventuellement l'application des mesures de police sanitaire (par animal identifié)	1/8	2,77
Acte de marquage des animaux (par animal marqué)	1/9	2,77
Frais de déplacement (par km) <sup>(2)</sup>	-	0,32
Temps de déplacement (par km)	1/15	0,92
Enquête épidémiologique destinée à repérer l'ensemble des animaux susceptibles d'être atteints ou de transmettre une infection	6	83,10

(1) AMV = Acte médical vétérinaire; en 2013, la valeur de l'AMV était de 13,85 € HT.

(2) L'indemnisation kilométrique dépend de la puissance fiscale du véhicule et du nombre de km parcourus et varie de 0,23 à 0,43 € HT/km. L'indemnisation de 0,32 € HT s'applique pour des véhicules de 6 et 7 CV jusqu'à 2 000 km.

**Tableau 3. Nombre d'opérations techniques et d'analyses par modalité de surveillance, estimé à partir des données Sigal ou LIAL pour 2013**

Opérations/analyses	Dérogation ateliers d'engraissement	Surveillance programmée (lait)	Surveillance programmée (sang)	Contrôle à l'introduction	Déclaration d'avortement	Gestion des suspicions
Visites	9076	-	125 139	48064 <sup>(1)</sup>	60 578	6 426
Prélèvements	-	62 949	1 453 004	138 399	58 213/11 305 <sup>(2)</sup>	1 964
ELISA sur lait de tank	-	-	-	-	-	-
ELISA sur sérum individuel	-	-	21 266	33 146	21 685	50
ELISA sur mélange de sérums	-	-	793 412	10 975	-	-
EAT	-	-	653 812	141 855	55 836	1 953
FC	-	-	1 474	784	6 957	1 338
Bactériologie	-	-	-	-	2 391	-
Enquête épidémiologique	-	192	280	54	19	59

(1) Le coût de la visite inclut le prélèvement de sang du premier bovin introduit.

(2) Nombre de prélèvements de sang/nombre de prélèvements portant sur organes génitaux femelles ou enveloppes fœtales.

**Tableau 4. Honoraires vétérinaires et frais de laboratoire engagés en 2013 pour chaque modalité de surveillance de la brucellose bovine**

	Dérogation ateliers d'engraissement	Surveillance programmée (lait)	Surveillance programmée (sang)	Contrôle à l'introduction	Déclaration d'avortement	Gestion des suspicions	TOTAL
<b>Actes vétérinaires</b>							
Visites	496 287	-	3 962 938	1 647 506	2 804 761	6 426	<b>8 917 918</b>
Prélèvements	-	-	3 458 883	445 841	239 537	5 303	<b>4 149 564</b>
Enquêtes épidémiologiques	-	15 955	23 268	4 487	1 579	4 903	<b>50 192</b>
Total	496 287	15 955	7 445 089	2 097 834	3 045 877	16 632	<b>13 117 674</b>
<b>Analyses de laboratoire</b>							
ELISA	-	271 565	1 048 313	247 259	186 650	395	<b>1 754 182</b>
EAT	-	-	1 384 058	317 873	184 384	3 922	<b>1 890 237</b>
FC	-	-	11 012	5 004	55 439	10 115	<b>81 570</b>
Bactériologie	-	-	-	-	202 258	-	<b>202 258</b>
Total	-	271 565	2 443 383	570 136	628 731	14 432	<b>3 928 247</b>
<b>TOTAL</b>	<b>496 287</b>	<b>287 520</b>	<b>9 888 472</b>	<b>2 667 971</b>	<b>3 674 608</b>	<b>31 064</b>	<b>17 045 922</b>

des élevages allaitants, 1,2 % sur des élevages laitiers, 0,9 % sur des ateliers d'engraissement et 0,2 % sur d'autres types d'élevages.

Au total, les coûts des honoraires vétérinaires ont été estimés à 13,1 M€ HT, les frais de laboratoire à 3,9 M€ HT, soit un total de 17,0 M€ HT pour 2013 (Tableau 4). Le coût de la surveillance programmée par sérologie sur sang et sur lait de tank a été estimé pour l'année 2013 à 10,2 M€ HT, celui pour les contrôles à l'introduction à 2,7 M€ HT et le coût des visites d'obtention/maintien de la dérogation à environ 0,5 M€ HT. Mises à part les enquêtes épidémiologiques qui sont prises en charge par l'État, ces opérations sont financées par les éleveurs, soit un montant de 13,3 M€ HT. Le coût total payé par l'État pour les opérations techniques effectuées au titre de la police sanitaire a été estimé à 3,7 M€ HT, dont 3,1 M€ HT d'honoraires vétérinaires et 0,6 M€ HT de frais de laboratoire.

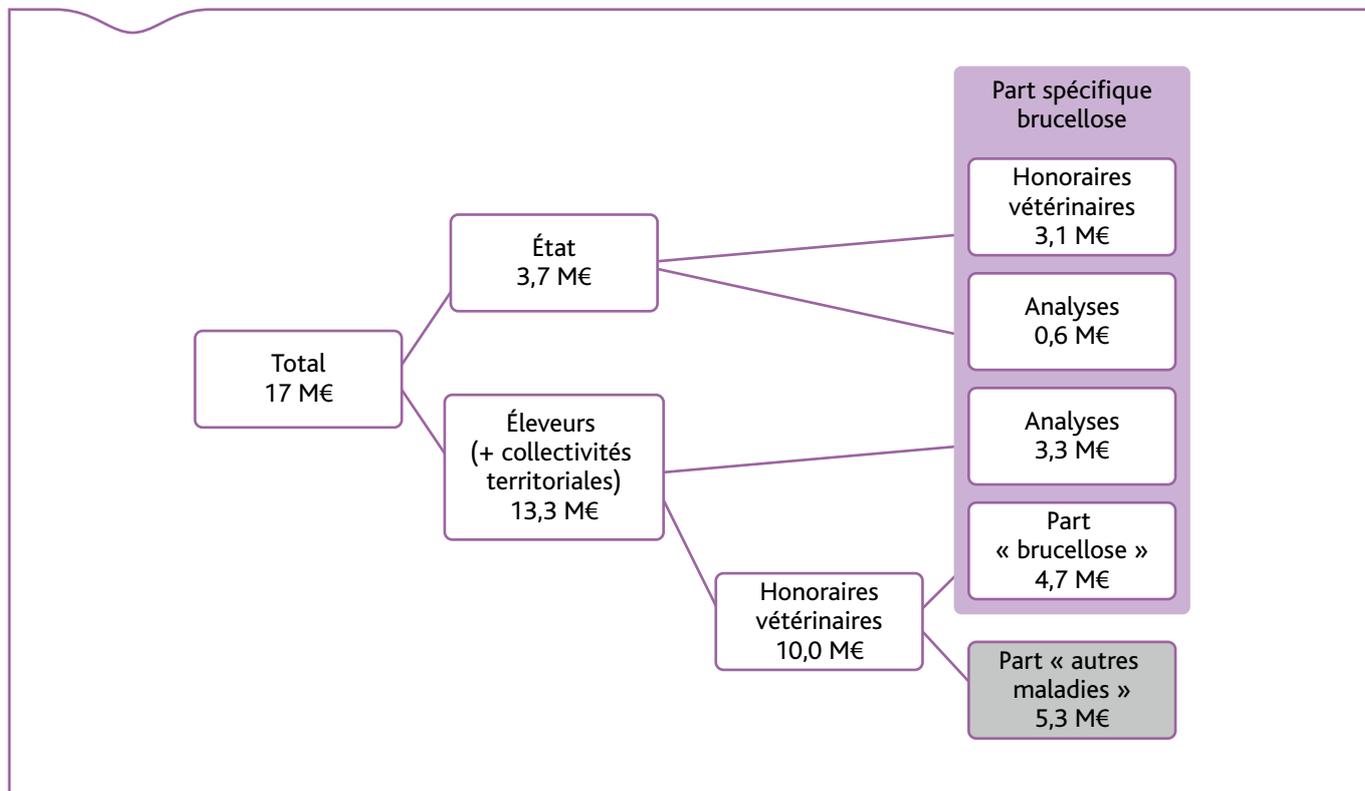
Si on rapporte le montant total au nombre de bovins de plus de 24 mois (environ dix millions; données BDNI) et d'exploitations bovines (environ 200 000) en France, le coût de la surveillance de la brucellose bovine était en 2013 de 1,70 € HT par bovin (0,40 € HT pour l'État et 1,30 € HT pour les éleveurs) et de 85,20 € HT en moyenne par exploitation.

Toutefois, le coût pour une exploitation varie en fonction du type de production, du nombre de bovins soumis au dépistage, et de la méthode d'analyse. Ainsi, pour un élevage comprenant 100 bovins de plus de 24 mois, la surveillance programmée par sérologie sur sang (sur 20 % des animaux) a coûté en moyenne à l'éleveur entre 99 et

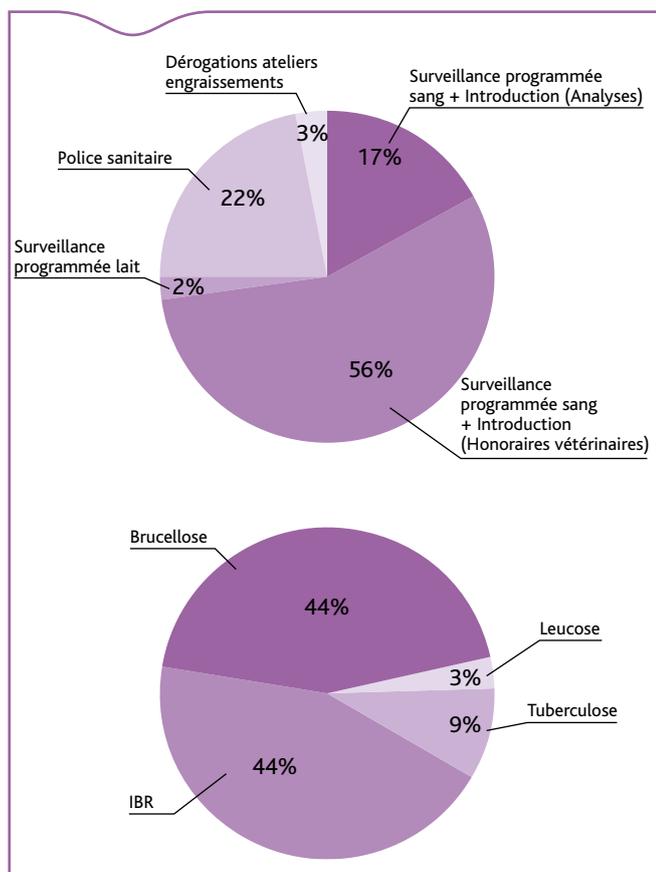
121 € HT, dont 78 € HT d'honoraires vétérinaires, et 21 ou 42 € HT d'analyses selon que le dépistage a été réalisé par ELISA sur mélange de dix sérums ou par EAT sur sérum individuel. Pour un élevage laitier (quel que soit le nombre de vaches en lactation), le coût de la surveillance programmée sur lait de mélange correspondait au coût de l'analyse ELISA, soit 4,69 € HT en moyenne. À ces coûts, s'ajoutaient, le cas échéant, entre 38 et 42 € HT pour le contrôle à l'introduction d'un bovin dans l'exploitation (35,40 € HT d'honoraires vétérinaires et en moyenne 2,27 € HT pour une EAT ou 6,67 € HT pour une ELISA).

Le coût de dépistage de la brucellose suite à un avortement variait entre 52 et 57 € HT, incluant 49 € HT pour le vétérinaire sanitaire (basé sur un trajet aller-retour de 15 km) et en moyenne 3,30 € HT pour une EAT ou 8,23 € HT pour une ELISA. Ce coût est entièrement pris en charge par l'État.

Sur les 10 M€ HT d'honoraires vétérinaires payés par les éleveurs (Figure 2), 9,5 M€ HT concernaient les mesures relatives à la surveillance programmée et aux contrôles à l'introduction. La part attribuable à chaque maladie soumise à une surveillance obligatoire est présentée dans la Figure 3. Il a été estimé qu'environ 5,3 M€ HT (soit 2,2 M€ HT et 1,8 M€ HT respectivement pour les visites et prélèvements réalisés dans le cadre du dépistage sur sang, auxquels s'ajoutaient 1,1 M€ HT et 0,2 M€ HT respectivement pour les visites et prélèvements réalisés dans le cadre des contrôles à l'introduction) étaient attribuables aux dispositifs de surveillance des autres maladies, qui s'appuient sur les mêmes actes.



**Figure 2.** Répartition des coûts du dispositif de la brucellose bovine en fonction de la nature des coûts (honoraires vétérinaires et analyses) et du financeur. Les honoraires vétérinaires pour les visites et prélèvements liés à la surveillance programmée par sérologie sur sang et aux contrôles à l'introduction sont communs à d'autres dangers sanitaires ciblés par des prophylaxies obligatoires ; la part spécifique à la brucellose s'élevait en 2013 à 4,2 M€ HT contre 5,3 M€ HT pour les autres maladies



**Figure 3.** Répartition du coût du dispositif de surveillance de la brucellose bovine par modalité de surveillance (graphe du haut) et part moyenne des honoraires vétérinaires payés dans le cadre des contrôles à l'introduction et de la surveillance programmée de la brucellose bovine attribuable à chaque danger sanitaire réglementé dans le cheptel bovin (graphe du bas)

## Discussion

Cette étude représente la première estimation en France du coût global (hors frais de gestion) d'un dispositif de surveillance d'un danger sanitaire de catégorie 1, intégrant les coûts supportés à la fois par l'État et les éleveurs, avec des subventionnements possibles des conseils généraux.

### Des pratiques et des tarifs variables entre départements

À l'exception de trois régions qui ont pris l'initiative de convenir des tarifs au niveau régional afin d'uniformiser les honoraires vétérinaires entre départements, les résultats de cette étude ont mis en évidence des points de divergence entre départements dans les modalités d'application du dispositif, les rémunérations des vétérinaires sanitaires et les tarifs appliqués par les laboratoires pour le dépistage de la brucellose. Les variations observées concernaient notamment la nature des actes inclus dans les tarifs (par exemple, la prise en charge ou non du matériel (aiguilles + tubes) dans le tarif du prélèvement), l'unité tarifaire pour un acte donné (par exemple, la tarification à l'heure ou à la visite pour les visites d'obtention et/ou de maintien de la dérogation accordée aux cheptels d'engraissement), la fréquence des visites de conformité pour le maintien de la dérogation des cheptels d'engraissement, la prise en charge (et à quelle hauteur) d'une partie des honoraires vétérinaires et/ou des analyses de laboratoire par l'État et les collectivités territoriales...

Dans le cadre des déclarations d'avortement, l'étude a mis en évidence une pratique très variable entre départements pour les prélèvements de mucus sur les organes génitaux des femelles avortées ou sur les avortons. Dans 22 % des départements, un prélèvement en vue d'une analyse bactériologique était réalisé pour 70 % ou plus des déclarations d'avortements, suggérant un prélèvement systématique (ou quasi-systématique) lors de la visite de déclaration. Dans 13 % des départements, un écouvillon a été réalisé uniquement sur certaines vaches, indiquant des pratiques différentes entre vétérinaires ou en fonction de la situation (i.e. prélèvement si résultat positif à l'analyse sérologique de première intention). Dans 63 % des départements,

aucun prélèvement en vue d'une analyse bactériologique n'a été effectué (alors que des résultats sérologiques positifs auraient dû être confirmés par une mise en culture dans certains départements).

En ce qui concerne les analyses, les pratiques divergeaient également entre laboratoires dans le choix de la méthode utilisée en première intention ou dans l'application de la réglementation; certains départements réalisaient de manière systématique plusieurs analyses (ELISA et/ou EAT et/ou FC et/ou bactériologie), même en cas de résultats sérologiques négatifs aux analyses de première intention. Ces pratiques non conformes à la réglementation, et qui n'augmentent pas ou peu la sensibilité du dispositif, engendrent des coûts supplémentaires. L'EAT et l'ELISA sont les méthodes reconnues pour le dépistage de première intention car ces épreuves sont très sensibles (note de service DGAL/SDSPA/N2008-8242 du 16 septembre 2008). Notre étude a montré qu'en moyenne l'ELISA sur mélange de dix sérums est plus économique (0,90 € HT par sérum) que l'EAT (2,39 € HT) et que l'ELISA sur sérum individuel (7,04 € HT). Aussi, l'ELISA sur mélange est l'épreuve de choix dans le cas du dépistage programmé, par contre l'EAT est la méthode à privilégier lorsque l'analyse porte sur moins de dix échantillons (contrôle à l'introduction ou déclaration d'avortement). L'épreuve de FC, plus coûteuse (7,58 € HT en moyenne), est préconisée en seconde intention, car cette méthode est moins sensible mais plus spécifique que les précédentes.

### Qui paye quoi ?

La participation financière de l'État dans la surveillance des maladies réglementées est estimée annuellement à partir des données transmises par les Directions départementales en charge de la protection des populations (DDecPP). Pour la brucellose bovine, cette participation a été estimée par ce moyen entre 3,6 et 4 M€ HT selon les années entre 2010 et 2013 (Fediaevsky *et al.*, 2011; Perrin *et al.*, 2014; Rautureau *et al.*, 2012), à l'exception de 2012 où l'État a engagé près de 5,6 M€ HT du fait des frais supplémentaires liés à la gestion des deux foyers de brucellose (Rautureau *et al.*, 2013). Notre étude a mis en évidence que le montant payé par l'État en 2013 représentait 22 % environ du coût global du dispositif de surveillance de la brucellose, le reste étant supporté par la profession agricole (pour un coût global de 17 M€ HT estimé en 2013). Toutefois, les opérations relatives à la surveillance programmée de la brucellose sont partagées, pour partie, avec d'autres dangers sanitaires. Ainsi, dans le contexte actuel de surveillance des maladies réglementées, il a été estimé qu'au moins 5,3 M€ HT des honoraires vétérinaires étaient attribuables à d'autres maladies surveillées; le coût spécifique à la brucellose s'élevant ainsi à 11,7 M€ HT. Par ailleurs, dans le cadre de la surveillance des avortements, les honoraires vétérinaires sont pris en charge dans le cadre du dispositif de surveillance de la brucellose, mais la visite et les prélèvements réalisés participent à la surveillance d'autres maladies abortives enzootiques (telles que la fièvre Q ou la maladie de Schmallenberg) ou potentiellement à la surveillance de maladies exotiques (telles que la fièvre de la Vallée du Rift).

### Limites de l'évaluation

Le coût des opérations de police sanitaire vis-à-vis de la brucellose bovine a été estimé à 3,7 M€ HT, ce qui est légèrement inférieur au montant de 4 M€ HT obtenu à partir des données financières transmises par les DDecPP pour 2013 (Perrin *et al.*, 2014). Étant donné que les rapports financiers sont pré-renseignés à partir des données Sigal puis vérifiés et corrigés, le cas échéant, par les DDecPP, il est vraisemblable que les coûts estimés dans l'analyse présentée ici soient sous-estimés.

Une première explication concerne les éventuels défauts dans la qualité des données Sigal, qui peut varier d'un département à l'autre. Les résultats de l'évaluation du coût du dispositif de surveillance sont directement liés à la qualité des données collectées et à leur capacité à représenter une information fiable. Une évaluation de la qualité des données du dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins en France a permis d'identifier plusieurs points critiques (Palussière *et al.*, 2013). Par exemple, le numéro d'identifiant bovin

était non ou mal renseigné pour près de 20 % des déclarations d'avortement. Ce manque de complétude et les erreurs de format ne permettaient pas de contrôler la crédibilité de l'information, ni de garantir l'absence de doublon pour ces déclarations d'avortement. Par ailleurs, si certaines analyses de seconde intention sont réalisées par d'autres laboratoires que le laboratoire de première intention, il est possible que le résultat d'analyse informatisé ne soit pas enregistré dans Sigal. Il convient donc de rester prudent dans l'interprétation des résultats, même si globalement l'impact de ces défauts de qualité de données sur l'évaluation des coûts reste certainement limité.

Par ailleurs, plusieurs sources de coûts n'ont pas été incluses dans l'analyse présentée ici du fait de données incomplètes ou non disponibles, en particulier:

- les frais de collecte des échantillons par les LVD, le coût du matériel de prélèvement (aiguilles, tubes) et du conditionnement, les frais de préparation, conservation et reprise d'échantillon en sérothèque, et les frais administratifs appliqués par les laboratoires conjointement aux frais d'analyses;
- les mesures spécifiques en cas de mise sous APMS (identification et marquage des animaux suspects d'être infectés, prélèvements de lait destinés au diagnostic bactériologique, etc.);
- les analyses réalisées par le laboratoire national de référence (LNR) brucellose;
- les coûts liés aux intradermo-brucellinations;
- les pertes engendrées par les abattages diagnostiques et le blocage des exploitations lors de la mise sous APMS.

Il est important de noter que cette évaluation a porté uniquement sur le coût des opérations techniques et qu'elle ne prend donc pas en compte les montants liés à la gestion administrative et à l'animation du dispositif. Le fonctionnement d'un réseau de surveillance engendre différentes sources de coûts, telles que des ressources humaines pour les services de l'État et les organismes délégataires (GDS), et des coûts de fonctionnement et des charges de structure pour ces organismes. L'estimation de ces coûts est difficile du fait de la multiplicité et de la variabilité entre départements des missions réalisées par les agents au sein des DDecPP et des GDS, en termes de maladies réglementées (tuberculose, brucellose bovine, leucose bovine, brucellose des petits ruminants, etc.), d'espèces suivies (bovins, petits ruminants, abeilles, etc.), et d'acteurs participant financièrement à la gestion des maladies animales (subventions du conseil général dans certains départements). La mise en place d'une comptabilité analytique uniformisée permettrait d'estimer de manière homogène ces coûts.

### Perspectives

Initialement mis en place en 1965 lorsque 35 % des troupeaux étaient infectés, le dispositif de surveillance de la brucellose a contribué à l'éradication de la maladie et à l'obtention par la France du statut « officiellement indemne ». Les modalités de surveillance permettent de démontrer que le territoire français demeure indemne de brucellose bovine. Toutefois, le coût de la surveillance de la brucellose supporté par l'État et la profession agricole peut paraître élevé, étant donné la situation épidémiologique actuelle. Par ailleurs, au vu de l'évaluation du dispositif de DA, il apparaît que cette surveillance ne garantit pas une réelle capacité de détection de tout nouveau foyer de brucellose qui pourrait apparaître sur le territoire. En particulier, une faible proportion d'éleveurs participe au dispositif de déclaration des avortements (Bronner *et al.*, 2013), en raison de sa faible acceptabilité (Bronner *et al.*, 2014). Il apparaît donc nécessaire d'engager une réflexion globale sur les perspectives d'évolution de la surveillance de la brucellose, afin de la rendre plus efficace et efficiente. Cette réflexion mériterait d'être menée dans le cadre de la Plateforme ESA pour chaque dispositif de surveillance, afin de rationaliser les dépenses. Dans un contexte de ressources de plus en plus limitées, la connaissance des coûts de la surveillance est un préalable indispensable à cette réflexion. Elle pourrait permettre, à coût global constant, de renforcer et développer d'autres modalités de surveillance, telles que la surveillance

événementielle ciblée sur une liste prédéfinie de maladies exotiques, la surveillance clinique non ciblée du cheptel (pour répondre à la question des émergences) ou encore la surveillance d'indicateurs de santé non spécifiques (dite « surveillance syndromique ») (Calavas *et al.*, 2015).

## Remerciements

Les auteurs remercient Alison Dussiot et Nathalie Jarrige (Anses – Laboratoire de Lyon), Bruno Garin-Bastuji (Anses), Bruno Caroff et Pierre Charollais (Association française des directeurs et cadres de laboratoires vétérinaires publics d'analyses (Adilva)) et le Centre national interprofessionnel de l'économie laitière (Cniel) pour leur participation à l'élaboration et/ou à la diffusion du questionnaire, ainsi que les personnes au sein des LVD et LIAL qui ont renseigné le questionnaire d'enquête. Les auteurs remercient également les GDS des Alpes de Haute-Provence, du Calvados et de la Loire pour leur contribution à cette étude.

## Références bibliographiques

Anonyme 2008. Arrêté du 22 avril 2008 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la prophylaxie collective et à la police sanitaire de la brucellose des bovinés.

Anonyme 2009. Arrêté du 17 juin 2009 fixant les mesures financières relatives à la lutte contre la brucellose bovine et à la lutte contre la tuberculose bovine et caprine.

Bronner, A., Hénaux, V., Fortané, N., Hendrikx, P., Calavas, D., 2014. Why do farmers and veterinarians not report all bovine abortions, as requested by the clinical brucellosis surveillance system in France? *BMC Vet. Res.* 10, 93.

Bronner, A., Hénaux, V., Vergne, T., Vinard, J.L., Morignat, E., Hendrikx, P., Calavas, D., Gay, E., 2013. Assessing the mandatory bovine abortion notification system in France using unilist capture-recapture approach. *PLoS One* 8, e63246.

Calavas, D., Bronner, A., Marcé, C., Fediaevsky, A., Hendrikx, P., 2015. Vers une approche intégrée de la surveillance épidémiologique des dangers sanitaires exotiques. *Épidémiologie et santé animale*. Sous presse.

Dufour, B., Hendrikx, P., 2011. Surveillance épidémiologique en santé animale, 3<sup>e</sup> Edition. Quae éditions, Versailles.

Fediaevsky, A., Dufour, B., Garin-Bastuji, B., 2011. Maintien de la vigilance contre la brucellose bovine en France en 2010. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 46, 10-14.

Palussière, M., Calavas, D., Bronner, A., 2013. Evaluation de la qualité des données collectées dans le cadre du dispositif de déclaration obligatoire des avortements chez les bovins en France. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 58, 17-20.

Perrin, J.B., Rautureau, S., Bronner, A., Dufour, B., Jay, M., Garin-Bastuji, B., 2014. Aucun cas de brucellose bovine identifié en France en 2013. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 64, 12-15.

Rautureau, S., Dufour, B., Garin-Bastuji, B., 2012. Maintenir la vigilance contre la brucellose bovine en France en 2011. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 54, 13-15.

Rautureau, S., Dufour, B., Jay, M., Garin-Bastuji, B., 2013. Deux cas de brucellose bovine en 2012 appellent à la vigilance. *Bull. Epid. Santé Anim. Alim.* 59, 11-14.

## Erratum

BE 66 Spécial vigilance vis-à-vis des maladies exotiques

Dans la brève « Importation d'un cas de surra en France par un dromadaire en 2006 », la photographie au microscope de la Figure 1 est à attribuer à P. Jacquet (ENVT) et non pas à L. Touratier.

Nous vous prions de nous excuser pour cette erreur.

Le rédacteur en chef

**Directeur de publication:** Marc Mortureux

**Directeur associé:** Patrick Dehaumont

**Comité de rédaction:** Didier Boisseleau, Anne Brisabois, Corinne Danan, Benoît Durand, Françoise Gauchard, Pascal Hendrikx, Paul Martin, Elisabeth Repérant, Sylvain Traynard

**Rédacteur en chef:** Didier Calavas

**Rédactrice en chef adjointe:** Clara Marcé

**Secrétaire de rédaction:** Vera Vavilova-Kant

**Responsable d'édition:** Fabrice Coutureau

**Assistante d'édition:** Céline Leterq

**Webmaster du site du BE:** Julien Vigneron

**Anses -** [www.anses.fr](http://www.anses.fr)

14 rue Pierre et Marie Curie

94701 Maisons-Alfort Cedex

**Courriel:** [bulletin.epidemie@anses.fr](mailto:bulletin.epidemie@anses.fr)

**Conception et réalisation:** Parimage

**Crédits photos :** Anses, Fotolia

**Impression:** Bialec

65 boulevard d'Austrasie - 54000 Nancy

**Tirage:** 3 500 exemplaires

**Dépôt légal à parution/ISSN 1630-8018**

