

COMMENT ADAPTER LA SURVEILLANCE DANS UN CONTEXTE SANITAIRE FAVORABLE : l'exemple de la surveillance de la brucellose et de la déclaration des avortements chez les bovins en France *

Anne Bronner¹, Emilie Gay¹, Viviane Hénaux¹ et Didier Calavas¹

RÉSUMÉ

La surveillance des avortements de bovins, fondée depuis 1965 sur le dispositif de déclaration obligatoire des avortements, constitue désormais l'outil principal de la surveillance de la brucellose en France. Ce dispositif a pour objectifs d'assurer une détection précoce de tout foyer de cette maladie et de garantir le statut indemne de la France, acquis en 2005. Toutefois, plusieurs études interrogent sur la réelle capacité de cette surveillance événementielle, et plus globalement de la surveillance de la brucellose telle que menée aujourd'hui, à répondre à ces objectifs. Les réflexions actuelles portent sur les perspectives d'amélioration du dispositif de déclaration, l'intérêt de développer en complément un outil de surveillance syndromique (fondé sur les intervalles vêlage - vêlage) et le recours à une surveillance active fondée sur le risque.

Mots-clés : brucellose, déclaration obligatoire, surveillance syndromique, système de surveillance intégrée, surveillance fondée sur le risque.

SUMMARY

The bovine abortion surveillance system in France is based since 1965 on mandatory notification of abortions. It is nowadays the main tool to survey brucellosis. It was designed to detect as early as possible any resurgence of bovine brucellosis and to ensure the officially brucellosis free status of France (obtained in 2005). However, several studies questioned the capacity of the current abortion surveillance and brucellosis surveillance system to meet these objectives. Brucellosis surveillance may be reinforced by improving the mandatory bovine abortion notification system, developing a complementary syndromic surveillance system (based on calving intervals), and resorting to an active surveillance based on a risk-based sampling.

Keywords: Brucellosis, Mandatory notification, Syndromic surveillance, Integrated surveillance system, Risk-based sampling.



* Texte de la conférence présentée au cours des Journées scientifiques AEEMA, 30 mai 2013

¹ Anses-Lyon, Unité épidémiologie, 31 avenue Tony Garnier, 69364 Lyon Cedex 07, France

De nombreux dispositifs de surveillance spécifiques de maladies animales ont été mis en place historiquement en France, afin de suivre l'évolution de la situation sanitaire et d'évaluer les mesures de lutte. Ces dispositifs combinaient en général une surveillance active, souvent prédominante, visant à qualifier le statut sanitaire des élevages (indemnes ou infectés), et une surveillance événementielle visant à identifier les élevages cliniquement atteints. Désormais, le contexte sanitaire vis-à-vis des principales maladies infectieuses (brucellose, fièvre aphteuse, maladie d'Aujeszky, etc.) est très favorable ; il a conduit à une réorientation des objectifs de surveillance, qui portent désormais sur la garantie du statut indemne de la France et la détection précoce de tout nouveau foyer de l'une de ces maladies. Les dispositifs de surveillance active ont été progressivement allégés tandis que les dispositifs de surveillance événementielle, qui devenaient l'outil principal de surveillance, sont restés inchangés. Toutefois, ces dispositifs de surveillance événementielle fondés sur le principe de la déclaration obligatoire présentent plusieurs limites : leur faible sensibilité (liée à la sous-déclaration [Bronner *et al.*, 2013b]) est fréquemment soulignée [Doyle *et al.*, 2002], et ils restent focalisés sur une maladie donnée alors que de nombreux dangers sanitaires sont susceptibles d'être introduits en France.

Face à ce constat, il y a lieu de s'interroger sur la nécessité et les moyens d'adapter la surveillance des maladies animales, voire de modifier en profondeur des principes de surveillance qui ont été établis historiquement pour des maladies circulant sous forme enzootique. Pour l'Institut de veille sanitaire (InVS), le renforcement de la détection précoce des différents dangers sanitaires

susceptibles d'être introduits en France passe par l'amélioration de la surveillance événementielle des maladies exotiques connues, et le développement d'outils de surveillance non spécifiques, c'est-à-dire d'outils de surveillance syndromique [Invs, 2008].

La surveillance des avortements de bovins en France, dont l'objectif principal est d'assurer une détection précoce de tout foyer de brucellose, repose actuellement sur le dispositif de déclaration obligatoire des avortements (DA) de bovins. Cette surveillance constitue un « cas d'école » intéressant à étudier pour plusieurs raisons : elle repose sur un dispositif historique (la DA a été mise en place en 1965) ; elle est demeurée inchangée alors même que la situation sanitaire vis-à-vis de la brucellose évoluait favorablement ; elle pourrait étendre son périmètre à d'autres maladies abortives d'intérêt en santé publique, enzootiques (fièvre Q) ou non (fièvre de la vallée du Rift, fièvre catarrhale ovine (FCO)) ; enfin, des données démographiques (telles que les notifications des vêlages) pourraient permettre de mettre en place un outil complémentaire de surveillance syndromique fondé notamment sur la modélisation des intervalles vêlage-vêlage. Des réflexions autour de l'amélioration de la surveillance de la brucellose sont ainsi actuellement menées au sein du groupe de suivi « maladies abortives » de la Plateforme d'épidémiologie-surveillance en santé animale (Plateforme ESA), appuyées par des travaux de recherche menés au sein de l'Anses-Lyon. Le présent article donne un état des lieux concernant les performances et les perspectives d'amélioration de la surveillance des avortements et de la brucellose chez les bovins en France.

I - LA SURVEILLANCE DES AVORTEMENTS ET DE LA BRUCELLOSE CHEZ LES BOVINS

1. ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA SURVEILLANCE DE LA BRUCELLOSE

La brucellose a été inscrite à la liste des maladies réputées contagieuses en France en 1965. Cette maladie zoonotique, due à *Brucella abortus* (et plus rarement à *B. melitensis* et à *B. suis*), était alors présente sous forme enzootique dans les élevages de bovins. Sa surveillance repose depuis les années soixante sur le dispositif de DA et sur une surveillance active. Le dispositif de DA, mis en place dès 1965, consiste en la déclaration obligatoire de tout avortement de bovin par

l'éleveur et son vétérinaire sanitaire, l'avortement constituant le principal signe clinique de la brucellose ainsi que sa principale source de diffusion [Nicoletti, 1980]. La surveillance active a quant à elle été mise en place au niveau national à partir de 1975, et associait un dépistage de l'ensemble des élevages et un contrôle à l'introduction des animaux dans les troupeaux.

La mise en place d'une prophylaxie médico-sanitaire (jusqu'en 1990) puis sanitaire a permis une nette amélioration de la situation sanitaire, et la reconnaissance du statut officiellement indemne

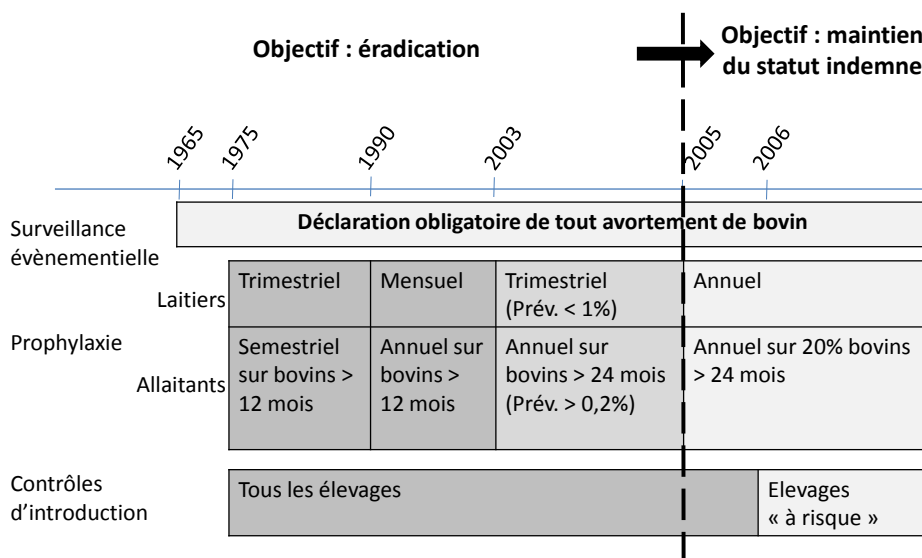
du pays en 2005. Ce nouveau statut a permis de passer d'un objectif d'éradication de la maladie vers un objectif de maintien de ce statut (figure 1). Parallèlement, les modalités de surveillance active ont été progressivement allégées (figure 1), et elles consistent désormais en un dépistage sérologique annuel dans tous les élevages de bovins (sur lait de tank ou par prise de sang sur 20 % des animaux de plus de 24 mois), et en un contrôle sérologique de tout bovin ayant fait l'objet d'un transfert ayant duré plus de six jours entre deux élevages, ou issu d'un élevage « à risque » [Anonyme, 2008].

Le dispositif de DA est resté quant à lui inchangé

depuis ses débuts, alors même qu'il devenait l'outil central de la surveillance de la brucellose. Compte tenu de la possibilité d'une survenue sporadique d'avortements dans un élevage infecté [Bronner *et al.*, 2013c], tout avortement de bovin doit faire l'objet d'une déclaration par les éleveurs et les vétérinaires et d'un dépistage vis-à-vis de la brucellose. Un avortement est réglementairement défini comme « l'expulsion du fœtus ou du veau, soit né mort, soit succombant dans les 48 heures après la naissance » [Anonyme, 1965]. L'Etat prend financièrement en charge la visite du vétérinaire ainsi que les analyses de laboratoire.

Figure 1

Evolution des modalités de surveillance de la brucellose en France depuis 1965



2. ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU DISPOSITIF DE DÉCLARATION DES AVORTEMENTS ET DE SURVEILLANCE DE LA BRUCELLOSE

Au vu des enjeux liés à la surveillance des avortements de bovins, une évaluation du niveau d'application du dispositif de DA a été conduite à partir de la description de différents attributs, à savoir sa sensibilité et son acceptabilité par les différents acteurs [CDC, 2001 ; Bronner *et al.*, 2013b]. Selon le CDC, la sensibilité d'un dispositif de surveillance peut être définie comme la proportion d'événements sanitaires détectés par un dispositif de surveillance [CDC, 2001].

L'évaluation de la sensibilité du dispositif a été

conduite à partir de méthodes de capture-recapture [Bronner *et al.*, 2013b]. La sensibilité moyenne du dispositif a été estimée à 39 % (Intervalle de Crédibilité 95 % [36-41 %]) pour les élevages laitiers et à 15 % (ICr 95 % [14-16 %]) pour les élevages allaitants [Bronner *et al.*, 2013b]. En outre, l'étude de l'évolution de la sensibilité du dispositif de DA entre 2006 et 2012 témoigne de l'absence de lien direct entre l'évolution de la situation sanitaire globale du cheptel bovin et l'évolution de la proportion d'éleveurs déclarants. En effet, alors que l'estimation de la proportion d'éleveurs ayant détecté des avortements dans leur élevage a augmenté en 2008/2009 par rapport à 2007/2008 (en lien certainement avec l'épizootie de FCO), la proportion observée d'éleveurs

déclarants et la sensibilité du dispositif ont, quant à elles, diminué entre ces deux campagnes [Bronner *et al.*, 2013b]. Cette influence d'un évènement sanitaire, pourtant majeur, sur le dispositif de DA souligne son manque de robustesse.

Afin de mieux comprendre les raisons du défaut de sensibilité, une étude sociologique qualitative a été conduite par entretiens semi-directifs auprès d'un échantillon d'éleveurs et de vétérinaires [Bronner *et al.*, 2013a]. L'acceptabilité du dispositif par les éleveurs et les vétérinaires est faible, malgré l'absence de séquestration de l'élevage en cas de suspicion clinique (ce facteur ayant été souligné comme un frein majeur à la surveillance évènementielle [Elbers *et al.*, 2010]). En effet, les acteurs de terrain ne considèrent pas le dispositif de DA comme un dispositif nécessaire ni pertinent pour assurer une détection précoce de la brucellose, en raison de la fréquence élevée de survenue des avortements sporadiques, et du risque d'introduction de la brucellose considéré comme très faible en l'absence de foyer dans leur environnement proche. En outre, ils estiment que la brucellose, maladie infectieuse et contagieuse, entraînerait un épisode d'avortements notable (pourtant, la brucellose peut également se présenter sous forme sporadique et diffuse [Cunningham, 1977 ; Nicoletti, 1980 ; Bronner *et al.*, 2013c]). Ainsi, alors que certains éleveurs déclarent les avortements afin de se conformer à la réglementation, d'autres tiennent compte de leurs intérêts directs : ils contactent leur vétérinaire pour identifier la cause abortive ou s'assurer de l'absence de maladie infectieuse dans l'élevage ou, à l'inverse, ne le contactent pas compte tenu des contraintes pratiques (assurer la contention de la vache ayant avorté) ou du faible relationnel qu'ils ont avec leur vétérinaire sanitaire. La mise en place d'un diagnostic différentiel influence donc directement le processus de déclaration, étant l'élément moteur de l'appel du vétérinaire ainsi

qu'un élément de motivation technique pour certains vétérinaires. Toutefois, les échecs d'identification de la cause abortive peuvent conduire à un arrêt des déclarations par l'éleveur. De plus, les difficultés du diagnostic différentiel sont fréquemment soulignées, et certains vétérinaires regrettent l'absence d'un appui technique.

Compte tenu des faibles sensibilité et acceptabilité du dispositif de DA, ses capacités de détection précoce apparaissent limitées, et l'identification du foyer survenu en Haute-Savoie en 2012 par la déclaration d'un avortement sporadique apparaît comme un « coup de chance ». Cette hypothèse est supportée par une étude réalisée par simulation au Japon (pays indemne de brucellose), qui estime qu'un dispositif de DA permettrait d'identifier une réintroduction de la brucellose dans un délai médian de 19 mois (ICr 95 % [11-39]) avec un taux de déclaration de 80 %, et 33 mois (ICr 95 % [13-55]) avec un taux de déclaration de 20 % ; ce délai serait de 11 mois (ICr 95 % [4-20]) en cas de mise en place d'une surveillance active annuelle seule sur lait de tank [Yamamoto *et al.*, 2008]. Par ailleurs, une autre étude a montré que la combinaison des deux dispositifs de surveillance permet d'augmenter la probabilité de détecter un élevage infecté [England *et al.*, 2004]. Ces résultats, même s'ils ne sont pas directement transférables à la situation française, témoignent de la nécessité d'améliorer la surveillance de la brucellose, pour assurer une détection la plus précoce possible de tout nouveau foyer et garantir le statut indemne du pays. Dès lors, il convient de s'interroger sur les modalités de recours à trois outils de surveillance : d'une part, la déclaration obligatoire des avortements et la surveillance syndromique (à l'étude), qui permettent d'assurer la surveillance des avortements, et d'autre part, la surveillance active ciblée sur la brucellose.

II - COMMENT AMÉLIORER LA SURVEILLANCE DES AVORTEMENTS CHEZ LES BOVINS ?

1. AMÉLIORER LA SENSIBILITÉ DU DISPOSITIF DE DÉCLARATION DES AVORTEMENTS

Au vu des résultats de l'évaluation du dispositif de DA présentés précédemment, réfléchir à des axes d'amélioration conduit à soulever les questions suivantes :

- Faut-il privilégier une sensibilité théorique maximale au détriment d'autres facteurs pris en compte par les acteurs de terrain ? A l'inverse, renforcer la crédibilité du dispositif permettra-t-il d'augmenter significativement la sensibilité de la DA ?

- L'aide au diagnostic différentiel des avortements peut-il inciter les éleveurs à la DA ?

Le protocole actuel de DA cherche à maximiser la sensibilité du dispositif à identifier un foyer de brucellose, ce qui est compréhensible d'un point de vue du gestionnaire du risque, en imposant notamment la déclaration de tout avortement (ce qui répond par ailleurs à des contraintes réglementaires au niveau international (OIE)), et en incluant par exemple dans le dépistage vis-à-vis de la brucellose tous les veaux mort-nés ou morts dans les 48h suivant la naissance. Toutefois, cette sensibilité élevée reste théorique, compte tenu de la perception des acteurs de terrain (vis-à-vis notamment de leur définition de l'avortement, qui par exemple n'inclut pas les veaux mort-nés) et des différents facteurs qu'ils prennent en compte (tels que la survenue habituelle d'avortements sporadiques en élevage, dont la cause est souvent présumée et qui exclut la brucellose). Les résultats de notre enquête suggèrent que la prise en compte non seulement des critères techniques et scientifiques mais également des facteurs mis en avant par les acteurs de terrain permettrait d'améliorer la crédibilité du dispositif, c'est-à-dire, selon notre hypothèse, leur adhésion.

Ainsi, les réflexions actuelles pour améliorer le protocole de DA portent sur la définition de l'avortement, le seuil de déclenchement du dépistage vis-à-vis de la brucellose (un ou plusieurs avortements sur un pas de temps donné), et sur le délai de dépistage (qui pourrait être aménagé afin de permettre le dépistage des femelles avortant au pré). En outre, le diagnostic différentiel semble constituer, par le service rendu à l'éleveur, un moyen efficace pour renforcer la participation active des acteurs de terrain. Compte tenu des difficultés de sa mise en place (l'étiologie abortive ne serait identifiée que dans 30 à 60 % des cas [Carpenter *et al.*, 2006 ; Guatteo, 2013]), apporter un appui technique aux vétérinaires apparaît nécessaire. C'est dans ce sens qu'un protocole de diagnostic différentiel a été élaboré au niveau national ; mais il semble important désormais d'accompagner sa mise en place par une réelle animation auprès des vétérinaires sanitaires (incluant leur formation et un retour d'information sur les modalités d'application du dispositif et les résultats globaux).

Ces axes d'amélioration pourront accroître la sensibilité du dispositif de DA, mais ne pourront

pas supprimer totalement la sous-déclaration, ce dispositif restant fondé sur la participation active de l'éleveur et du vétérinaire, et sur leur connaissance du dispositif [Hopp *et al.*, 2007 ; Yan *et al.*, 2013].

2. DÉVELOPPER UN OUTIL DE SURVEILLANCE SYNDROMIQUE

La mise en place d'un outil de surveillance syndromique est actuellement à l'étude. Cet outil reposerait sur un indicateur de survenue d'avortements, fondé sur la modélisation des intervalles vêlage - vêlage (IVV). En cas d'avortement, l'IVV est « anormalement » allongé, et le suivi de cet indicateur permettrait, à partir d'un « niveau de base » qui aura été défini, d'identifier des épisodes abortifs « anormaux », conduisant à une alerte statistique.

Les données de notification des vêlages (enregistrées dans la Base de Données Nationale d'Identification (BDNI)) présentent l'intérêt d'être exhaustives. En outre, comme de nombreuses données utilisées en surveillance syndromique, elles sont collectées à d'autres fins [Buehler *et al.*, 2004 ; Triple-S. Project, 2011], ce qui garantit pour partie leur robustesse : notifier la naissance d'un veau permet à l'éleveur d'obtenir le passeport de l'animal, nécessaire à toute transaction. Toutefois, même si ces données sont collectées rapidement et de manière automatique [Buehler *et al.*, 2004 ; Triple-S. Project, 2011], la survenue d'un épisode abortif ne pourra être identifiée que lorsque l'absence de notification d'un vêlage aura été connue, soit avec un décalage de quelques mois.

Comme toute surveillance syndromique, ce dispositif présentera l'intérêt (et l'inconvénient) d'être non spécifique (en l'occurrence, ni de la brucellose, ni des maladies abortives, les avortements pouvant être dus à des causes infectieuses ou non) ; sa sensibilité à détecter un foyer de brucellose dépendra de la calibration du modèle, mais également des caractéristiques épidémiologiques de la maladie. En particulier, la brucellose peut se présenter sous forme d'épisodes abortifs notables (plus à même d'être détectés par un outil de surveillance syndromique [Buehler *et al.*, 2004]), mais également sous forme sporadique et diffuse, la durée d'incubation pouvant varier en fonction des individus de deux à huit mois [Cunningham, 1977 ; Nicoletti, 1980 ; Bronner *et al.*, 2013c].

III - VERS UN DISPOSITIF DE SURVEILLANCE INTÉGRÉ ?

1. ARTICULATION ENTRE DISPOSITIF DE DÉCLARATION DES AVORTEMENTS ET SURVEILLANCE SYNDROMIQUE

La surveillance syndromique, en permettant de détecter, avec un certain délai, des épisodes abortifs « anormaux », apparaît donc théoriquement moins sensible et précoce que le dispositif de DA. Dans les faits, son application à l'ensemble des données démographiques devrait lui assurer une sensibilité et précocité supérieures, en particulier pour des maladies infectieuses se traduisant par des épisodes abortifs notables.

Ainsi, compte tenu de la diversité des formes épidémiologiques de la brucellose, la combinaison du dispositif de DA et de l'outil de surveillance syndromique permettrait d'identifier des événements sanitaires différents : pour le premier dispositif, il s'agirait d'identifier des formes sporadiques et isolées de brucellose et pour le second, des formes épizootiques (intra- ou inter-élevages) de la maladie, qui, en agissant à une échelle non pas individuelle mais populationnelle, peuvent ne pas être identifiées par la DA [Buehler *et al.*, 2004 ; Mandl *et al.*, 2004]. En outre, la surveillance syndromique pourrait permettre d'évaluer de manière exhaustive la situation sanitaire en cas de détection d'un foyer à partir du dispositif de DA. Inversement, le déclenchement d'une alerte à partir du dispositif de surveillance syndromique pourrait conduire à un renforcement de la vigilance des acteurs de terrain impliqués dans le dispositif de DA (au-delà des investigations à conduire dans les élevages concernés par l'alerte statistique).

La surveillance syndromique pourra donc participer à l'identification de foyers de brucellose, mais également permettre l'identification de foyers d'autres maladies abortives (sous réserve d'investigations spécifiques), et l'évaluation de l'impact - ou de l'absence d'impact - de menaces sanitaires [Buehler *et al.*, 2004 ; Triple-S. Project, 2011].

2. APPORT D'UNE SURVEILLANCE FONDÉE SUR LE RISQUE

La surveillance active actuelle vise à s'assurer annuellement du statut indemne de l'ensemble des

élevages de bovins détenant des reproducteurs ; elle peut par ailleurs permettre d'identifier les formes latentes de brucellose [Cunningham, 1977] et pallier le défaut de sensibilité du dispositif de DA [Hadorn *et al.*, 2009].

En complément, certains bovins et élevages sont considérés comme « à risque » et font l'objet d'un dépistage en cas de mouvements entre élevages : c'est le cas des bovins ayant transité plus de six jours entre deux exploitations, et des bovins issus d'élevages avec un taux de rotation annuel supérieur à 40 %, ou producteurs de lait cru, ou anciens foyers de brucellose, ou ayant été en lien épidémiologique avec un ancien foyer, ou ayant eu une conclusion de visite sanitaire bovine défavorable [Anonyme, 2008]. Ces modalités particulières de surveillance s'apparentent à une surveillance fondée sur le risque, définie de manière empirique, c'est-à-dire sans que le sur-risque de ces types d'élevages ou d'animaux ait été quantifié.

Plus précisément, les modalités de surveillance permettant de garantir le statut indemne d'une zone devraient tenir compte de la probabilité qu'un élevage soit indemne d'une maladie, c'est-à-dire des facteurs de risque d'introduction de la maladie et des modalités de surveillance auxquelles il a été et est soumis. Par ailleurs, la détection précoce d'un foyer nécessite de considérer les conséquences de l'infection d'un élevage, c'est-à-dire sa capacité à transmettre la maladie à d'autres élevages (par les mouvements d'animaux notamment) [Cameron, 2012].

Ainsi, au lieu de considérer la population d'élevages de bovins comme une population « homogène », il semble nécessaire d'orienter la surveillance active vers les élevages qualifiés « à risque d'introduction [depuis l'étranger] » (dans un objectif de s'assurer du statut indemne du pays) ou « de diffusion » de la maladie (dans un objectif de détecter un foyer avant la diffusion de l'infection à d'autres élevages). Ceci pourrait conduire, par exemple, à orienter la surveillance vers les élevages « acheteurs » et/ou « vendeurs » d'animaux reproducteurs, ou encore vers les élevages soumis à une faible pression de surveillance clinique (cas des élevages allaitants pour lesquels la DA présente de fortes contraintes pratiques).

Cette démarche fondée sur le risque demandera des analyses épidémiologiques et une modélisation des données démographiques et structurelles des élevages pour identifier les types d'élevages à risque et chiffrer le différentiel de risque par rapport à la ligne de base.



Au vu de cette analyse, et dans un souci d'améliorer l'efficacité et l'efficacité des dispositifs de surveillance en place, il y a lieu de s'interroger sur la mise en place de systèmes de surveillance intégrant différentes modalités de surveillance, événementielle, syndromique et active [Calavas *et al.*, 2012 ; Yan *et al.*, 2013].

Les deux modalités de surveillance, événementielle et syndromique, apparaissent complémentaires [Buehler *et al.*, 2004], leurs performances à identifier précocement un foyer d'une maladie donnée dépendant à la fois de la forme épidémi-

clinique de la maladie surveillée, de la définition du cas « suspect » retenue (portant sur les critères de suspicion clinique, pour la surveillance événementielle, et sur le seuil d'alerte statistique, pour la surveillance syndromique), de la qualité des données utilisées (exhaustivité, robustesse, par exemple), et des délais d'investigation nécessaires pour confirmer (ou infirmer) la suspicion.

Afin de définir un système intégré optimal en termes de performances (intégrant éventuellement une analyse coûts-bénéfices), des évaluations comparées de différents scénarios possibles de surveillance mériteraient d'être conduites, en fonction de différentes modalités de surveillance. Dans le même temps, ces évaluations permettraient de passer d'un principe de surveillance fondée sur une obligation de moyens (à l'image de la brucellose pour laquelle les modalités de surveillance sont précisément définies à l'échelle internationale et communautaire [Anonyme, 1964 ; 2012]) vers un principe de surveillance fondée sur une obligation de résultats [Cameron, 2012].

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme - Directive 64/432/CEE du 26 juin 1964 relative à des problèmes de police sanitaire en matière d'échanges intracommunautaires d'animaux des espèces bovine et porcine. 64/432/CEE, from <http://eur-lex.europa.eu/fr/index.htm>, 1964.

Anonyme - Ancien article R. 223-79 du Code rural et de la pêche maritime (abrogé). <http://www.legifrance.gouv.fr/>, 15/03/2013, 1965.

Anonyme - 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 <http://www.legifrance.gouv.fr/>, 2008.

Anonyme - Chapitre 11.3. du Code sanitaire pour les animaux terrestres. OIE. http://www.oie.int/index.php?id=169&L=1&htmfile=chapitre_1.11.3.htm, 2012.

Bronner A., Hénaux V., Fortané N., Calavas D. - Identification des facteurs influençant la déclaration des avortements chez les bovins par les éleveurs et les vétérinaires. *Bulletin*

épidémiologique Santé animale- alimentation, 2013a, sous presse.

Bronner A., Hénaux V., Vergne T., Vinard J.-L., Morignat E., Hendrikx P., Calavas D., Gay E. - Assessing the mandatory bovine abortion notification system in France using unilist capture-recapture approach. *Plos one* **8**, <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0063246>, 2013b.

Bronner A., Rautureau S., Jay M., Garin-Bastuji B. - Un nouveau foyer de brucellose bovine identifié en 2013 en Belgique. *Bulletin épidémiologique Santé animale- alimentation*, <http://www.ansespro.fr/bulletin-epidemiologique/Documents/BEP-mg-ahead2013-5.pdf>, 2013c.

Buehler J.W., Hopkins R.S., Overhage J.M., Sosin D.M., Tong V., Group C.W. - Framework for evaluating public health surveillance systems for early detection of outbreaks: recommendations from the CDC working group. *MMWR Recomm Rep.*, CDC., 2004, **53**, 11.

- Calavas D., Perrin J.-B., Dupuy C., Ducrot C., Savey M., Hendriks P. - Quelle est la valeur ajoutée de la surveillance syndromique pour la détection de phénomènes pathologiques nouveaux ? *Épidémiologie et santé animale*, 2012, **62**, 161-169.
- Cameron A.R. - The consequences of risk-based surveillance: Developing output-based standards for surveillance to demonstrate freedom from disease. *Prev. Vet. Med.*, 2012, **105**(4), 280-286.
- Carpenter T.E., Chriel M., Andersen M.M., Wulfson L., Jensen A.M., Houe H., Greiner M. - An epidemiologic study of late-term abortions in dairy cattle in Denmark, July 2000-August 2003. *Prev. Vet. Med.*, 2006, **77**(3-4), 215-229.
- CDC. - Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems - Recommendations from the Guidelines Working Group. Retrieved 16/05/2013, 2013, from <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5013a1.htm>, 2001.
- Cunningham B. - A difficult disease called brucellosis. Bovine brucellosis, an international symposium, USA, 1977.
- Doyle T.J., Glynn M.K., Groseclose S.L. - Completeness of notifiable infectious disease reporting in the United States: an analytical literature review. *Am. J. Epidemiol.*, 2002, **155**(9), 866-874.
- Elbers A., Gorgievski-Duijvesteijn M., Zarafshani K., Koch G. - To report or not to report: a psychosocial investigation aimed at improving early detection of avian influenza outbreaks. *Revue scientifique et technique (OIE)*, 2010, **29**(3), 435-449.
- England T., Kelly L., Jones R., MacMillan A., Wooldridge M. - A simulation model of brucellosis spread in British cattle under several testing regimes. *Preventive veterinary medicine*, 2004, **63**, 63-73.
- Guatteo R. - Le choix des outils de diagnostic direct et/ou indirect. Les fondements du raisonnement. Paris, Journée nationale technique : vers une démarche harmonisée de diagnostic différentiel des avortements, 2013.
- Hadorn D.C., Racloz V., Schwermer H., Stark K.D. - Establishing a cost-effective national surveillance system for Bluetongue using scenario tree modelling. *Vet. Res.*, 2009, **40**(6), 57.
- Hopp P., Vatn S., Jarp J. - Norwegian farmers' vigilance in reporting sheep showing scrapie-associated signs. *BMC. Vet. Res.*, 2007, **3**, 34.
- InVS - Rapport annuel 2007, **63**, 2008.
- Mandl K.D., Overhage J.M., Wagner M.M., Lober W.B., Sebastiani P., Mostashari F., Pavlin J.A., Gesteland P.H., Treadwell T., Koski E., Hutwagner L., Buckeridge D.L., Aller R.D., Grannis S. - Implementing syndromic surveillance: a practical guide informed by the early experience. *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, 2004, **11**(2), 141-150.
- Nicoletti P. - The epidemiology of bovine brucellosis. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.*, 1980, **24**, 69-98.
- Triple-S. Project - Assessment of syndromic surveillance in Europe. *Lancet*, 2011, **378**(9806), 1833-1834.
- Yamamoto T., Tsutsui T., Nishiguchi A., Kobayashi S. - Evaluation of surveillance strategies for bovine brucellosis in Japan using a simulation model. *Prev. Vet. Med.*, 2008, **86**(1-2), 57-74.
- Yan W., Palm L., Lu X., Nie S., Xu B., Zhao Q., Tao T., Cheng L., Tan L., Dong H., Diwan V.K. - ISS-An Electronic Syndromic Surveillance System for Infectious Disease in Rural China. *PLoS One*, 2013, **8**(4), e62749.

