

Vitesse de progression du front des deux épizooties de fièvre catarrhale ovine en France en 2007-2008

Maryline Pioz (1,2) (maryline.pioz@paca.inra.fr), Hélène Guis (1,2), Emilie Gay (3), Benoît Durand (4), David Pleydell (2, 5), David Abrial (6), Didier Calavas (3), Renaud Lancelot (1,2), Christian Ducrot (6)

(1) Cirad, UMR CMAEE, Montpellier, France

(2) Inra, UMR CMAEE, Montpellier, France

(3) Anses, Laboratoire de Lyon, France

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

(5) Cirad, UMR CMAEE, Petit Bourg, Guadeloupe, France

(6) Inra, UR346 Epidémiologie animale, Clermont-Ferrand, Theix, France

Résumé

La France a connu deux épizooties de fièvre catarrhale ovine (FCO) : l'une, due au sérotype 8, a touché la quasi-totalité du pays, l'autre, due au sérotype 1, s'est limitée au sud-ouest. Nous avons estimé la vitesse de progression du front de ces deux épizooties et identifié les facteurs environnementaux associés à cette vitesse. La vitesse de progression des deux sérotypes est similaire : 5,4 km/jour pour le sérotype 1, 5,6 km/jour pour le sérotype 8. La diffusion de la FCO en France s'est faite à faible distance. Trois types de facteurs environnementaux peuvent influencer la vitesse de progression du front : ceux liés à la disponibilité en vecteurs, à la disponibilité en hôtes, et enfin à la structure des paysages. Les deux premiers semblent le plus influencer la vitesse. La vaccination, étudiée pour l'épizootie au sérotype 1, a été associée à une baisse de vitesse du front de 1,7 km/jour. Malgré les restrictions des mouvements d'animaux de rente, la FCO a progressé à plus de 5 km/jour en moyenne, soit une progression moyenne de 150 km par mois, atteignant les 300 km durant les mois de forte activité vectorielle. Ceci illustre la difficulté à contenir une telle maladie vectorielle. Seule une vaccination massive très en amont du front peut ralentir sa progression.

Mots clés

Fi  vre catarrhale ovine, vitesse, diffusion

Abstract

Velocity of spread of the two bluetongue epizootics in France in 2007-2008

Two bluetongue epizootics have occurred in France. The first, due to serotype 8, spread throughout most of the country while the second, due to serotype 1, was limited to the south-west of France. We estimated the velocity of spread of these two epizootic fronts and identified the associated environmental factors. Their velocity of spread was similar: 5.4 km/day for serotype 1, and 5.6 km/day for serotype 8. The spread of bluetongue in France was essentially local. Three types of environmental factors can influence the velocity of spread of bluetongue: those linked to vector availability, to host availability, and to landscape structure. Factors linked to vector and host availability were found to be the most common. Vaccination, studied in conjunction with the serotype 1 epizootic, was associated with a 1.7 km/day decrease in velocity. Even when movements of farm animals were restricted, bluetongue spread at an average of over 5 km/day, which represents a progression of 150 km per month, and was able to reach 300 km during the months of high vector activity. This shows how difficult it is to control a vector-borne disease of this type. Only wide-scale vaccination campaigns well in advance of the epizootic front are able to slow down bluetongue progression.

Keywords

Bluetongue, velocity, spread

La fi  vre catarrhale ovine (FCO), ou bluetongue, est une arbovirose transmise par des insectes piqueurs du genre *Culicoides* (Mellor *et al.*, 2009). Cette maladie, due au bluetongue virus (BTV), touche les ruminants domestiques et sauvages. Deux épizooties de FCO ont frappé la France continentale de 2006 à 2009. La première (Figure 1), qui a concerné la quasi-totalité du pays, était due à un virus de sérotype 8 (BTV-8) en provenance des Pays-Bas entré sur le territoire métropolitain par le nord fin 2006, (Durand *et al.*, 2010; Saegerman *et al.*, 2008). La seconde (Figure 2), plus restreinte géographiquement, était due à un virus de sérotype 1 (BTV-1) introduit dans le sud-ouest depuis l'Espagne en 2007 (Wilson and Mellor, 2009). Au total plus de 33 000 foyers cliniques dus au BTV-8 et près de 4 200 dus au BTV-1 furent déclarés en France. Ces épizooties ont entraîné une crise majeure en santé animale, provoquant des pertes économiques considérables, notamment en raison des restrictions de mouvements des animaux de rente dans les zones contaminées.

Nous avons estimé la vitesse de progression du front de ces deux épizooties en utilisant un modèle statistique d'analyse de surface de tendance, couplé à un modèle spatial simultané autorégressif tenant compte de l'autocorrélation spatiale des résidus. Ces modèles, appliqués aux dates de première suspicion clinique confirmée dans les 1 595 communes contaminées par le sérotype 1 et les 10 994 communes contaminées par le sérotype 8 ont permis dans un premier temps d'estimer la vitesse de progression du front et de quantifier sa variabilité (Pioz *et al.*, 2011; Pioz *et al.*, 2014). Dans un second temps, nous avons identifié les facteurs environnementaux corrélés avec cette vitesse de progression (Pioz *et al.*, 2012), et, pour le sérotype 1, nous

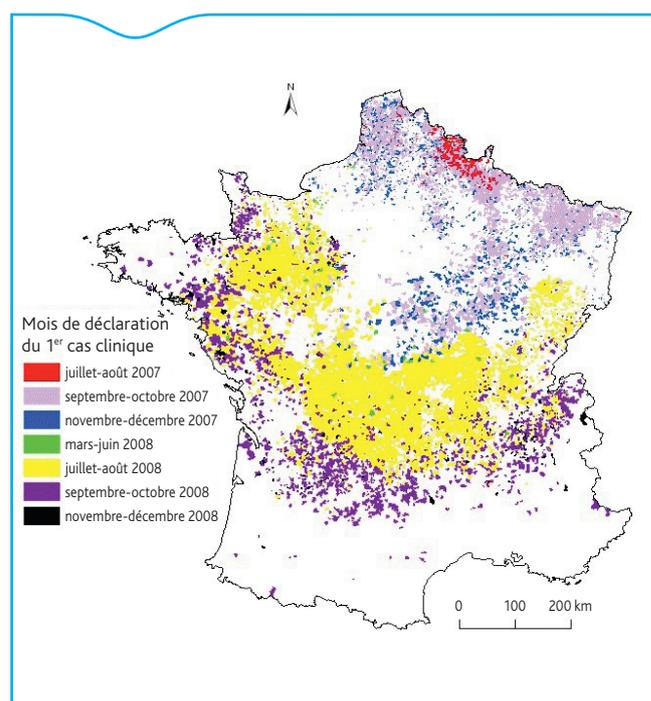


Figure 1. Mois de déclaration du premier cas clinique BTV-8 dans les 10 994 communes contaminées en 2007-2008. Les zones blanches sont celles sans cas clinique reporté ou des cas avec données incomplètes. (source : Pioz *et al.*, 2011)

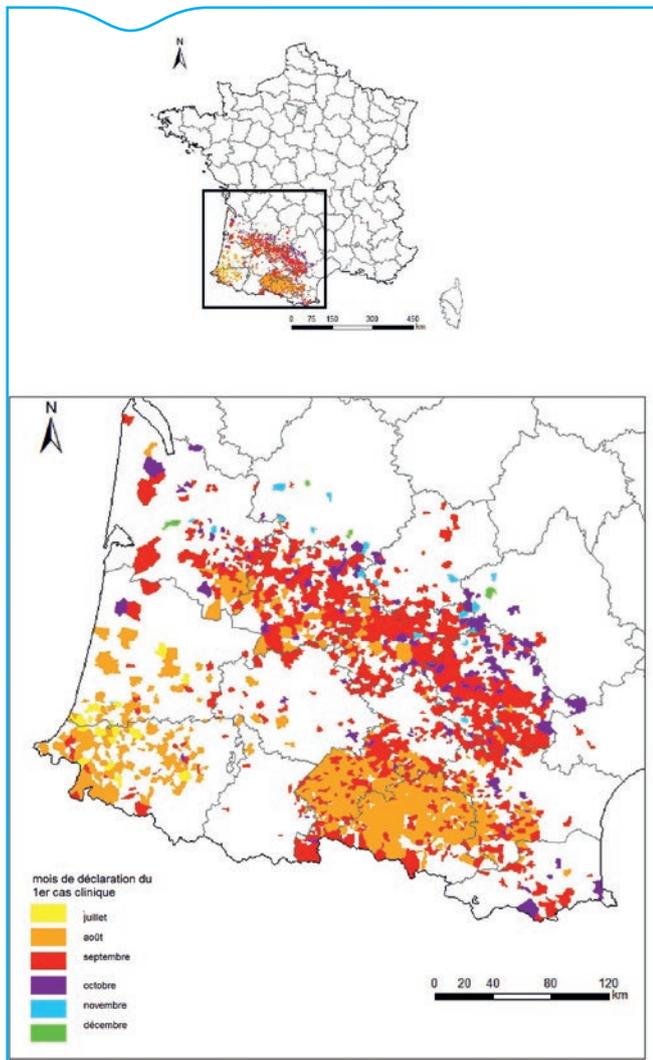


Figure 2. Mois de déclaration du premier cas clinique BTV-1 dans les 1 595 communes contaminées en 2008. Une municipalité ayant eu son premier cas clinique déclaré le 5 janvier 2009 est inclus dans les cas déclarés en décembre 2008 (source: Pioz *et al.*, 2014)

avons évalué l'effet de la vaccination sur celle-ci (Pioz *et al.*, 2014). Les résultats majeurs de ces trois études sont synthétisés ci-après.

La vitesse de progression du front de l'épizootie s'est avérée similaire pour les deux sérotypes: 5,4 km/jour en moyenne pour le sérotype 1, 5,6 km/jour pour le sérotype 8, la vitesse variant en fonction de la période et de la localisation. Les 10^{es} et 90^{es} percentiles étaient 1,9 et 10,4 km/jour pour le sérotype 1, et 3,7 et 7,8 km/jour pour le sérotype 8. Pour les deux épizooties, des mesures de restriction des mouvements d'animaux ont été mises en place, conformément à la réglementation sanitaire. La diffusion de la FCO en France s'est donc essentiellement faite de façon locale, à faible distance. Néanmoins, seules 2 % des 10994 communes atteintes par le sérotype 8 et 56 % des 1595 communes atteintes par le sérotype 1 ont présenté une vitesse de progression inférieure à 3 km/jour, 3 km étant la distance maximale connue de dispersion par vol actif des *Culicoides* vecteurs (Lillie *et al.*, 1985). La diffusion de l'infection ne s'explique donc pas par la seule dispersion active des vecteurs, d'autres facteurs interviennent, notamment le vent (transport passif des *Culicoides*) et le mouvement des hôtes infectés domestiques (changements de pâtures) et sauvages (dispersion au sein de leur domaine vital).

Nous avons identifié trois types de facteurs environnementaux pouvant influencer la vitesse de progression du front: les facteurs liés à la disponibilité en vecteurs, ceux liés à la disponibilité en hôtes, et enfin ceux liés à la structure des paysages.

De façon générale les facteurs liés à la disponibilité en vecteurs (altitude et conditions météorologiques un et deux mois avant le premier cas

clinique dans une commune) avaient la plus grande influence sur la vitesse de progression, suivis par les facteurs liés à la disponibilité en hôtes (densités d'hôtes et couverture vaccinale). En fonction du sérotype nous avons néanmoins observé quelques différences. Ainsi pour BTV-8, l'altitude, la pluviométrie mensuelle et la moyenne des températures un et deux mois avant le premier cas clinique, ainsi que la densité de bovins laitiers ont été les principaux facteurs corrélés avec la progression du front. Pour BTV-1, nous avons également identifié comme facteurs liés à la progression du front, l'altitude et les conditions météorologiques un et deux mois avant, mais également un effet de la densité des populations de bovins allaitants et d'ovins. L'altitude a influencé fortement la vitesse: celle-ci était maximale pour des altitudes comprises entre 280 et 454 m pour BTV-1, et entre 127 et 221 m pour BTV-8. La vitesse tendait à décroître aux altitudes supérieures.

Pour les deux sérotypes, les conditions météorologiques deux mois avant l'arrivée du front ont joué un rôle important: une pluviométrie conséquente et des températures douces entre 15 et 23°C, en favorisant le développement des populations de *Culicoides*, étaient associées à une vitesse élevée de progression du front. Les conditions météorologiques un mois avant ont également joué un rôle: de fortes précipitations, qui limitent l'activité des *Culicoides*, ont été associées à de faibles vitesses de progression.

La structure des élevages de ruminants semble également avoir influencé la vitesse de progression: des densités importantes de bovins allaitants ou d'ovins ont favorisé une vitesse élevée (BTV-1) alors que des densités importantes de bovins laitiers ont été associées à de faibles vitesses (BTV-8). Les bovins allaitants et les ovins, qui sont dispersés dans les pâtures et forment un maillage régulier d'hôtes, pourraient permettre à l'infection de progresser de proche en proche. Au contraire les bovins laitiers qui sont souvent gardés en intérieur, et donc moins accessibles aux vecteurs, ou autour des bâtiments d'élevage, forment des groupes parfois très éloignés les uns des autres, ce qui pourrait limiter ainsi la diffusion de la maladie. Enfin, la structure des paysages était également corrélée à la vitesse de progression du front: la vitesse augmentait avec la densité de frontière entre terres arables et forêts pour BTV-1, et avec la proportion de pâtures et de terres arables pour BTV-8.

La vaccination a contribué à ralentir les deux épizooties. L'effet de la vaccination a pu être quantifié de façon explicite pour l'épizootie de BTV-1 (grâce à des données de vaccination de meilleure qualité): par rapport aux communes où aucun animal n'était immunisé à l'arrivée du front, celles où au moins une partie du cheptel était immunisée ont présenté une vitesse inférieure de 1,7 km/jour en moyenne, soit environ 25 % de réduction par rapport à la vitesse moyenne de 5,4 km/jour.

En conclusion, ces travaux ont fourni une estimation de la vitesse de progression des deux fronts épizootiques de FCO en France et ont permis d'identifier les facteurs environnementaux corrélés à cette vitesse. Malgré les restrictions imposées aux mouvements d'animaux de rente, la maladie a progressé à plus de 5 km/jour en moyenne, ce qui représente une progression moyenne d'environ 150 km par mois, atteignant les 300 km par mois pendant les mois de forte activité vectorielle. Ces chiffres illustrent la difficulté à contenir une telle maladie vectorielle. Seule une vaccination massive, mise en place très en amont du front, pourrait être de nature à ralentir la progression de celui-ci, voire à stopper la maladie.

Remerciements

Les auteurs remercient le ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt (Direction générale de l'alimentation) pour avoir financé ces travaux et permis l'accès aux bases de données des cas de FCO, D. Chavernac pour la base de données FCO, J.-B. Perrin pour les données sur les densités de bovins, P. Hertsens pour les données de vaccination, C. Lacz, T. Rouanet, S. Bacchin-Vinet, P. Bontour, A. Montagne, N. Fradin, C. Pau, P. Saura, A.M. Micheletto, C. Carrerra pour les données de densités petits ruminants et Météo France pour les données météorologiques.

Références bibliographiques

Durand, B., Zanella, G., Biteau-Coroller, F., Locatelli, C., Baurier, F., Simon, C., Le Dréan, E., Delaval, J., Prengère, E., Beauté, V., Guis, H., 2010, Anatomy of bluetongue virus serotype 8 epizootic wave, France, 2007-2008. *Emerg. Infect. Dis.* 16, 1861-1868.

Lillie, T.H., Kline, D.L., Hall, D.W., 1985, The dispersal of *Culicoides mississippiensis* (Diptera: Ceratopogonidae) in a salt marsh near Yankeetown, Florida. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 1, 465-468.

Mellor, P.-S., Baylis, M., Mertens, P., 2009, *Bluetongue*, first Edition. Elsevier, Academic Press, London, UK, 483 p.

Pioz, M., Guis, H., Calavas, D., Durand, B., Abrial, D., Ducrot, C., 2011, Estimating front-wave velocity of infectious diseases: a simple, efficient method applied to bluetongue. *Vet. Res.* 42, 60.

Pioz, M., Guis, H., Crespin, L., Gay, E., Calavas, D., Durand, B., Abrial, D., Ducrot, C., 2012, Why did bluetongue spread the way it did? Environmental factors influencing the velocity of bluetongue virus serotype 8 epizootic wave in France. *PLoS One* 7, e43360.

Pioz, M., Guis, H., Pleydell, D., Gay, E., Calavas, D., Durand, B., Ducrot, C., Lancelot, R., 2014, Did vaccination slow the spread of bluetongue in France? *PLoS One* 9, e85444.

Saegerman, C., Berkvens, D., Mellor, P.S., 2008, Bluetongue epidemiology in the European Union. *Emerg. Infect. Dis.* 14, 539-544.

Wilson, A.J., Mellor, P.S., 2009, Bluetongue in Europe: past, present and future. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364, 2669-2681.