

Épidémiologie comparée des orbivirus en Guadeloupe et à la Réunion

Guillaume Gerbier (1) (guillaume.gerbier@agriculture.gouv.fr), Corinne Sailleu (2), Emmanuel Bréard (2), Cyril Viarouge (2), Alexandra Desprat (2), Laurent Lasne (3), Loïc Gouyet (4), Amélie Desvars (5), Thierry Baldet (6), Fabienne Biteau (7), Jean-Claude Delécolle (8), Claire Garros (6), François Roger (9), Stéphan Zientara (2)

(1) Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Guadeloupe

(2) Anses, Laboratoire de santé animale, UMR 1161 Virologie Inra-Anses-Enva, Maisons-Alfort, France

(3) Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de la Réunion

(4) Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Martinique

(5) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR CMAEE, Saint-Denis, Réunion

(6) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR CMAEE, Montpellier, France

(7) Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Mayotte

(8) Université de Strasbourg, Institut de parasitologie et de pathologie tropicales

(9) Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR AGIRs, Montpellier cedex, France

Résumé

La Guadeloupe et la Réunion sont deux départements d'Outre-mer dans lesquels la fièvre catarrhale ovine est enzootique. Depuis 2010, il a été démontré qu'une autre arbovirose transmise par des *Culicoides*, la maladie épizootique hémorragique des cervidés est aussi présente dans ces îles. Cet article présente les particularités de l'épidémiologie de ces maladies en distinguant les quatre déterminants principaux de l'épidémiologie des maladies vectorielles : animaux/environnement/espèces vectrices de *Culicoides*/virus. Ces comparaisons montrent la pertinence de la notion de « pathosystème » qui illustre les différences observées pour une même maladie dans des contextes épidémiologiques différents.

Mots clés

Orbivirus, DOM-TOM, Réunion, Guadeloupe, épidémiologie, pathosystème

Abstract

Comparative Epidemiology of Orbiviruses in Guadeloupe (French West Indies) and Reunion Island (Indian Ocean)
Guadeloupe and Reunion are two French overseas territories where Bluetongue is enzootic. Since 2010, it has been demonstrated that another arbovirus transmitted by *Culicoides*, Epizootic haemorrhagic disease of deer, is also present in these islands. This article describes the unique epidemiological characteristics of these diseases by distinguishing the four main determinants of the epidemiology of vector-borne diseases: animals/environment/vector species of *Culicoides*/virus. These comparisons show the relevance of the concept of the "pathosystem" which illustrates the differences observed for the same disease in different epidemiological settings.

Keywords

Orbivirus, French overseas territories, Reunion Island, Guadeloupe, epidemiology, pathosystem

La famille des *Reoviridae*, genre *Orbivirus* comprend entre autre les virus de la fièvre catarrhale ovine (FCO), de la maladie épizootique hémorragique des cervidés (EHD) et de la peste équine. Ces trois Orbivirus d'importance vétérinaire ont pour particularité d'être transmis entre hôtes vertébrés par la piqûre de moucheron hématophages du genre *Culicoides* (Diptera: *Ceratopogonidae*). L'histoire de ces virus est pleine de surprises comme le montre l'émergence du sérotype 8 de la FCO en Europe en 2006.

La FCO a été d'abord décrite en Afrique du Sud dès 1876 après l'introduction de moutons mérinos en provenance d'Europe. Sa présence n'est connue que sur le continent africain jusqu'en 1943, année où elle fut confirmée à Chypre. Ensuite c'est aux Etats-Unis que des signes évocateurs ont été rapportés en 1948, menant à l'isolement du virus de la FCO en 1952 (Cox, 1954). La FCO a par la suite été découverte en Australie (1977) et au Brésil en 1978 (Cunha 1990). Alors que se posait dans les années 1950 la question de la propagation de la FCO, il s'est donc avéré que ce virus était présent, la plupart du temps, de manière silencieuse (dite enzootique) sur tous les continents dans une zone allant de 40° nord à 35° sud de latitude (Walton 2004). Dans ces régions tropicales et subtropicales, la présence du virus est conditionnée par la présence de ses principales espèces vectrices. Il existe 24 sérotypes identifiés à ce jour de FCO avec une répartition géographique propre, un niveau de pathogénicité variable et une immunité spécifique (i.e. une absence de protection croisée entre sérotypes).

En métropole, la FCO est apparue tout d'abord en Corse en 2000 (Bluetongue virus BTV-2) en provenance vraisemblablement de Sardaigne. Les foyers de l'hexagone dus au sérotype 8 sont eux apparus en 2006. Dans les départements ultramarins, la FCO a été détectée à la Réunion en 1979 (Barré *et al.* 1985). La date exacte d'introduction de

la FCO en Guadeloupe n'est pas connue mais des sérologies positives ont été identifiées en 2006 (Naves & Giroud 2006).

L'EHD est moins connue en France que la FCO. Ce virus infecte principalement les ruminants sauvages (Cerf de Virginie, *Odocoileus virginianus*, Cerf mulot *Odocoileus hemionus*). Cependant, certaines souches peuvent induire des signes cliniques chez les bovins comme le virus Ibaraki ou la souche EHD-318 (identifiée récemment comme appartenant au sérotype 6, Anthony *et al.* 2009) apparue en Algérie en 2006. Cette maladie est enzootique aux États-Unis où elle a été découverte mais aussi en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud-Est et en Australie (Sailleu *et al.* 2010). En France métropolitaine aucun cas clinique ni sérologie d'EHDV n'a été détecté jusqu'à présent. L'EHD a été découverte à la Réunion en 2003 (Bréard *et al.* 2004) à la suite d'une épizootie importante chez les bovins et en Guadeloupe en 2010.

La peste équine, troisième arbovirose animale d'importance majeure, est enzootique en Afrique subsaharienne. Néanmoins, elle constitue une menace sérieuse pour les équins européens comme l'ont démontré les incursions épizootiques de 1966 et de 1989 dans la péninsule ibérique. Cette maladie n'a jamais été constatée en France métropolitaine ou dans les DOM-TOM mais comme les vecteurs potentiels sont présents, tout au moins à la Réunion comme en Corse et dans le Var, le risque existe si le virus de la peste équine est introduit dans l'île.

Bien que la présence de la FCO dans les DOM soit connue depuis plusieurs décennies et la présence de l'EHD depuis quelques années, les connaissances sur l'épidémiologie de ces maladies dans les DOM sont assez fragmentaires. Pour comparer l'épidémiologie des orbivirus en Guadeloupe et à la Réunion, les quatre déterminants principaux de l'épidémiologie des maladies vectorielles sont étudiés : animaux – environnement – espèces vectrices de *Culicoides* – virus.

Animaux

Les ruminants présents dans les deux départements ont été apportés par les navigateurs européens qui laissaient des animaux redevenir sauvages afin de bénéficier de viande à leur retour. Ainsi, la race bovine créole guadeloupéenne a comme origine des bovins ibériques amenés par les premiers colons espagnols et portugais. Des métissages ultérieurs ont eu lieu avec des bovins d'Afrique de l'Ouest. Par la suite, des bovins issus des colonies anglaises d'Amérique du Nord, de bovins européens et dans une moindre mesure de zébus indiens ont été importés. En Guadeloupe, on trouve peu d'ovins et une forte population de caprins de races boers et créole. À la Réunion, l'élevage bovin repose essentiellement sur des races européennes comme la Limousine ou la Blonde d'Aquitaine pour la viande et la Prim'holstein pour le lait (source ODEADOM). Comme en Guadeloupe, l'élevage caprin y est fortement développé (races boer et créole) mais il y a peu de moutons. La sensibilité connue des ovins à la FCO pourrait d'ailleurs expliquer le faible développement de cette filière dans ces deux îles. Les origines différentes des bovins et des ovins pourraient expliquer les différences d'expression clinique dans les deux régions.

Impact de l'infection

En Guadeloupe, aucun signe clinique de FCO ou d'EHD n'a jusqu'ici été rapporté. Quelques suspicions ont été portées. Il s'agissait en général d'ecthyma. À la Réunion par contre, les épisodes cliniques sont réguliers comme en 2003 (Sailleau *et al.*, 2005) ou en 2009 (Sailleau *et al.*, 2010). Les bovins et les ovins ont alors été touchés avec un tableau clinique typique des lésions de FCO. Il est difficile d'expliquer cette variation d'expression clinique entre les deux îles : sensibilité supérieure de races de ruminants d'origine européenne, pathogénicité des sérotypes circulants, climat, compétence et capacité vectorielle entrent en considération.

Environnement

La Réunion et la Guadeloupe sont situées dans la zone tropicale, écozone Afro-tropic pour la Réunion, écozone Néo-tropic pour les départements français d'Amérique. Ces zones sont caractérisées par la présence de forêts tropicales et subtropicales humides ou sèches, et de mangroves (Olson et Dinerstein 1998). Le sol de ces deux îles est en partie ou totalement d'origine volcanique ce qui peut avoir une influence sur les habitats larvaires des *Culicoides* vecteurs. En général, les populations de *Culicoides* atteignent un pic d'abondance en fin de saison des pluies/début de saison sèche. Comme le climat est tropical et que la température et l'hygrométrie sont favorables toute l'année, il n'existe pas de période d'inactivité des populations comme pendant l'hiver dans les régions tempérées (notion de « vector free-period » avec possible passage de l'hiver de femelles dans les bâtiments d'élevages - overwintering). Ce climat particulier peut influencer la dynamique des vecteurs et leur capacité à multiplier et transmettre le virus. Il existe une plage de température optimale pour la survie des adultes, la durée du cycle gonotrophique (délai entre deux repas de sang) et le développement des stades larvaires. Par ailleurs, les fortes précipitations tropicales peuvent lessiver les habitats larvaires, ce qui explique le pic d'abondance quand ces gîtes sont stabilisés en fin de saison des pluies. La compétence vectorielle⁽¹⁾ des espèces impliquées dans la transmission est influencée par les facteurs biotiques, essentiellement la température. Une température élevée tend à favoriser la multiplication du virus dans l'insecte vecteur

et augmente la proportion d'insectes infectants pour une espèce donnée (Paweska *et al.* 2002). À l'inverse, en altitude où la température diminue, la période d'incubation extrinsèque⁽²⁾ augmente, diminuant la capacité vectorielle⁽³⁾. En deçà de 15 °C, la réplication du virus chez l'insecte compétent est interrompue. En outre, à la Réunion, au-delà de 1250 m d'altitude les insectes vecteurs sont rares. Aussi sur cette île, une partie de l'élevage situé au-delà de cette altitude est moins à risque de FCO ou d'EHD.

Les espèces du genre *Culicoides* à l'île de La Réunion

En 1959, la présence de *C. imicola* (alors identifié sous un synonyme *C. pallidipennis* Carter, Ingram & Macfie, 1920) est identifiée pour la première fois sur l'île (Clastrier, 1959). En 1979, Barré *et al.* (1985) diagnostiquent les premiers cas cliniques de FCO (sérotypage 2 et 4). Un suivi entomologique dans les zones des foyers permet alors de confirmer la présence de *C. imicola* et d'identifier *C. grahamii* (Austen, 1909). En 2007, devant la nécessité d'approfondir les connaissances sur la diversité et la dynamique des espèces de *Culicoides* d'intérêt vétérinaire à l'île de la Réunion, un inventaire entomologique a été réalisé dans 41 sites (élevages, centres équestres) répartis sur l'ensemble de l'île (Desvars, 2005).

À ce jour, cinq espèces de *Culicoides* ont été capturées et identifiées sur l'île de la Réunion : pour le sous-genre *Avaritia* *C. bolitinos*, *C. grahamii*, *C. imicola*, et *C. kibatiensis* (Goetghebuer, 1935); pour le sous-genre *Oecacta* *C. enderleini* (Cornet et Brunhes, 1994). Cette étude a permis de recenser pour la première fois sur l'île de la Réunion *C. bolitinos*, *C. enderleini* et *C. kibatiensis*. *Culicoides imicola* est abondant sur l'ensemble de l'île du littoral jusqu'à 700 m d'altitude alors que l'aire d'abondance de *C. bolitinos* est supérieure jusqu'à 1250 m d'altitude. L'altitude, très marquée sur l'île apparaît comme un facteur déterminant pour expliquer la distribution spatiale des espèces. La faible diversité spécifique peut surprendre car l'île de la Réunion présente une grande diversité d'habitats. Cette faible diversité est aussi connue pour la famille des *Culicidae* (moustiques) représentée par seulement 12 espèces pour quatre genres sur l'île (Paupy, 2000) et également trouvée à l'île Maurice (Meiswinkel, communication personnelle) où seulement trois espèces de *Culicoides* sont présentes (*C. bolitinos*, *C. enderleini* et *C. imicola*). Les hypothèses avancées pour expliquer cette faible diversité sont les âges géologiques récents de ces îles, leur isolement géographique, et leur colonisation récente par des populations humaines. *C. imicola* et *C. bolitinos* sont largement distribués sur le continent africain et fortement associés aux élevages de bovins et aux chevaux. Il est probable que leur introduction sur l'île de la Réunion soit liée à l'importation de bovins depuis le continent africain ou depuis l'Inde lors de l'installation des populations humaines. En revanche, *C. grahamii* et *C. kibatiensis* sont beaucoup moins abondantes sur le continent africain (Meiswinkel, communication personnelle), *C. grahamii* est connue comme une espèce anthropophile en Afrique de l'ouest et centrale (Itoua *et al.*, 1987), et à l'écologie larvaire associée aux bananiers. Son introduction sur l'île de la Réunion pourrait être associée aux échanges commerciaux de fruits ou d'esclaves entre le continent et l'île au XVIII^e siècle.

Espèces vectrices

Les *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) sont des petits moucheron hémato-phages présentant une très grande diversité (plus de 1400 espèces dans le monde, classées dans une trentaine de sous-genres), largement répartis sur l'ensemble du globe, et à la bio-écologie mal connue (Mellor *et al.* 2000). La biodiversité diffère selon les régions biogéographiques avec une typologie bien délimitée : les espèces impliquées dans la transmission de la FCO et de l'EHD à la Réunion et

- ⁽¹⁾ **Compétence vectorielle** : dans un environnement donné, aptitude intrinsèque d'un arthropode vecteur à acquérir, multiplier et transmettre un agent infectieux, elle est déterminée par des facteurs génétiques propres aux espèces et aux populations.
- ⁽²⁾ **Période d'incubation extrinsèque** : temps entre l'acquisition du pathogène par le vecteur lors d'un repas de sang infectieux (vecteur infecté) et la présence du pathogène dans les glandes salivaires (vecteur infectant). Ce temps est dépendant des conditions climatiques et variable selon les pathogènes et les espèces.
- ⁽³⁾ **Capacité vectorielle** : la capacité vectorielle d'une population de vecteurs représente le nombre de piqûres potentielles qu'un hôte infectant est susceptible de générer par l'intermédiaire de la population vectrice par unité de temps. Elle mesure le potentiel de transmission d'un pathogène. Les paramètres qui contribuent au calcul varient avec le temps, l'espèce du vecteur et le pathogène. La capacité vectorielle est définie avec une formule mathématique, dont tous les paramètres sont théoriquement mesurables.

en Guadeloupe sont donc différentes (Figure 1). À la Réunion, les espèces vectrices présentes sont *C. imicola* (Kieffer, 1913) et *C. bolitinos* (Meiswinkel, 1989), espèces de la région afro-tropicale et reconnues comme les vecteurs avérés responsables de la transmission de la FCO, de la peste équine et de l'EHD (Venter *et al.* 1998, 2000, 2006 et 2009; Paweska *et al.* 2005). En Guadeloupe, une étude entomologique détaillée reste à mettre en place mais des piégeages réalisés en 2006 à Marie-Galante (Delécolle, communication personnelle) et dans l'arc caraïbe (Greiner *et al.* 1993) montrent entre autres la présence de *C. insignis* (Luz, 1913) et de *C. pusillus* (Luz, 1913), toutes deux espèces néo-tropicales. Le virus de la FCO a été isolé de *C. insignis* en Amérique centrale et dans la Caraïbe (Mo *et al.* 1994) et l'espèce a été montrée compétente dans le sud de la Floride (Tanya *et al.* 1992). L'implication de *C. pusillus* dans la transmission de la FCO est fortement suspectée (Homan *et al.* 1990). Plus largement, un suivi entomologique de deux ans dans l'arc caraïbe et en Amérique centrale a permis de collecter 44 espèces de *Culicoides* parmi lesquelles 90 % des captures ont été identifiées comme appartenant à *C. pusillus*. *Culicoides insignis* et *C. pusillus* sont sympatriques sur l'ensemble de la région Amérique centrale et du sud, avec présence de *C. insignis* dans le sud de la Floride. À noter au final, la présence de *C. furens* (Poey 1953) – nom en créole yen-yen – qui peut constituer une nuisance considérable au crépuscule dans des zones littorales localisées de la Guadeloupe.

Virus

Les zones tropicales sont classiquement décrites comme des zones d'enzootie de FCO. Ceci se révèle exact pour la Réunion et la Guadeloupe. Par exemple, en 2006, quasiment 100 % des bovins guadeloupéens testés étaient séropositifs (Naves et Giroud 2006). En 2008, une étude sérologique réalisée par le laboratoire de l'Onderstepoort Veterinary Institute (OVI, Afrique du Sud) sur une centaine de bovins réunionnais, a montré que 95 % des animaux étaient positifs en ELISA FCO (Lasne, communication personnelle).

Comment identifier des souches virales en présence de plusieurs souches ?

La sérologie par Elisa permet de confirmer une infection par un virus FCO mais pas d'identifier le sérotype. De plus, en présence de co-infections par plusieurs virus de la FCO, il est difficile d'interpréter des résultats de séroneutralisation. Il faut donc recourir au diagnostic virologique par amplification génique par RT-PCR, inoculation intra-veineuse sur œuf embryonné. Cela suppose d'avoir un virus « cultivable ». Pour cela, il faut soit avoir une forte quantité de virus (cas des animaux présentant des signes cliniques), soit prélever les animaux au début de l'infection (entre 10 et 20 j post-infection) avant que les anticorps neutralisants soient effectifs. La deuxième possibilité n'est envisageable que lors de l'introduction dans une île d'animaux indemnes de la maladie qui servent alors de révélateur. Ce dernier protocole a été utilisé en Martinique en 2006 sur une vingtaine de bovins puis en Guadeloupe en 2010 sur une dizaine de bovins. Malgré le faible nombre d'animaux prélevés, cela a, par exemple, permis d'isoler trois souches de FCO et une souche d'EHD en Guadeloupe (cf. plus bas).

Du fait des réactions croisées, il n'est pas facile de présenter un bilan des sérotypes identifiés, ni d'avoir un résultat tranché. Le schéma d'Erasmus (1985) montrant les relations antigéniques entre sérotypes a été utilisé pour synthétiser ces informations. Le résumé des informations disponibles pour la Réunion (Figure 2) illustre cette difficulté d'interprétation des résultats d'analyse. Début 2003, plusieurs troupeaux de bovins ont été trouvés infectés par le virus de l'EHD (Bréard *et al.* 2004). Dans les mois qui suivent, le sérotype 3 du virus de la FCO a été identifié dans un troupeau de 57 moutons de race Mérinos, présentant les symptômes cliniques de la FCO (Bassin la Paix, côte est) (Bréard *et al.* 2005). Deux souches ont été formellement identifiées par l'Anses (BTV-2 et -3) car le virus a été isolé. Si le seuil de positivité de 1/80 (représentant la dilution du sérum) est choisi,

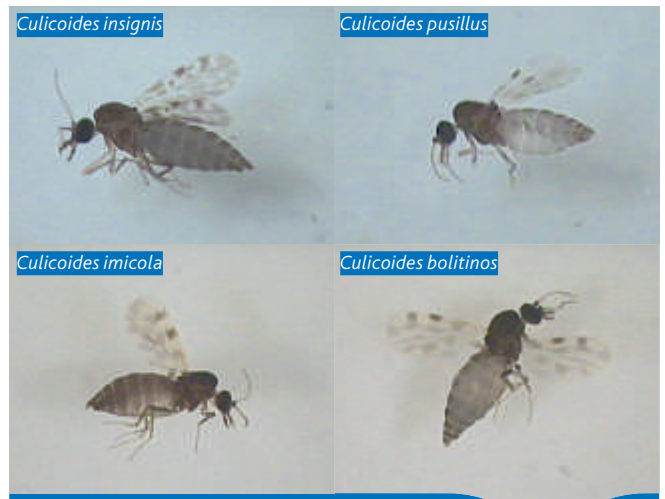


Figure 1. Photographies des principales espèces vectrices de *Culicoides* en Guadeloupe et à la Réunion
Source: J.-C. Delécolle

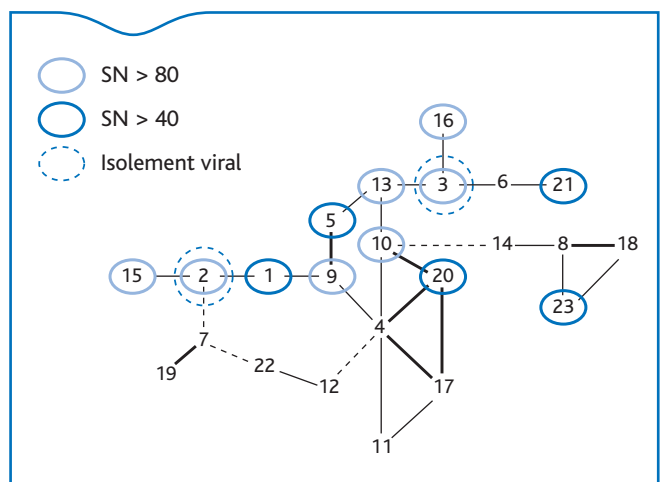


Figure 2. Proximité antigénique entre sérotypes de FCO (traits noirs gras : relation forte, traits noirs fins : relation moyenne, traits noirs pointillés : relation faible) et sérotypes de FCO identifiés à la Réunion (Cercles, SN : séroneutralisation, 40 et 80 seuil de dilution de la SN).

Source: Lasne et Gerdes 2009 communication personnelle, Sailleau *et al.*, 2005 et 2010

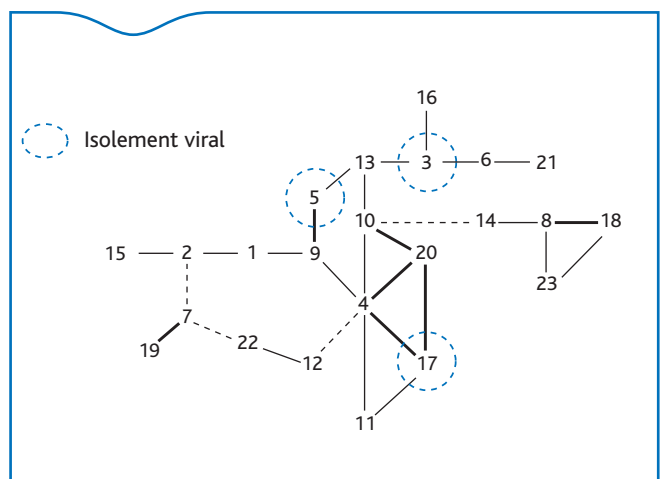


Figure 3. Proximité antigénique entre sérotypes de FCO (traits noirs gras : relation forte, traits noirs fins : relation moyenne, traits noirs pointillés : relation faible) et sérotypes de FCO identifiés en Guadeloupe (cercles).

Source: Anses

neuf sérotypes circulerait BTV 2, 3, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16. Si on abaisse ce seuil à 1/40, 14 sérotypes (idem + BTV- 1, 5, 20, 21, 23) circuleraient. Les données disponibles pour la Guadeloupe (Figure 3) sont plus restreintes mais constituent une première détermination des sérotypes présents. Trois sérotypes au moins circulerait en Guadeloupe (BTV 3, 5 et 17). À noter que le BTV3 de la Réunion est différent de celui de la Guadeloupe (source Anses).

D'après Della-Porta (cité par Gibbs *et al.* 1992), les trois zones géographiques décrites par Wirth et Dyce (1985) expliqueraient par ailleurs des évolutions différentes des virus de la FCO (notion de toptype, cf. Balasuriya 2008). Les virus de la Réunion seraient donc à rapprocher des virus du continent africain. Pour la Guadeloupe, l'hypothèse de Della-Porta doit être affinée car les études menées en Amérique centrale et dans la Caraïbe (cf. Gibbs *et al.* 1992 notamment) montrent que la zone Amériques doit être scindée en deux avec l'Amérique du Nord (région néarctique) d'une part où le vecteur principal est *C. variipennis* var. *sonorensis* et, d'autre part, l'Amérique centrale, l'Amérique du Sud et la Caraïbe (région néo-tropicale) où le vecteur principal est *C. insignis*. Les sérotypes de la FCO détectés en Guadeloupe doivent donc être rapprochés de ceux d'Amérique centrale et du Sud. Une étude phylogénétique a été menée sur les sérotypes de FCO martiniquais (Maclachlan *et al.* 2007) mais pas encore pour ceux de Guadeloupe.

Le sérotype 17 (BTV-17) semble être fréquent dans l'arc caraïbe. Le sérotype 5 (BTV-5) est nouveau pour les Amériques (Tableau 1). De façon intéressante, les souches présentes en Martinique et en Guadeloupe ne sont pas les mêmes. Il n'est cependant pas possible de conclure à une réelle différence entre les deux îles dans la mesure où les échantillons étudiés sont encore limités. Il est donc probable que d'autres souches présentes n'aient pas été identifiées à ce jour.

Concernant l'EHD, le sérotype 6 a été détecté par l'Anses en 2010 en Martinique et en Guadeloupe sur des bovins nouvellement introduits. Or ce virus est totalement nouveau dans la zone. Ce résultat est à rapprocher d'une étude américaine récente (Allison *et al.* 2010) qui a démontré qu'une souche présente aux États-Unis (Indiana, Illinois) pourrait être le fruit d'une recombinaison entre une souche EHDV sérotype 2 et un sérotype 6. Ce sérotype 6 exotique pour les États-Unis pourrait bien être d'origine caribéenne. Une souche également de sérotype 6 mais différente de la souche antillaise a été identifiée à la Réunion lors de l'épizootie de 2009 (source Anses). Ceci est à rapprocher de la découverte en 2007 de l'EHD à l'île Maurice qui fait partie comme la Réunion de l'archipel des Mascareignes (Jori *et al.* 2011).

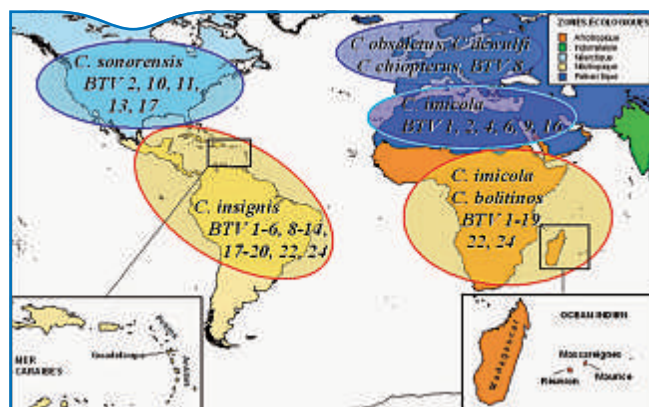


Figure 4. Patho-systèmes de FCO et zones écologiques (adapté et mis à jour d'après une carte du Florida medical entomology map)

Conclusion

Les orbivirus des départements français d'outre-mer ont au final été peu étudiés. Il reste donc de nombreux thèmes de recherche à explorer. Le nombre de sérotypes présents reste encore à préciser, les raisons de l'absence de signes cliniques également. Se pose aussi la question de la date d'introduction des différents virus. Une introduction très ancienne implique, *a priori*, une situation enzootique et l'absence de signes cliniques. À l'inverse, l'introduction d'un nouveau sérotype dans une population naïve vis-à-vis de ce sérotype pourrait être à l'origine de l'apparition de signes cliniques. Ceci pourrait expliquer les foyers de FCO de 1979 à la Réunion (Barré *et al.* 1985). Une comparaison de la virulence des souches serait également instructive.

D'après Homan (1985), les pays frontaliers de la Caraïbe constituent un système virus-vecteur-environnement à part. On peut par extrapolation définir différents systèmes pathologiques vectoriels ou « patho-systèmes » géographiquement identifiables. La Guadeloupe appartient au patho-système *C. insignis*/sérotypes Amérique du Sud-Caraïbes, la Réunion au patho-système *C. imicola*-*C. bolitos*/sérotypes africains. En Amérique du Nord, on identifie *C. sonorensis* associé aux sérotypes nord-américains, en Europe du Sud *C. imicola* avec les sérotypes maghrébins et méditerranéens et pour finir cet inventaire non exhaustif *C. obsoletus*, *C. dewulfi*, *C. chiopterus*, avec le sérotype 8 en Europe du Nord et centrale (Figure 4).

Finalement, il n'est sans doute pas opportun d'extrapoler les situations des DOM à celle de l'hexagone. Néanmoins, mieux comprendre le comportement de la FCO sous sa forme enzootique dans les deux patho-systèmes auxquels ils appartient, mieux comprendre l'évolution de la virulence des souches, pourrait permettre d'anticiper les politiques de gestion et de contrôle des sérotypes circulant en métropole si les virus présents devenaient enzootiques. Ceci pourrait permettre notamment de tester des protocoles de suivi de la circulation virale ou de l'introduction de nouveaux sérotypes.

Tableau 1. Sérotypes de fièvre catarrhale ovine identifiés dans la région Caraïbe

Sérotype FCO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Guadeloupe			X		X												X								
Martinique		X							X	X	X		X	X			X	X					X		X
Amérique centrale ⁽⁵⁾	X		X ^a	X		X		X				X		X			X								
USA (Floride*) ⁽¹⁾		X*								X*	X		X*				X*								
Brésil ⁽²⁾				X		X								X			X		X	X					
Colombie ⁽²⁾												X		X			X								
Guyana ⁽²⁾														X			X								
Surinam ⁽²⁾						X								X			X								
Guyane ⁽³⁾														X			X								

(1) Ostlund 2004, (2) Lager 2004, (3) Lancelot 1989, (4) Homan 1985, (5) Thompson 1991.

* Costa Rica, Guatemala, Trinidad (Balasuriya, 2008).

Références bibliographiques

- [1] Allison AB., Goekjian VH., Potgieter AC., Wilson WC., Johnson DJ., Mertens PPC., Stallknecht DE. (2010) Detection of a novel reassortant epizootic hemorrhagic disease virus (EHDV) in the USA containing RNA segments derived from both exotic (EHDV-6) and endemic (EHDV-2) serotypes. *J. Gen. Virol.*; 91(2): 430 - 439.
- [2] Anthony SJ., Maan N., Maan S., Sutton G., Attoui H., Mertens PP. Genetic and phylogenetic analysis of the non-structural proteins NS1, NS2 and NS3 of epizootic haemorrhagic disease virus (EHDV). *Virus Res.* 2009 Nov; 145(2): 211-9.
- [3] Balasuriya U., Nadler SA., Wilson WC., Pritchard L., Smythe A.B., De Santis P., Nianzu Z., Tabachnick W.J., Maclachlan N. (2008) The NS3 Proteins of Global Strains of Bluetongue Virus evolve into Regional Topotypes Through Negative (purifying) Selection. *Veterinary Microbiology.* 2008 Jan 1;126(1-3): 91-100.
- [4] Barré N., Erasmus B.-J., Gautier A., Rème A., Valin R. (1985) La bluetongue, nouvelle maladie des ovins à la Réunion (Océan Indien). *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 38(1), 16-21.
- [5] Bréard E., Sailleau C., Hamblin Gourreau, J.-M., Zientara S. (2004) Outbreak of epizootic hemorrhagic disease on the island of Reunion. *Veterinary Record*, 155, 422-423.
- [6] Bréard E., Sailleau C., Hamblin C., Zientara S. (2005) Bluetongue virus in the French island of Reunion. *Veterinary Microbiology*, 106, 157-165.
- [7] Clastrier J. (1959) Notes sur les cératopogonidés. VII. Cératopogonidés de l'île de la Réunion. *Archives institut pasteur d'Alger XXXVII(3)*, 412-446.
- [8] Cox H. (1954) Bluetongue. *Bacteriol Rev*;18(4):239-253.
- [9] Cunha RG. (1990) Neutralizing antibodies for different serotypes of bluetongue virus in sera of domestic ruminants from Brazil. *Rev. Bras. Med. Vet.*, 12, 3-7.
- [10] Desvars A. (2005) Étude préliminaire des espèces de *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), vecteurs avérés ou potentiels d'arboviroses animales, à l'île de la Réunion. Mémoire de DEA, 30 p.
- [11] Erasmus R. (1985) Bluetongue and related orbiviruses. T.I. Barber and M. M. Jochim, editors, A.R. Liss, N.Y. 7.
- [12] Gibbs E., Homan J., Claudette L., Greiner E., Gonzalez J., Thompson L., Oveido M., Walton T., Yuill T. and The Regional Bluetongue Team (1992) Epidemiology of Bluetongue Viruses in the American Tropics *Annals New York Academy of Sciences* 243- 250.
- [13] Greiner EC., Mo CL., Homan EJ., Gonzalez J., Oviedo MT., Thompson LH., Gibbs EP. (1993) Epidemiology of bluetongue in Central America and the Caribbean: initial entomological findings. *Regional Bluetongue Team. Med Vet Entomol.* Oct;7(4):309-15.
- [14] Homan EJ., Taylor WP., Lorbacher de Ruiza H., Yuill TM. (1985) Bluetongue virus and epizootic haemorrhagic disease of deer virus serotypes in northern Colombian cattle. *Journal of Hygiene* (1985), 95:165-172.
- [15] Homan EJ., Mo CL., Thompson LH., Barreto CH., Oviedo MT., et al. (1990) Epidemiologic study of bluetongue viruses in Central America and the Caribbean: 1986-1988. *Am. J. Vet. Res.* 51:1089-94.
- [16] Itoua A., Cornet M., Vattier-Bernard G., Trouillet J. (1987) Les *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) d'Afrique Centrale. *Cahiers O.R.S.T.O.M. Série Entomologie Médicale et Parasitologie*, numéro spécial, 127-134.
- [17] Jori F., Roger M., Baldet T., Delécolle J.-C., Sauzier J., Reshad Jaumally M., Roger F. (2011) Orbiviruses in Rusa Deer, Mauritius, 2007. *Emerging infectious disease.* Vol 17, n° 2, 312-313.
- [18] Lefèvre P.-C., Blancou J. & Chermette R. (2003) Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes. Ed. Tec & Doc, Ed. Med. int., vol 1, 2003, 764 pp. (123-138).
- [19] Maclachlan NJ., Zientara S., Stallknecht DE., Boone JD., Goekjian VH., Sailleau C. and Balasuriya UBR. (2007) Phylogenetic comparison of the S10 genes of recent isolates of bluetongue virus from the United States and French Martinique Island. *Virus Res.* 129(2):236-40.
- [20] Mellor P.S., Boorman J. & Baylis M. (2000) *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. *Ann. Rev. Entomol.*, 45, 307-340.
- [21] Mo CL., Thompson LH., Homan EJ., Oviedo MT., Greiner EC., Gonzalez J., et al. (1994) Bluetongue virus isolation from vectors and ruminants in Central America and the Caribbean. *Am. J. Vet. Res.* 55:211-15.
- [22] Naves M., Giroud L. (2006) Rapport technique de réalisation d'une enquête sanitaire préalable à la diffusion de semences de taureaux Créoles par insémination artificielle. INRA URZ.
- [23] Olson DM. and Dinerstein E. (1998) The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89:125-126
- [24] Paupy C. (2000) *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) de l'île de la Réunion: Différenciation génétique, Compétence vectorielle pour le virus de sérotype 2 de la dengue et Sensibilité aux insecticides. Mémoire de DEA, Université Paris IV.
- [25] Paweska JT., Venter GJ. & Mellor PS. (2002) Vector competence of South African *Culicoides* species for bluetongue virus serotype 1 (BTV-1) with special reference to the effect of temperature on the rate of virus replication in *C. imicola* and *C. bolitinos*. *Med Vet Entomol*, 16: 10-21.
- [26] Paweska JT., Venter GJ., Hamblin C. (2005) A comparison of the susceptibility of *Culicoides imicola* and *C. bolitinos* to oral infection with eight serotypes of epizootic haemorrhagic disease virus. *Medical and Veterinary Entomology* 19, 200-207 Sailleau C, Bréard E, Gourreau J-M, Galibert T, Zientara S (2005) La fièvre catarrhale du mouton sur l'île de la Réunion. *Epidémiol. et santé anim.*, 48, 101-104.
- [27] Sailleau C., Bréard E., Gourreau J.-M., Galibert T., Zientara S. (2005) La fièvre catarrhale du mouton sur l'île. *Epidémiol. et santé anim.* 48, 101-104.
- [28] Sailleau C., Bréard E., Viarouge C., Desprat A., Vitour D., Adam M., Lasne L., Martrenchar A., Costes L., Zientara S., Zanella G. (2010) Co-circulation des virus de la maladie hémorragique des cervidés et de la fièvre catarrhale ovine à la Réunion en 2009. *Epidémiol. et santé anim.*, 57, 21-29.
- [29] Tanya VN., Greiner EC., Gibbs EP. (1992) Evaluation of *Culicoides insignis* (Diptera: Ceratopogonidae) as a vector of bluetongue virus. *Vet Microbiol.* Jul;32(1):1-14.
- [30] Venter GJ., Paskewa JT., Van Dijk AA., Mellor PS., Tabachnick W. J. (1998) Vector competence of *Culicoides bolitinos* and *C. imicola* for South African bluetongue virus serotypes 1, 3 and 4. *Medical and Veterinary Entomology* 12, 378-385.
- [31] Venter GJ., Graham SD., Hamblin C. (2000) African Horse Sickness epidemiology: vector competence of South African *Culicoides* species for virus serotypes 3, 5 and 8. *Medical and Veterinary Entomology* 14, 245-250
- [32] Venter GJ., Mellor PS., Paweska JT. (2006) Oral susceptibility of South African stock-associated *Culicoides* species to bluetongue virus. *Med Vet Entomol*, doi: 10.1111/j.1365-2915.2006.00635.x.
- [33] Venter GJ., Wright IM., Van der Linde TC. & Paweska JT. (2009) The oral susceptibility of South African field populations of *Culicoides* to African horse sickness virus. *Med Vet Entomol*, 23, 367-378.
- [34] Walton TE. (2004) The history of bluetongue and a current global overview. *Vet italiana* Volume 40 (3). 31-38.
- [35] Wirth W. & Dyce A. (1985) The current taxonomic status of the *Culicoides* vectors of bluetongue viruses. *Prog. Clin. Biol. Res.* 178: 151-164.