

Situation épidémiologique de la fièvre de la Vallée du Rift en Afrique de l'Ouest et du Nord

Elena Arsevska (1,2) (elena.arsevska@cirad.fr), Renaud Lancelot (1,2), Bezeid El Mamy (3), Catherine Cêtre-Sossah (2,4)

Cirad, UMR CMAEE, Montpellier, France

(2) Inra, UMR1309 CMAEE, Montpellier, France

(3) Centre national d'élevage et de recherche vétérinaire (CNERV), Nouakchott, Mauritanie

(4) Cirad, UMR CMAEE, Sainte-Clotilde, La Réunion, France

Résumé

La fièvre de la Vallée du Rift (FVR) est une arbovirose pouvant affecter gravement différentes espèces de ruminants domestiques et sauvages, notamment les ovins, bovins, caprins, dromadaires ainsi que l'Homme. Le virus de la FVR est présent dans la plupart des pays d'Afrique ainsi qu'au Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Yémen). Ces dernières années, il est particulièrement actif en Mauritanie (foyers en 2010, 2012, 2015) et au Sénégal (foyers en 2013, 2014). Des études sérologiques récentes de 2008 et de 2014 conduites dans des pays du Maghreb laissent penser que le virus serait présent dans certaines régions d'Algérie, du Maroc et de Tunisie. Au-delà des aspects économiques, l'enjeu de la surveillance et du contrôle de cette maladie est la préservation de la santé publique. La seule mesure réellement efficace est la vaccination du bétail pour interrompre les cycles épidémiologiques vecteurs – ruminants – et limiter/éviter la transmission à l'Homme. Même avec la disponibilité de vaccins vétérinaires fiables, l'irrégularité dans l'espace et dans le temps des épizooties de FVR rend peu probable l'organisation de campagnes de vaccination de masse sur plusieurs années consécutives sur de grandes populations animales (bovins, petits ruminants, dromadaires). Dans ces conditions, il est nécessaire de mettre en place une stratégie régionale d'alerte précoce, de surveillance et de contrôle basée sur le risque épizootique.

Mots-clés

Fièvre de la Vallée du Rift, Afrique de l'Ouest, Afrique du Nord, cas humains, foyers animaux

Abstract

Epidemiological situation of Rift Valley fever in western and northern Africa

Rift Valley fever (RVF) is an arbovirose affecting both domestic and wild ruminants, especially sheep, cattle, goats and humans (zoonosis). The RVF virus is present in most African countries and the Middle East (Saudi Arabia and Yemen). In recent years, the virus has been particularly active in Mauritania (outbreaks in 2010, 2012 and 2015) and Senegal (outbreaks in 2013 and 2014). Recent studies from 2008 and 2014 conducted in the Maghreb countries indicate that the RVF virus could be present in certain regions of Algeria, Morocco and Tunisia. Besides economic aspects, the challenge related to controlling RVF is the preservation of human and animal health. The only efficient measure is the vaccination of susceptible animals in order to interrupt the epidemiological cycle vectors – ruminants – and limit transmission to humans. Even though reliable veterinary vaccines are available, the irregularity in space and time of RVF outbreaks decreases the likelihood of an efficient organisation of massive vaccination campaigns in cattle, small ruminants and camels over several consecutive years. In these conditions, there is a need for a regional early-warning strategy combined with a surveillance and control system based on the risk of an outbreak.

Keywords

Rift Valley fever, West Africa, North Africa, Human cases, Animal outbreaks

La fièvre de la Vallée du Rift (FVR) est une arbovirose pouvant affecter gravement différentes espèces de ruminants domestiques et sauvages, notamment les ovins, bovins, caprins, dromadaires, ainsi que l'Homme (Chevalier *et al.*, 2010). Le virus est transmis de façon vectorielle aux animaux par plusieurs espèces de moustiques (dont les genres *Aedes* et *Culex*). La transmission chez l'Homme se fait principalement par les contacts directs qu'il peut avoir avec le sang ou tout autre fluide corporel issus d'animaux virémiques.

Les manifestations cliniques varient selon l'espèce animale et d'autres facteurs tels que l'âge et l'état physiologique (gestation). Les caractéristiques principales définissant la maladie pendant les épizooties sont l'apparition de vagues d'avortements ainsi qu'une mortalité élevée de jeunes animaux (notamment les agneaux). Chez les populations immunologiquement naïves qui sont infectées par le virus FVR, les femelles gravides avortent quasi-systématiquement (80-100 %) (OIE, 2016).

Chez l'Homme, les formes asymptomatiques (50 %) ou pseudo-grippales (fièvre, myalgie, céphalée et arthralgie) sont les plus fréquentes. Les formes graves (rétinite, encéphalite, fièvre hémorragique) représentent environ 1 % des patients (Pépin, 2011). Les éleveurs, vétérinaires ou auxiliaires d'élevage, le personnel des abattoirs et les bouchers sont les populations particulièrement à risque.

La FVR se manifeste souvent par des flambées épizootiques suivies de phases de silence inter-épizooties pouvant durer plusieurs années. En Afrique orientale et australe, les épizooties sont déclenchées par les pluies automnales intenses (en lien avec les pullulations de moustiques qui en résultent), liées par exemple aux épisodes El

Niño (Linthicum *et al.*, 1999). La situation est plus complexe pour les autres régions.

En plus des effets directs sur la santé animale et humaine, la FVR a des conséquences économiques importantes en affectant notamment le commerce des animaux (Nin-Pratt *et al.*, 2005). La maladie est à notification obligatoire à l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) et à l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Situation récente en Afrique subsaharienne

Le virus de la FVR est présent dans la plupart des pays d'Afrique ainsi qu'au Moyen-Orient (Arabie Saoudite, Yémen) (Figure 1). Ces dernières années, il est particulièrement actif en Mauritanie et au Sénégal. La Figure 2 présente une synthèse du nombre de foyers humains et animaux observés depuis l'automne 1987, date de la première épidémie observée dans la Vallée et le Delta du Fleuve Sénégal. Les données proviennent des déclarations des pays à l'OIE, de la compilation des données des réseaux nationaux de surveillance, et d'une revue de la littérature scientifique. En 1987, plus de 1 200 cas cliniques humains dont 224 décès sont survenus entre les mois de septembre à décembre (Jouan *et al.*, 1988). L'épidémie s'est poursuivie en 1988 puis l'activité virale s'est progressivement atténuée. En 1993, 1998 et 2003, des foyers d'ampleur variable se sont produits, avec des cas humains et animaux (Lancelot, 2009).

En 2010, la Mauritanie a notifié à l'OMS un total de 63 cas humains, dont treize décès (El Mamy *et al.*, 2011). Ces cas sont survenus dans l'Adrar,

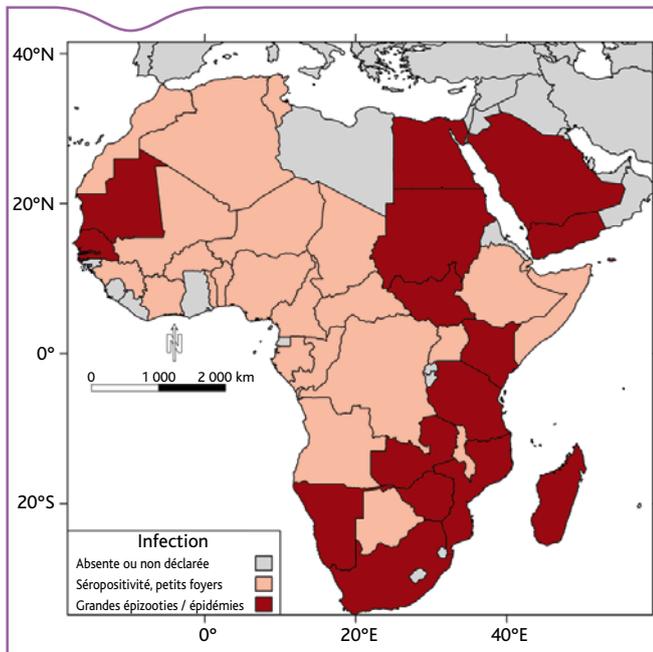


Figure 1. Pays connus comme étant infectés par le virus de la fièvre de la Vallée du Rift en 2016. Source des données : CDC (USA), OIE, revue de la littérature scientifique

région désertique du Nord de la Mauritanie. Ce foyer inattendu compte tenu de sa localisation septentrionale, dans une région désertique (Figure 2A : foyers annotés « 2010 »), a été consécutif à un épisode pluvieux exceptionnel survenu en septembre 2010 ayant entraîné l'apparition de mares temporaires et de pâturages suffisamment conséquents pour décider les éleveurs de dromadaires et de petits ruminants d'y déplacer leurs animaux. Certains de ces animaux ont été transportés par camion depuis les régions plus méridionales et notamment la vallée du fleuve Sénégal. Le virus a probablement été introduit à cette occasion et un cycle local s'est établi puis amplifié grâce aux populations de moustiques qui ont rapidement colonisé les mares temporaires (El Mamy *et al.*, 2014a).

Une autre épidémie a touché la Mauritanie en 2012, avec 36 cas graves dont dix-neuf décès, répartis dans six régions du Sud-Est de

la Mauritanie (El Mamy *et al.*, 2014b). Une enquête épidémiologique menée en octobre et novembre 2012 dans la région du Tagant chez 212 personnes répondant à la définition du cas (syndrome fébrile et hémorragique ne rétrocedant pas aux traitements antipaludéens), a révélé 26 cas positifs (12 %) pour le virus de la FVR, par détection d'immunoglobulines de type M (IgM) et/ou de génome viral (Boushab *et al.*, 2015a; Boushab *et al.*, 2015b). Les derniers cas humains de FVR signalés en Mauritanie datent d'octobre 2015 et proviennent de la région du Tagant (un décès) ou du centre et du sud-est (huit décès) (ProMed-mail, 2015). En 2013, l'infection s'est propagée au Sénégal où elle a touché pour la première fois les régions très peuplées de Thiès et de Dakar. Des foyers animaux ont également été rapportés en 2014 (ProMed-mail, 2014; OIE WAHID, 2016).

Il est difficile de comprendre les raisons de cette réémergence du virus de la FVR dans cette région. La Figure 2B montre que les foyers n'émergent pas forcément lors des années qui ont eu une plus forte pluviométrie que la normale. La plupart des foyers se produisent à proximité de points d'eau, en cohérence avec le rôle des vecteurs dans la transmission du virus entre animaux.

Sur le plan climatique, on assiste toutefois depuis une trentaine d'années à un reverdissement du Sahel, avec des précipitations plus abondantes mais aussi plus intenses et plus irrégulières (Anyamba *et al.*, 2014). Les raisons de ce phénomène seraient liées à un réchauffement des eaux de surface de l'Atlantique Nord, lui-même consécutif à une réduction de la pollution atmosphérique au-dessus de cette région (Giannini *et al.*, 2013). Des pluies intenses avec des pauses pluviométriques entraînent des variations rapides du niveau des mares temporaires du Centre-Nord du Sénégal (région du Ferlo) et du Sud-Est de la Mauritanie (région des Hodhs). Ces phénomènes hydrologiques sont très favorables à une forte dynamique des populations d'*Aedes* (Mondet *et al.*, 2005); par ailleurs la persistance d'eau dans les mares favorise les populations de *Culex*. Globalement, l'abondance des populations de moustiques semble donc augmenter. Sur la même échelle temporelle, les populations animales augmentent également avec l'amélioration des ressources fourragères et des eaux de surface (Anyamba *et al.*, 2014). Enfin, le commerce d'animaux sur pied s'intensifie suite à l'accroissement des populations humaines et à l'urbanisation. Tout concourt ainsi dans cette région à des conditions plus favorables à l'occurrence de foyers de FVR et à la diffusion du virus.

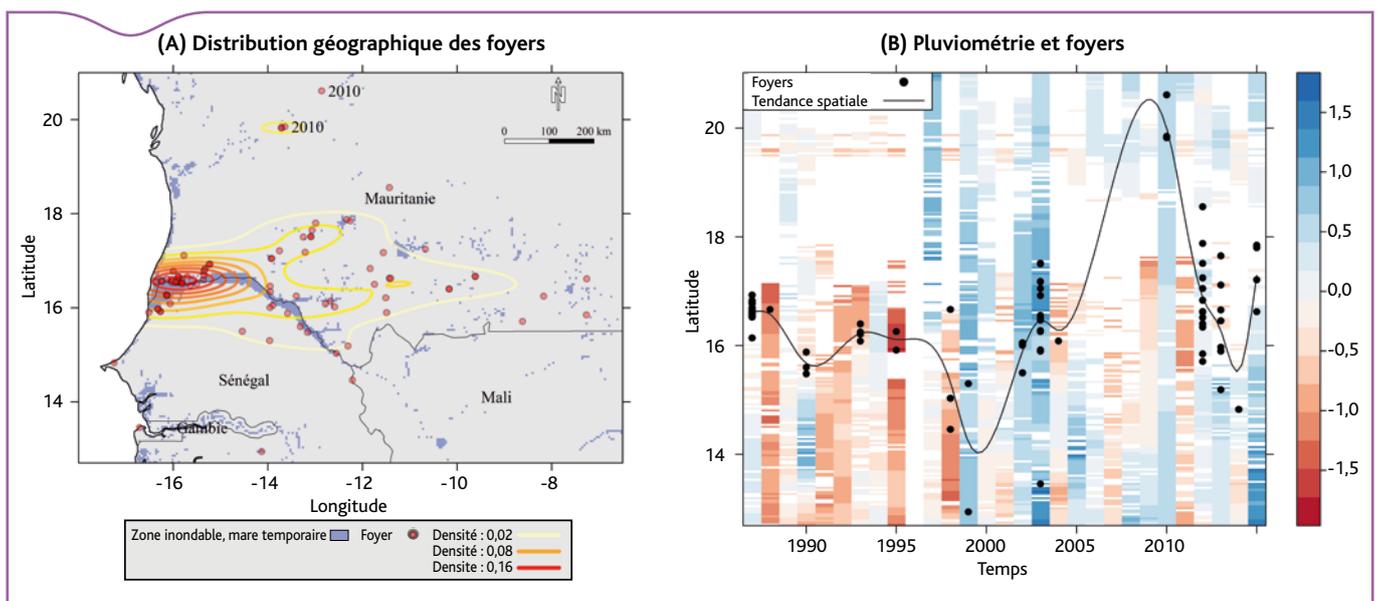


Figure 2. Foyers de FVR en Mauritanie, au Sénégal et en Gambie, 1987-2015. (A) Distribution géographique des foyers. La densité de probabilité d'occurrence des foyers a été estimée à l'aide d'un kernel gaussien bivarié et représentée par des isocontours de couleur allant du jaune (densité faible) au rouge (densité élevée). (B) Pluviométrie et occurrence des foyers. Chaque colonne représente une année. L'axe des y représente la latitude, avec la même étendue que sur le panel (A). La valeur est l'écart standardisé à la moyenne 1983-2013. Les pixels bleus (rouges) correspondent à un excès (déficit) pluviométrique par rapport à la moyenne sur 30 ans. Les foyers de FVR observés de 1987 à 2015 ont été projetés à leur latitude d'occurrence. Source des données de pluviométrie : Tamsat (Tarnavsky *et al.*, 2014).

Situation en Afrique du Nord

L'Égypte a connu en 1977-78 la première grande épidémie de FVR, le virus ayant été introduit depuis le Soudan (Hoogstraal *et al.*, 1979): environ 200 000 personnes ont été infectées, conduisant à 600 décès (Gerdes, 2004). Par la suite, des épidémies de moindre ampleur sont survenues en 1993-94, 1996-97, et 2003. Diverses enquêtes sérologiques chez l'animal et l'Homme ont révélé la circulation du virus en dehors de ces épisodes épidémiques (Kamal, 2011; Youssef, 2009). Le virus de la FVR peut ainsi être considéré comme enzootique dans ce pays. Les campagnes de vaccination pour le contrôle de certaines de ces épizooties ont été réalisées, soit à l'aide de vaccins atténués produits à partir de la souche Smithburn, soit à l'aide de vaccins inactivés (Kamal, 2011). L'utilisation de ce type de vaccin atténué en lien avec les possibilités connues de réversion de virulence n'est cependant pas recommandée surtout en situation d'enzootie (Botros *et al.*, 2006; El-Ballal *et al.*, 1999; Imam and Darwish, 1977).

Des études sérologiques (chez l'Homme et les ruminants) récentes conduites dans d'autres pays du Maghreb laissent penser que le virus serait présent dans certaines régions.

Dans le sud du Maroc, une étude sérologique conduite en 2009 a montré une séroprévalence de 15 % ($n=100$) chez les dromadaires des provinces de Dakhla et Smara-Laayoune, régions proches de la Mauritanie, avec des mouvements transfrontaliers illégaux réguliers de ce pays vers le Maroc, signalés par les services vétérinaires mauritaniens (El-Harrak *et al.*, 2011).

Dans le sud de l'Algérie et du Sahara occidental, les 982 échantillons collectés en 2008 ont montré une séroprévalence de 1 à 5 % chez les chèvres, moutons et dromadaires de la wilaya de Tindouf d'Algérie et de 5 à 10 % dans les régions de Bir Lahlou, Tifariti et Mehaires, autour des lacs salés (chotts) du Sahara occidental (Di Nardo *et al.*, 2014). Ces régions sont frontalières de la Mauritanie et la mobilité animale y est forte (Nanyingi *et al.*, 2015).

Une enquête sérologique a été effectuée pendant l'été 2014 dans les régions de Sousse, Sfax et Mahdia en Tunisie. Quatorze sérums sur 181 prélevés chez des patients qui avaient connu un épisode fébrile inexplicé soit 8 % de l'échantillon présentaient des IgM, signant une infection récente par le virus de la FVR; d'autre part, trois sérums sur 38 prélevés chez des employés d'abattoirs (8 %) présentaient des IgG contre ce virus. Aucun lien n'a pu être établi entre la séropositivité de ces employés et l'abattage d'animaux directement importés depuis l'étranger (Bosworth *et al.*, 2016). Malgré l'absence de détection du virus lui-même dans les prélèvements réalisés à partir des patients fébriles et des employés d'abattoirs, ces résultats suggèrent fortement une circulation locale du virus de la FVR. Cette occurrence, à confirmer par d'autres études, s'est produite dans l'une des zones à risque identifiée par des travaux récents (Arsevska *et al.*, 2015).

Origine, installation et propagation du virus

Selon une étude phylogénétique récente (Bird *et al.*, 2007) l'émergence du virus de la FVR au plan mondial daterait du 19^e siècle. Elle serait liée aux fronts pionniers d'Afrique australe et orientale, et à l'introduction de bétail d'origine exotique (bovins, ovins) dans des zones jusque-là non peuplées par ce type d'animaux et/ou d'espèces. Au contact d'un cycle selvatique (cycle animal sauvage – moustique) mal connu (Olive *et al.*, 2012), le virus se serait répliqué chez les ruminants domestiques, puis se serait transmis et propagé progressivement par les moustiques et les mouvements, commerciaux et de transhumance, du bétail.

Le risque d'introduction du virus de la FVR en Afrique du Nord est lié aux importations d'animaux infectés en provenance de zones d'endémie, à l'occasion de mouvements commerciaux ou de transhumance, ou encore suite à des conflits socio-politiques (EFSA, 2013). L'épidémie qui a touché l'Égypte en 1977-78 était ainsi consécutive à une épidémie survenue au Soudan en 1976 (Eisa *et al.*, 1980), le virus ayant été

probablement introduit en Égypte par les importations d'animaux pour la consommation de viande (Hoogstraal *et al.*, 1979). Bien que le risque soit moins grand (en lien avec les flux commerciaux plus limités), il ne semble pas nul entre la Mauritanie et le Maroc, et demande à être surveillé. Enfin, la situation difficile en Libye et les demandes importantes en viande rouge des populations côtières de ce pays ont conduit à des importations massives et non contrôlées de ruminants depuis le Tchad, avec des risques majeurs d'introduction de virus de la FVR, présent dans ce pays (Ringot *et al.*, 2004).

De plus, en raison des besoins alimentaires croissants, les surfaces agricoles irriguées ont sensiblement augmenté ces dernières années dans les pays du Maghreb, offrant ainsi des gîtes supplémentaires de reproduction et de repos pour les vecteurs potentiels du virus FVR. Après son introduction, le virus peut ainsi s'installer grâce à des cycles d'amplification virale optimaux si les conditions environnementales sont favorables (Barhoumi *et al.*, 2015) comme en saison pluvieuse, c'est-à-dire en automne sur la rive Sud de la Méditerranée (Arsevska *et al.*, 2015).

Alerte précoce, surveillance et contrôle

En matière de contrôle, la seule mesure réellement efficace est la vaccination du bétail pour interrompre les cycles épidémiologiques vecteurs – ruminants et limiter/éviter la transmission à l'Homme. En effet, au stade épidémique, de très nombreuses espèces de moustiques avec des écologies variées (gîtes de ponte et de repos, périodes d'activité, préférences trophiques) peuvent intervenir dans la transmission. Il est alors peu efficace de recourir à de la lutte anti-vectorielle, qu'elle soit larvicide ou adulticide, à l'exception des traitements insecticides topiques ou systémiques appliqués sur bovins. De nombreux vecteurs du virus de la FVR et d'autres agents pathogènes humains se nourrissent préférentiellement sur ces hôtes (Diallo *et al.*, 2008; Poché *et al.*, 2015). Plusieurs types de vaccins sont commercialisés avec leurs avantages et leurs inconvénients (FAO, 2011):

- des vaccins inactivés par la formaline avec une bonne innocuité mais une faible immunogénicité, et nécessitant deux injections de primo-vaccination et des rappels annuels. Leur coût de production est plus élevé que les vaccins dits atténués (Mansfield *et al.*, 2015),
- plusieurs vaccins atténués:
 - le vaccin atténué neurotrope « Smithburn » dérivé de la souche virulente Entebbe atténuée par de nombreux passages intracérébraux sur souris (Smithburn, 1949). Ce vaccin conserve un pouvoir pathogène résiduel chez l'animal (avortement) et chez l'Homme (syndrome fébrile). Il est encore utilisé au Kenya et en Afrique du Sud,
 - un vaccin atténué avirulent, le clone 13, avec un bon pouvoir immunogène notamment chez les petits ruminants a récemment été mis sur le marché (Njenga *et al.*, 2015),
 - un autre vaccin dérivé de la souche MP-12 est disponible seulement aux États-Unis (Mansfield *et al.*, 2015).

D'autres vaccins alternatifs à base de vecteurs recombinants ou de particules virales sont par ailleurs toujours à l'état de recherche et développement (Mansfield *et al.*, 2015).

Même avec la disponibilité de vaccins vétérinaires fiables, l'irrégularité dans l'espace et dans le temps des épizooties de FVR rend peu probable l'organisation de campagnes de vaccination de masse sur plusieurs années consécutives sur de grandes populations animales (bovins, petits ruminants, dromadaires). Dans ces conditions, il est nécessaire de mettre en place une stratégie régionale d'alerte précoce, de surveillance et de contrôle basée sur le risque épizootique avec notamment:

- identification et notification de phénomènes météorologiques susceptibles de déclencher des épizooties: fortes pluies, inondations; identification des zones à risque d'introduction (marchés à bétail) et d'installation (zones humides) du virus;

- enquêtes sérologiques répétées avec mise en place d'animaux sentinelles dans ces zones à risque, et;
- mise en place d'un diagnostic différentiel de la FVR en cas de suspicion chez l'Homme (rétinite, encéphalite, fièvre hémorragique).

Remerciements

Cette étude a été financée par la Direction générale de l'Alimentation (ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt) et par le projet du 7^e PCRDT VMerge de l'Union européenne (<http://www.vmerge.eu>). Le comité de pilotage de VMerge lui a attribué le n°VMERGE016. Le contenu de cette publication est de la seule responsabilité des auteurs et ne reflète pas nécessairement l'avis de la Commission européenne.

Références bibliographiques

Anyamba, A., Small, J., Tucker, C., Pak, E., 2014. Thirty-two Years of Sahelian Zone Growing Season Non-Stationary NDVI3g Patterns and Trends. *Remote Sens.* 6, 3101-3122. doi:10.3390/rs6043101

Arsevska, E., Hellal, J., Mejri, S., Hammami, S., Marianneau, P., Calavas, D., Hénaux, V., 2015. Identifying Areas Suitable for the Occurrence of Rift Valley Fever in North Africa: Implications for Surveillance. *Transbound. Emerg. Dis.* doi:10.1111/tbed.12331

Barhoumi, W., Qualls, W.A., Archer, R.S., Fuller, D.O., Chelbi, I., Cherni, S., Derbali, M., Arheart, K.L., Zhioua, E., Beier, J.C., 2015. Irrigation in the arid regions of Tunisia impacts the abundance and apparent density of sand fly vectors of *Leishmania infantum*. *Acta Trop.* 141, 73-78. doi:10.1016/j.actatropica.2014.10.008

Bird, B.H., Khristova, M.L., Rollin, P.E., Ksiazek, T.G., Nichol, S.T., 2007. Complete genome analysis of 33 ecologically and biologically diverse Rift Valley fever virus strains reveals widespread virus movement and low genetic diversity due to recent common ancestry. *J Virol* 81, 2805-2816.

Bosworth, A., Ghabbari, T., Dowall, S., Varghese, A., Fares, W., Hewson, R., Zhioua, E., Chakroun, M., Tiouiri, H., Ben Jemaa, M., Znazen, A., Letaief, A., 2016. Serologic evidence of exposure to Rift Valley fever virus detected in Tunisia. *New Microbes New Infect.* 9, 1-7. doi:10.1016/j.nmni.2015.10.010

Botros, B., Omar, A., Elian, K., Mohamed, G., Soliman, A., Salib, A., Salman, D., Saad, M., Earhart, K., 2006. Adverse response of non-indigenous cattle of European breeds to live attenuated Smithburn Rift Valley fever vaccine. *J. Med. Virol.* 78, 787-791. doi:10.1002/jmv.20624

Boushab, B.M., Savadogo, M., Sow, S.M., Soufiane, S., 2015a. Enquête d'investigation sur des cas de fièvre de la vallée du Rift au Tagant, Mauritanie. *Rev. D'Épidémiologie Santé Publique* 63, 213-216. doi:10.1016/j.respe.2015.03.124

Boushab, M.B., Savadogo, M., Sow, M.S., Fall-Malick, F.Z., Seydi, M., 2015b. Forme hémorragique grave de la fièvre de la Vallée du Rift en Mauritanie. *Bull. Société Pathol. Exot.* 108, 102-106. doi:10.1007/s13149-015-0417-y

Chevalier, V., Pépin, M., Lancelot, R., 2010. Rift Valley fever - a threat for Europe? *Euro Surveill* 15, pii=19506.

Diallo, D., Ba, Y., Dia, I., Lassana, K., Diallo, M., 2008. [Use of insecticide-treated cattle to control Rift Valley fever and West Nile virus vectors in Senegal]. *Bull. Société Pathol. Exot.* 1990 101, 410-417.

Di Nardo, A., Rossi, D., Saleh, S.M.L., Lejlifa, S.M., Hamdi, S.J., Di Gennaro, A., Savini, G., Thrusfield, M.V., 2014. Evidence of rift valley fever seroprevalence in the Sahrawi semi-nomadic pastoralist system, Western Sahara. *BMC Vet. Res.* 10, 1.

EFSA, 2013. Scientific Opinion on Rift Valley fever. *EFSA J.* 11, 3180.

Eisa, M., Kheir el-Sid, E.D., Shomein, A.M., Meegan, J.M., 1980. An outbreak of Rift Valley fever in the Sudan-1976. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 74, 417-419.

El-Ballal, S., Elian, K., El-Gamal, B., Zaghawa, A., 1999. Histopathological and Ultrastructural investigations on the pathogenesis of virulent and attenuated Rift Valley Fever virus in mice, in: 5th Sci. Cong., Egyptian Society for Cattle Diseases. Assiut, Egypt, pp. 28-30.

El-Harrak, M., Martín-Folgar, R., Llorente, F., Fernández-Pacheco, P., Brun, A., Figuerola, J., Jiménez-Clavero, M.A., 2011. Rift Valley and West Nile virus antibodies in camels, North Africa. *Emerg. Infect. Dis.* 17, 2372-2374.

El Mamy, A.B., Lo, M.M., Thiongane, Y., Diop, M., Isselmou, K., Doumbia, B., Baba, M.O., El Arbi, A.S., Lancelot, R., Kane, Y., Albina, E., Cêtre-Sossah, C., 2014a. Comprehensive Phylogenetic Reconstructions of Rift Valley Fever Virus: The 2010 Northern Mauritania Outbreak in the *Camelus dromedarius* Species. *Vector-Borne Zoonotic Dis.* 14, 856-861. doi:10.1089/vbz.2014.1605

El Mamy, A.B.O., Baba, M.O., Barry, Y., Isselmou, K., Dia, M.L., Hampate, B.,

Diallo, M.Y., El Kory, M.O.B., Diop, M., Lo, M.M., Thiongane, Y., Bengoumi, M., Puech, L., Plée, L., Claes, F., de La Rocque, S., Doumbia, B., 2011. Unexpected Rift Valley fever outbreak, northern Mauritania. *Emerg. Infect. Dis.* 17, 1894-1896.

El Mamy, B.O., Kane, Y., El Arbi, A.S., Barry, Y., Bernard, C., Lancelot, R., Cêtre-Sossah, C., 2014b. L'épidémie de fièvre de la Vallée du Rift en Mauritanie en 2012. *RASPA* 12, 169-173.

FAO (Ed.), 2011. Rift Valley fever vaccine development, progress and constraints: GF-TAD's meeting January 2011 [held at FAO headquarters in Rome, Italy from 19 to 21 January 2011. Workshop Entitled "Rift Valley Fever Vaccine Development, Progress and Constraints"], FAO animal production and health proceedings. Rome.

Gerdes, G.H., 2004. Rift valley fever. *Rev. Sci. Tech.-Off. Int. Epizoot.* 23, 613-624.

Giannini, A., Salack, S., Lodoun, T., Ali, A., Gaye, A.T., Ndiaye, O., 2013. A unifying view of climate change in the Sahel linking intra-seasonal, interannual and longer time scales. *Environ. Res. Lett.* 8, 024010. doi:10.1088/1748-9326/8/2/024010

Hoogstraal, H., Meegan, J.M., Khalil, G.M., Adham, F.K., 1979. The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. 2. Ecological and entomological studies. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 73, 624-629.

Imam, I.Z., Darwish, M.A., 1977. A preliminary report on an epidemic of Rift Valley Fever (RVF) in Egypt. *J. Egypt. Public Health Assoc.* 52, 417-418.

Jouan, A., Le Guenno, B., Digoutte, J.P., Philippe, B., Riou, O., Adam, F., 1988. An RVF epidemic in southern Mauritania. *Ann Inst Pasteur Virol* 139, 307-308.

Kamal, S.A., 2011. Observations on rift valley fever virus and vaccines in Egypt. *Virol. J.* 8, 1.

Lancelot, R., 2009. Animaux sentinelles en milieu tropical: vers un système intégré de surveillance. *Epidémiol Santé Anim* 56, 27-34.

Linthicum, K.J., Anyamba, A., Tucker, C.J., Kelley, P.W., Myers, M.F., Peters, C.J., 1999. Climate and satellite indicators to forecast Rift Valley fever epidemics in Kenya. *Science* 285, 397-400.

Mansfield, K.L., Banyard, A.C., McElhinney, L., Johnson, N., Horton, D.L., Hernández-Triana, L.M., Fooks, A.R., 2015. Rift Valley fever virus: A review of diagnosis and vaccination, and implications for emergence in Europe. *Vaccine* 33, 5520-5531. doi:10.1016/j.vaccine.2015.08.020

Mondet, B., Diaité, A., Ndione, J.A., Fall, A.G., Chevalier, V., Lancelot, R., Ndiaye, M., Ponçon, N., 2005. Rainfall patterns and population dynamics of *Aedes (Aedimorphus) vexans arabiensis*, Patton 1905 (Diptera: Culicidae), a potential vector of Rift Valley fever virus in Senegal. *J. Vector. Ecol.* 30, 102-106.

Nanyingi, M.O., Munyua, P., Kiama, S.G., Muchemi, G.M., Thumbi, S.M., Bitek, A.O., Bett, B., Muriithi, R.M., Njenga, M.K., 2015. A systematic review of Rift Valley Fever epidemiology 1931-2014. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 5. doi:10.3402/iee.v5.28024

Nin-Pratt, A., Bonnet, P., Jabbar, M., Ehui, S., de Haan, C. (Eds.), 2005. Benefits and costs of compliance of sanitary regulations in livestock markets: the case of Rift Valley fever in the Somali Region of Ethiopia. International Livestock Research Institute, Nairobi.

Njenga, M.K., Njagi, L., Thumbi, S.M., Kahariri, S., Githinji, J., Omondi, E., Baden, A., Muriithi, M., Paweska, J., Ithondeka, P.M., Ngeiywa, K.J., Dungu, B., Donadeu, M., Munyua, P.M., 2015. Randomized Controlled Field Trial to Assess the Immunogenicity and Safety of Rift Valley Fever Clone 13 Vaccine in Livestock. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 9, e0003550. doi:10.1371/journal.pntd.0003550

Olive, M.-M., Goodman, S.M., Reynes, J.-M., 2012. The role of wild mammals in the maintenance of Rift Valley fever virus. *J. Wildl. Dis.* 48, 241-266. doi:10.7589/0090-3558-48.2.241

Pépin, M., 2011. Fièvre de la vallée du Rift. *Médecine Mal. Infect.* 41, 322-329. doi:10.1016/j.medmal.2010.12.010

Poché, R.M., Burruss, D., Polyakova, L., Poché, D.M., Garlapati, R.B., 2015. Treatment of livestock with systemic insecticides for control of *Anopheles arabiensis* in western Kenya. *Malar. J.* 14. doi:10.1186/s12936-015-0883-0

Ringot, D., Durand, J.-P., Tolou, H., Boutin, J.-P., Davoust, B., others, 2004. Rift Valley fever in Chad. *Emerg. Infect. Dis.* 10, 945-947.

Smithburn, K.C., 1949. Rift Valley Fever: The Neurotropic Adaptation of the Virus and the Experimental Use of this Modified Virus as a Vaccine. *Br. J. Exp. Pathol.* 30, 1-16.

Tarnavsky, E., Grimes, D., Maidment, R., Black, E., Allan, R.P., Stringer, M., Chadwick, R., Kayitakire, F., 2014. Extension of the TAMSAT Satellite-Based Rainfall Monitoring over Africa and from 1983 to Present. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 53, 2805-2822. doi:10.1175/JAMC-D-14-0016.1

Youssef, B.Z., 2009. The potential role of pigs in the enzootic cycle of rift valley Fever at Alexandria Governorate, Egypt. *J. Egypt. Public Health Assoc.* 84, 331-344.

ProMed-mail, 2014. Rift Valley Fever in Senegal. Consulté le 10/03/2016 sur: <http://www.promedmail.org/>

ProMed-mail, 2015. Rift Valley Fever in Mauritania. Consulté le 10/03/2016 sur: <http://www.promedmail.org/>

OIE WAHID. Consulté le 10/03/2016 sur: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home

OIE. Fiche d'information sur la Fièvre de la Vallée du Rift. Consulté le 10/03/2016 sur: <http://www.oie.int/doc/ged/D13964.PDF>

OMS, 2016a. Fièvre de la Vallée du Rift. Consulté le 24/06/2015 sur: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/fr/>

OMS, 2016b. Fièvre de la Vallée du Rift en Mauritanie. Consulté le 10/03/2016 sur: http://www.who.int/csr/don/2012_11_01/en/

FAO. Atelier sous régional sur la Fièvre de la Vallée du Rift. Consulté le 24/06/2015 sur: http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/empres/documents/docs/agenda_RVF_Marocco_2014.pdf

FAO EMPRES-i. Consulté le 10/03/2016 sur: <http://empres-i.fao.org/eipws3g/>