Janvier-2018

Centre National de Veille Zoosanitaire
المركز الوطني لليقظة الصحية الحيوانية

Bulletin Zoosanitaire. N°16

SOMMAIRE

Historique de la fièvre aphteuse en Tunisie Page 1

COMITE DE LECTURE

Professeur Lilia Messadi

Professeur Ahmed Chabchoub

Docteur Mohamed Néjb

Bousslama

Docteur Mâallem Chokri

Docteur Hédia Hili

Historique de la fièvre aphteuse en Tunisie

Kalthoum Sana, Cherni Jamel, Lachtar Monia, Bel Haj Mohamed Bassem, Gharbi Raja, Hajlaoui Haykel, Khalfaoui Wiem, Guesmi Kaouther, Mzoughi Samia, Baccar Mohamed Naceur

Introduction

La fièvre aphteuse (FA) est la maladie transfrontalière la plus contagieuse des mammifères domestiques et sauvages (1). Elle est causée par un virus non enveloppé à acide ribonucléique (ARN) de la famille des Picornaviridae appartenant au genre Aphthovirus. Ce virus présente une grande variabilité génétique (2). Il existe ainsi sept sérotypes immunologiquement distincts qui circulent dans le monde (O, A, C, SAT 1, SAT 2, SAT 3 et Asia 1) renfermant une soixantaine de sous-type. Le sérotype Asia 1 n'existe pas en Afrique (3). Actuellement , le sérotype C n'est plus détecté (4). La distribution géographique de ces sérotypes est la résultante de ressemblances écologiques entre les pays, d'échanges de bétail et de traditions culturelles (5). Les pays de l 'Afrique du Nord ont connu plusieurs épisodes de FA avec la circulation de quatre sérotypes (O, A, SAT 2, et C) ou le sérotype O étant le plus dominant (6). La Tunisie, comme le reste des pays de l' Afrique du Nord a été touchée par la maladie depuis 1965 (7,8) et plusieurs incursions ont été enregistrées . La maladie a été absente pendant une période de 15 ans (1999-2014) et le dernier épisode a été déclaré en 2017.

En Tunisie, le programme de lutte contre la fièvre aphteuse était principalement basé sur une campagne de vaccination annuelle de tous les ruminants. Les vaccinations périfocales sont mises en œuvre dans les situations d'urgence après la survenue de la maladie. Avant décembre 1989, la vaccination a été limitée aux bovins, et à partir de cette date, la campagne a été étendue aux petits ruminants. Elle est réalisée par les services vétérinaires entre Octobre et Janvier et est couverte par le budget du ministère de l'agriculture. Depuis 2017, elle est effectuée entre Février et Mai.

Actuellement les services vétérinaires vaccinent les bovins contre trois sérotypes (A, O, SAT 2) et les petits ruminants contre deux sérotypes (O, SAT2) (6).

Le présent article décrit les principaux épisodes de fièvre aphteuse décrits depuis son apparition sur le territoire tunisien ainsi que les principales mesures de lutte mises en place pour faire face à cette maladie.

1-Historique des épizooties de la fièvre aphteuse en Tunisie

a-Période 1 : Avant 1975

En Tunisie, la FA est une maladie animale réglementée, régie par le décret N°2009-2200 du 14 juillet 2009, qui fixe la nomenclature des

maladies animales réglementées et édictant les mesures générales applicables à ses maladies. Deux textes réglementaires (Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 21 novembre 1984 et l'arrêté du ministre de l'agriculture du 23 juillet 1997) organisent la lutte contre cette maladie ainsi que les mesures sanitaires à mettre en place en cas d'apparition d'un foyer sur le territoire tunisien.

D'après la littérature, la fièvre aphteuse est présente en Tunisie depuis 1965 (sérotype C) (8). Toutefois, le décret beylical du 11 juillet 1889 relatif à la clôture des marchés de Tébourba et de Borj Toumi, qui stipulait la fermeture de ces deux marchés à cause de la présence de la maladie chez des bovins et des ovins de ces deux régions, la maladie circulait depuis 1889. A partir de 1965, plusieurs épisodes de FA dus essentiellement à deux sérotypes (A et O) ont été enregistrés avec parfois des allures épizootiques (1989, 2014) alternées par des phases d'accalmie de la maladie (figure 1).

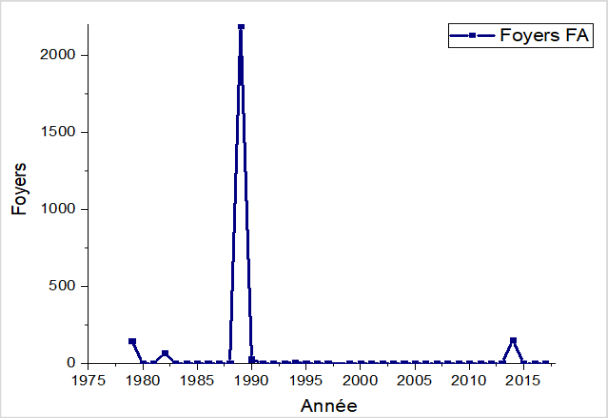


Figure 1 : Evolution du nombre de foyers de la fièvre aphteuse en Tunisie (1979-2017)

a- Période 2 : Entre 1975 et 1982

En juillet 1975, le sérotype O a été mis en évidence chez des bovins. Quatre ans après (Mars 1979), une nouvelle épizootie de FA causée par le sérotype A a été déclarée chez ces animaux. Selon les données disponibles, 14 gouvernorats parmi 23 (Tunis, Zaghouan, Jendouba, Béja, Kef, Nabeul, Sousse, Monastir, Mahdia, Sfax, Kairouan, Gafsa, Sidi Bouzid et Médenine) ont été touchés par la maladie avec un total de 147 foyers dénombrant 371 bovins malades et 4 morts (figure 2a). Les services vétérinaires ont réagi rapidement par une vaccination périfocale d'urgence. Un total de 128 584 bovins appartenant à 21825 éleveurs a été vacciné durant cet épisode par le vaccin trivalent OAC (9).

En 1982, de nouveau, le sérotype A a réapparu et a généré 67 foyers de FA dans 8 gouvernorats (Tunis, Nabeul, Zaghouan, Bizerte, Sousse, Monastir, Mahdia et Sfax) (figure 2b). Pour faire face à cet épisode de FA, une vaccination d'urgence par un vaccin trivalent OAC a été conduite par les services vétérinaires. Cette campagne d'urgence a touché 383825 bovins appartenant à 83636 éleveurs soit la quasi-totalité du cheptel bovin à l'époque (9).

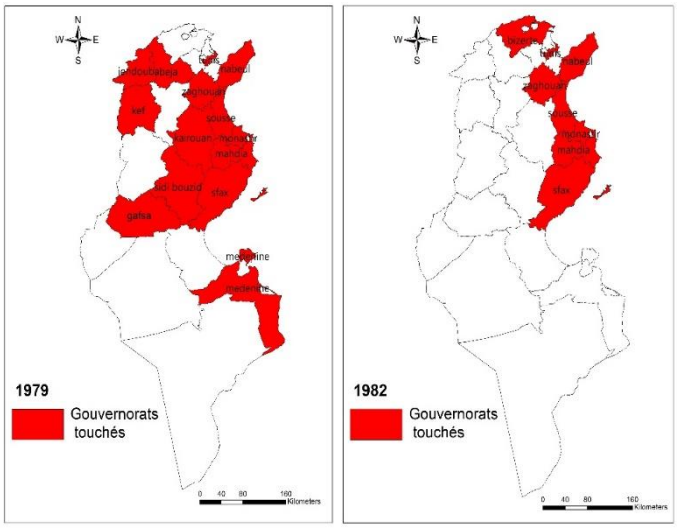


Figure 2 : Gouvernorats touchés par la fièvre aphteuse en 1979 (2a à gauche) et 1982 (2b à droite)

Les analyses de laboratoire ont mis en évidence la circulation du sous-type A5 ALLIER. Il est à signaler que jusqu'à 1982, ce sont toujours les bovins qui ont été touchés par la maladie et aucun cas n'a été déclaré chez les petits ruminants.

b- Période 3 : Entre 1989 et 1998

A la date du 24 novembre 1989, le chef d'arrondissement de la production animale relevant du CRDA du Kef a rapporté un nombre très élevé de cas de mortalité chez des jeunes ovins à la mamelle. Le premier diagnostic s'est orienté vers la fièvre catarrhale ovine (FCO) au vu des symptômes observés. Une équipe composée de représentants de la Direction Générale de la Production Animale, de l'école nationale de médecine vétérinaire et de l'institut de recherche vétérinaire de Tunisie, s'est déplacée sur le terrain pour statuer sur la suspicion déclarée. En plus de la FCO, la FA a été suspectée. A l'occasion de cette visite de terrain, des prélèvements ont été réalisés pour identifier l'agent responsable de ces mortalités. Il s'ensuivit et rapidement, des déclarations similaires

rapportées à Kairouan, Sidi Bouzid, Gafsa, Kasserine et Siliana. Pendant une période de 2-3 semaines, les vétérinaires ont lié ces mortalités à un épisode d'entérotoxémie. Ceci a été expliqué par le fait que les praticiens ne sont pas familiarisés à la FA caractérisée par l'atteinte presque exclusive des ovins et des caprins au début de l'épisode et l'absence de signes cliniques chez les bovins qui sont habituellement touchés par la maladie.

A la date du 2 décembre 1989, des cas de boiteries chez les bovins adultes ainsi que des symptômes révélateurs de la FA ont été observés chez des bovins dans le gouvernorat de Kairouan. Suite à la présence de ces symptômes, les vétérinaires se sont orientés vers la FA comme étant la première cause des mortalités déclarées et des boiteries. A cette époque, les signes cliniques mis en évidence étaient principalement des mortalités élevées (30-100%) chez les jeunes à la mamelle, des boiteries, une stomatite ulcéreuse, une rhinite avec jetage bilatéral (10). Les prélèvements réalisés début décembre 1989 ont été envoyés au laboratoire central de recherche vétérinaire d'Alfort et à l'institut des recherches sur les maladies animales de Pirbright. La confirmation a été adressée le 11 décembre 1989 et le sérotype O fût identifié. Ainsi, la souche mise en évidence était différente des souches européennes et était génétiquement apparentée aux souches du proche orient (11) (Figure 3).

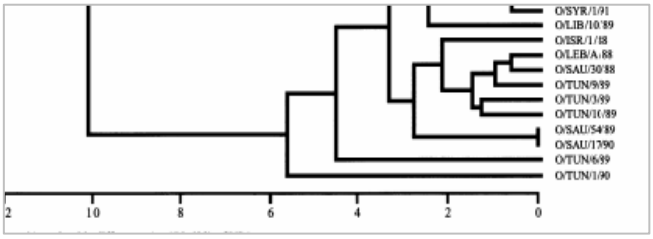


Figure 3 : Relation génétique de la souche du virus de la fièvre aphteuse isolée en 1989-1990 en Tunisie

Cette épizootie s'est étalée sur une période de trois mois (novembre 1989 - janvier 1990). Au total, 2215 foyers ont été enregistrés. La figure 5 présente les données relatives à l'évolution temporelle des foyers de FA déclarés à partir du 12 décembre 1989. Il est à signaler que les foyers notifiés avant cette date n'ont pas été documentés. En effet, la phase ascendante de la courbe a été ratée à cause de l'absence d'enregistrement des données. Les informations disponibles montrent qu'uniquement 1225 foyers ont été renseignés. Plus de 96% des foyers déclarés ont été notifiés durant les premiers 16 jours de l'épisode. Une chute remarquable dans le nombre de foyers a été notée à partir du 28 décembre 1989 (figure 4). Le dernier foyer a été enregistré le 8 janvier 1990.

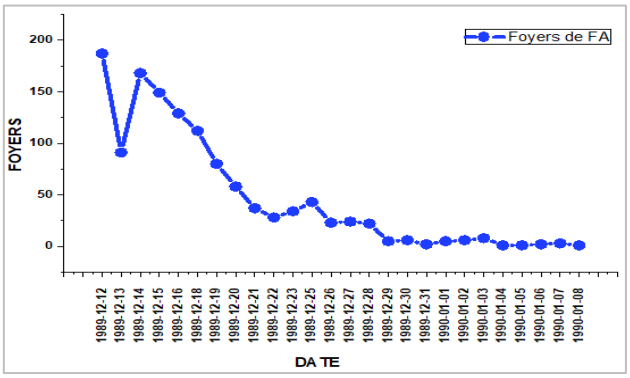


Figure 4 : Evolution de l'incidence de la fièvre aphteuse en 1989-1990

L'examen de l'étendue géographique de cet épisode montre que 22 gouvernorats (sauf le gouvernorat de Tataouine) ont été touchés par la FA avec des mortalités variables d'un gouvernorat à l'autre (figure 5a). Les chiffres déclarés montrent que la mortalité était très élevée. Elle est répartie comme suit : 50677 agneaux, 79 chèvres, 136 jeunes bovins et 19 bovins adultes. La mortalité élevée chez les agneaux a été expliquée par le fait que l'apparition de la FA a coïncidé avec la période d'agnelage. La figure 5b révèle une zone de concentration de foyers (clusters) au centre du pays (Sidi Bouzid, Kairouan, Kasserine, Gafsa, Sfax, Siliana). Ces six gouvernorats ont enregistré à eux seuls 77,2% des foyers déclarés et 77,4% des mortalités rapportées.

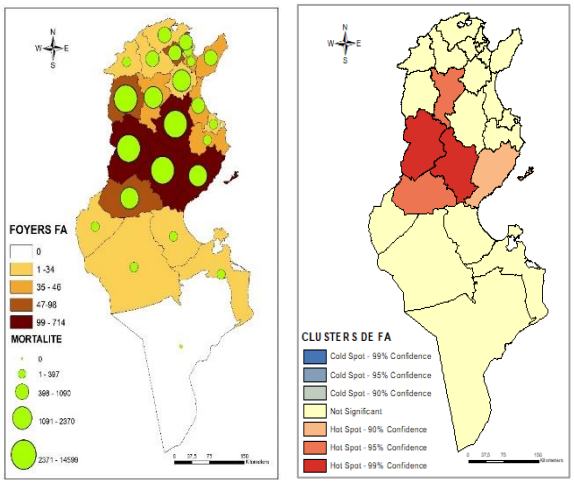


Figure 5 : (a) Répartition géographique des foyers de fièvre aphteuse et des mortalités enregistrées en 1989-1990, (b) Clusters de FA identifiés en 1989-1990

L'apparition de cet épisode de FA en Tunisie était liée à des introductions d'ovins et de caprins infectés importés du Moyen-Orient (12).
En août 1994 et malgré la campagne de vaccination annuelle instaurée depuis 1990, 5 foyers dus au sérotype O ont été confirmés dans le Nord-Ouest et le Sud du pays (1 foyer à Béja et 4 à Tataouine) chez des bovins et des ovins (9).

c- Période 4 : entre 1999 et 2017

Un nouvel épisode de FA s'est déclaré en 1999. Ainsi, à la date du 20 février 1999, deux cas de FA ont été suspectés chez des bovins en Algérie et ultérieurement confirmés par le laboratoire de Pirbright. Cette déclaration de FA fait suite à des introductions de zébus en Algérie à partir du Mali et du Niger et les analyses génétiques réalisées dans ce cadre le confirment, la souche du virus (O/ALG/1/99) étant similaire à 99% à la souche isolée en Côte d'ivoire (O/CIV/8/99) et en Guinée (O/GNA/6/99) en 1999 (13). Suite à la déclaration des premiers foyers en Algérie, des mesures de prophylaxie ont été mises en place et complétées par la communication des informations relatives à la confirmation de la fièvre aphteuse en Algérie, aux services vétérinaires régionaux, aux vétérinaires privés et aux éleveurs. Une campagne de vaccination de rappel des bovins, des ovins et des caprins dans les gouvernorats frontaliers a été lancée afin d'éviter une éventuelle introduction de la maladie (14). Malgré ces mesures préventives, la maladie s'est déclarée sur le territoire tunisien le 2 mars 1999, avec une confirmation de l'IRVT. Suite à une suspicion déclarée par un vétérinaire libre praticien le 1er mars 1999 dans une ferme renfermant 28 bovins et 110 ovins située à 3 km de la ville de Grombalia (gouvernorat de Nabeul), des symptômes évocateurs de FA ont été signalés sur 5 bovins. A la deuxième visite (2 mars 1999), les mêmes signes ont été observés chez 12 bovins. Des boiteries ont été notées chez 5 moutons avec présence de lésions ulcéreuses au niveau de l'espace interdigital. Suite à ces constats, des prélèvements ont été réalisés pour confirmer la circulation du virus aphteux. La confirmation a été faite le jour même du prélèvement par l'IRVT. Le 3 mars des échantillons ont été adressés au laboratoire de référence (Pirbright). A la même date, 5 nouveaux cas ont été rapportés dans la même ferme. Afin d'éviter la propagation de la maladie à d'autres gouvernorats, des mesures strictes ont été instaurées dans la zone déclarée infectée (abattage de tous les animaux présents dans la ferme, désinfection du local, vaccination périfocale). L'enquête épidémiologique réalisée dans ce cadre a montré que 26 des 28 bovins présents dans la ferme provenaient de deux grandes exploitations et la dernière introduction de bovins (18 bovins pour l'engraissement) a été effectuée le 22 février 1999. Cependant, le lot des 110 ovins, résultait d'achats effectués à différentes dates, dont les dernières remontaient au 22 février à partir d'un marché aux bestiaux situé à Tunis.

Un deuxième foyer de FA a été notifié par un vétérinaire libre praticien suite à l'appel d'un éleveur originaire de Jendouba (ferme située à 5 km de la frontière Tuniso-Algérienne, délégation de Ghardimaou). Neuf animaux (1 vache, une génisse et 7 ovins (5 adultes et 2 agneaux)) étaient présents dans cette ferme. Les symptômes et les lésions de la FA étaient présents sur la génisse et la boiterie chez les béliers et un agneau. La confirmation de la circulation du virus aphteux (sérotpye O) a été faite en premier lieu par l'IRVT vers le 12 mars 1999. Les mêmes mesures prises dans le premier foyer ont été appliquées au deuxième. Les données épidémiologiques n'ont révélé aucune introduction de nouveaux animaux à la ferme. Le propriétaire a confirmé que ses animaux n'étaient pas vaccinés contre la FA.
L'étude antigénique de la souche isolée en Tunisie au cours de l'épisode de 1999 a montré que cette dernière était proche de la souche O Manisa et génétiquement apparentée à la souche isolée en Algérie (figure 6) (6) (15).

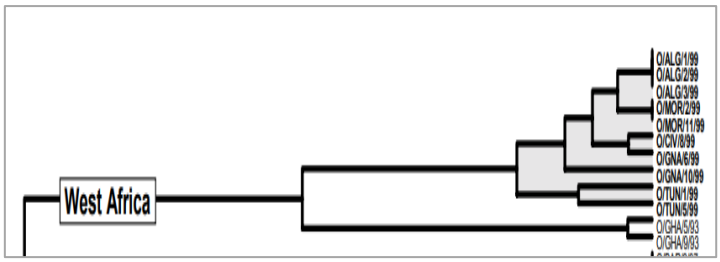
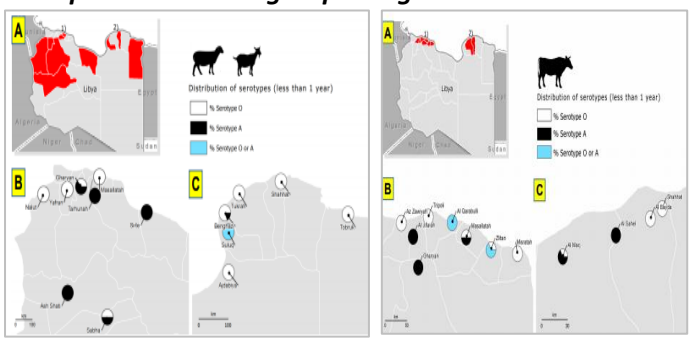


Figure 6 : Relation génétique de la souche du virus de la fièvre aphteuse isolée en 1999 en Tunisie (15)

La FA n'a pas été observée pendant une période de 15 ans dans les trois pays de l'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie, Maroc) et aucun cas n'a été déclaré par les services vétérinaires de ces pays (7). Toutefois, la situation épidémiologique de la FA en Libye n'a cessé d'évoluer et plusieurs épisodes ont été confirmés par les services vétérinaires libyens (2000, 2003, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013) avec l'incursion de différents sérotypes (O, SAT2, A) (16). Ainsi, la souche FMDV O/ ME-SA/PanAsia 2ANT-10

qui a provoqué les deux épizooties de 2010 et 2011 en Libye, a été étroitement liée à celles détectées au Pakistan et en Iran en 2011. En 2013, la souche FMDVO/ME-SA /Ind-2001, normalement limitée au sous-continent indien, a été isolée en Libye (5). Ainsi la circulation de la maladie en Libye,a mis la Tunisie en situation de risque permanent d'introduction de la FA surtout pour le sérotype O qui a été mis évidence chez les bovins et les petits ruminants dans les localités libyennes limitrophes à Tataouine (Nalut, Yafran…) (figure 7). En effet, plus de 25% des bovins prélevés dans la région de Zanten étaient séropositifs (17). La séroprévalence élevée détectée en Libye n'a fait qu'accroitre le risque d'apparition de la FA en Tunisie qui est amplifié par les introductions illégales d'animaux.

Figure 7 : Distribution des sérotypes de la fièvre aphteuse dans le groupe d'âge de moins d'un an



chez les petits ruminants (à gauche) et les bovins (à droite) en Libye en 2013 (17)

La maladie a donc fait son apparition à nouveau en avril 2014 sur le territoire tunisien après une phase d'accalmie de 15 ans. Le 20 avril, deux bovins de statut sanitaire inconnu, ont été introduits dans une ferme de dix-sept bovins dans la localité d'Essomaa (délégation Beni Khiar, gouvernorat de Nabeul) appartenant à un commerçant de bétail. A la date du 24 avril 2014 (date de début de l'épizootie), les deux bovins introduits ont présenté des signes cliniques évoquant la FA. La suspicion a été faite par un vétérinaire libre praticien. Les prélèvements ont été effectués le 25 avril 2014 et acheminés le 26 avril 2014 à l'IRVT. Les services vétérinaires locaux et centraux ont reçu la confirmation du laboratoire le jour même de l'envoi des prélèvements. Des actions d'urgence ont été mises en place le 26 avril 2014 (abattage des animaux malades et enfouissement des cadavres, désinfection du local…). Des suspicions de FA ont été déclarées dans le gouvernorat de Sidi Bouzid (2ème gouvernorat ayant notifié la maladie après Nabeul) et Bizerte. La vaccination périfocale dans la localité d'Essomaa a été lancée le 27 avril 2014. Le 28 avril 2014, l'information a été communiquée à tous les vétérinaires privés de Nabeul pour les sensibiliser à déclarer toute nouvelle suspicion. La décision de vacciner tous les bovins dans le gouvernorat de Nabeul a été prise le 29 avril 2014. Durant 7 jours, la maladie a touché 6 gouvernorats (Nabeul, Sidi Bouzid, Bizerte, Ariana, Kasserine et Jendouba). Jusqu'au 30 avril 2014, aucune suspicion n'a été faite dans le sud tunisien ainsi que dans la région du Sahel (Sousse, Mahdia, Sfax et Monastir). Le premier foyer enregistré dans la région du Sahel a été rapporté le 4 mai 2014, alors que la région du sud n'a notifié des cas que vers le 9 mai 2014.Depuis la première confirmation et jusqu'en novembre 2014 (fin de l'épisode), 142 foyers ont été déclarés dans 20 gouvernorats (Empress-i). Quatre gouvernorats n'ont pas enregistré de foyers de FA (1 gouvernorat au centre (Sousse), 3 gouvernorats au sud (Kébili, Tozeur et Gabès)). Le dernier foyer déclaré date du 13/10/2014, il a été clôturé le 04/11/2014 et depuis, aucun foyer n'a été notifié. Un total de 1296 prélèvements (711 sérums, 302 sangs totaux, 283 échantillons de téguments, d'organes et d'écouvillons) a été réalisé dans les foyers suspectés durant l'épisode de FA (18).

La répartition géographique des foyers de FA déclarés par les services vétérinaires montre que l'épizootie a principalement affecté le gouvernorat de Sidi Bouzid qui a rapporté le nombre le plus élevé de foyers (14,7% (21/142)) suivi par le gouvernorat de Nabeul (12,7% (18/142), alors qu'un faible nombre de foyers a été observé dans les gouvernorats de Médenine et Siliana (0,7% (1/142)) (Figure 8).

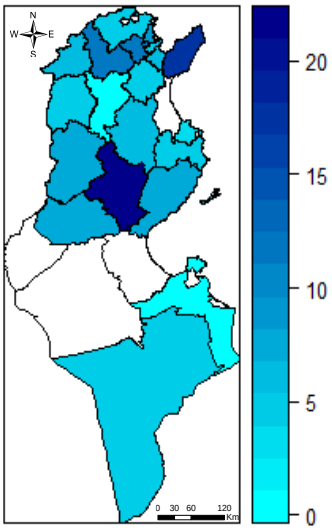


Figure 8 : Répartition géographique des foyers de fièvre aphteuse (2014)

L'analyse du regroupement spatial des foyers (*spatial clustering*) est indispensable. En effet, elle permet d'identifier les gouvernorats dans lesquels un renforcement de la surveillance est requis ainsi

que l'instauration d'autres mesures sanitaires complémentaires. Ainsi, pour tester l'hypothèse du regroupement spatial des foyers de FA en 2014 enregistrés sur le territoire tunisien, le test Moran I a été appliqué (19, 20). Le résultat, comme le montre la figure 10, indique un regroupement statistiquement significatif de foyers de FA dans l'espace (test Moran I = 1,068218, score z = 4,706797 et p = 0,000003) (figure 9). Cette analyse complétée par le test des points chauds (statistique Getis-Ord Gi*) permet la détection des schémas de regroupement spatial significatifs qualifiés de "points chauds" et de "points froids" en identifiant leur localisation (21). Le résultat a révélé la présence de trois points chauds (clusters), le premier étant situé dans le centre, représenté par le gouvernorat de Sidi Bouzid. Les deuxième et troisième sont localisés au nord regroupant les gouvernorats de Manouba, Ariana, Zaghouan et Nabeul (figure 10).

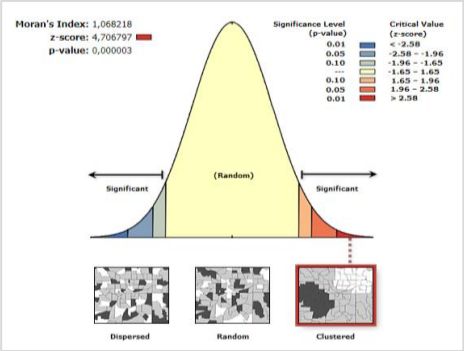


Figure 9 : Résultat statistiques du test de Moran I

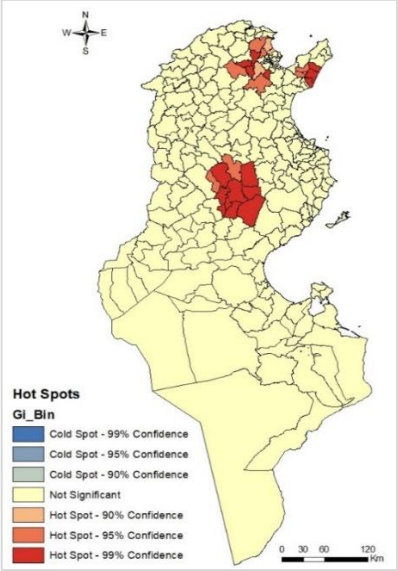


Figure 10: Regroupement spatial (points chauds) des foyers de fièvre aphteuse en 2014

L'analyse phylogénétique réalisée par l'Institut Zooprophylactique Expérimental (IZSLER), Brescia (Laboratoire de Référence de l'OIE) a identifié le topotype O / ME-SA / Ind 2001d qui est étroitement lié (99%) au virus de la Libye (LIB / 2/2013 et de l'Arabie Saoudite (SAU/3/2013) (figure 11) (22). Selon les informations publiées sur le site de l'OIE, la source probable de l'épizootie est les mouvements illégaux d'animaux à partir de la Libye.

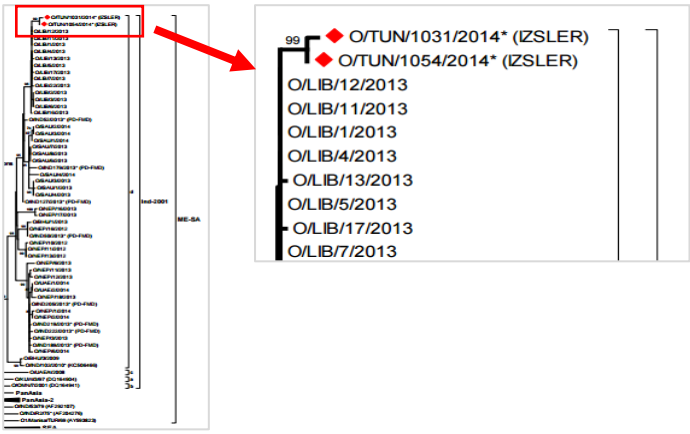


Figure 11 : Relation génétique de la souche du virus de la fièvre aphteuse isolée en 2014 (22)

Ainsi, il a été démontré que plus de 12 millions de petits ruminants (principalement des ovins) ont été commercialisés au cours de la période précédant l'Aïd al-Idha (7), ce qui est en faveur de l'entrée de la FA en Tunisie par les mouvements illégaux des animaux (24). Dans le même cadre, une analyse des données d'une enquête sur la mobilité animale réalisée en 2016 dans les marchés aux bestiaux, a montré que des foyers de FA sont apparus dans les zones présentant des valeurs de *betweenness* (degré de connectivité) et de *degree* (nombre de flux) élevées (figures 12a et 12b).

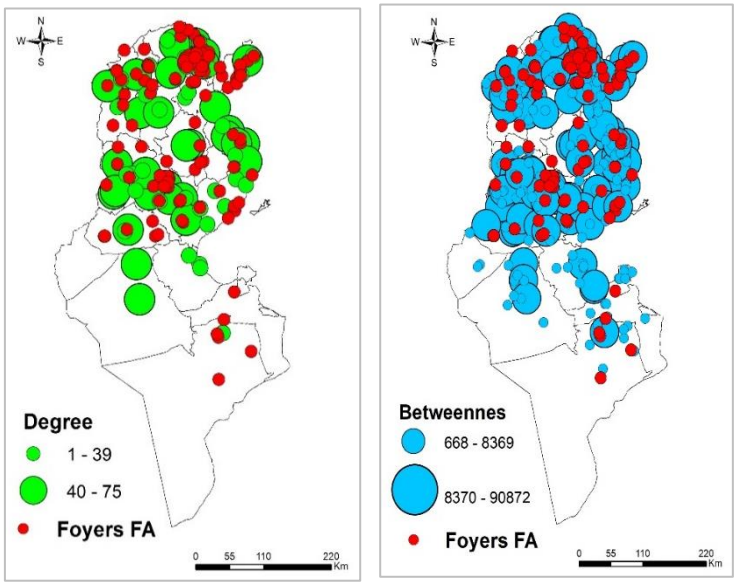


Figure 12 : Distribution des foyers de la fièvre aphteuse et la betweenness (13a à gauche) et du degré (13b à droite) en Tunisie

Les tests de *vaccine matching* sont réalisés pour évaluer la compatibilité de la souche vaccinale utilisée en Tunisie avec la souche sauvage. Les résultats présentés dans la figure 13 montrent que les souches vaccinales utilisées pour immuniser le cheptel contre la FA ne protègent pas bien contre O Manisa et OBFS.

	Vaccine strain				
Field Isolate	O-3039	O Manisa	O BFS	O/TAW/98	O/TUR/5/09
TUN 1/2014	borderline			borderline	

Figure 13 : Matching vaccine test

En 2017 et suite à son apparition en Algérie, la fièvre aphteuse a été confirmée (rRT-PCR et ELISA) dans deux foyers (19 cas chez les bovins) à Bizerte chez un maquignon de bovins et un boucher. Le sérotype en cause est le sérotype A, qui n'a pas circulé en Tunisie depuis 1982 (figure 14). Il est à signaler que, d'après la carte à risque d'introduction et d'exposition à la FA élaborée par le Centre National de Veille Zoosanitaire, les imadas touchées par l'épisode de 2017, figurent parmi celles classées à risque élevé et très élevé.

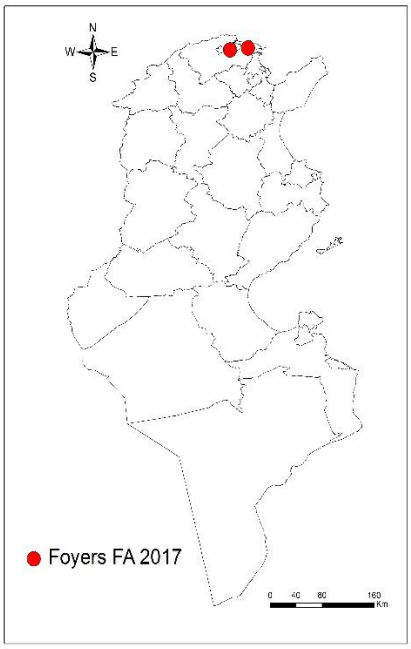


Figure 14 : Foyers de fièvre aphteuse en Tunisie (2017)

La souche du virus aphteux identifiée dans ces deux foyers est identique à celle qui a circulé en Algérie depuis fin mars 2017. Elle a été génotypée en topotype Africa, lignée G-IV, qui est étroitement liée à la souche africaine Nigéria collectée en 2013 et 2015 (homologie 98,4%) (Figure 15).

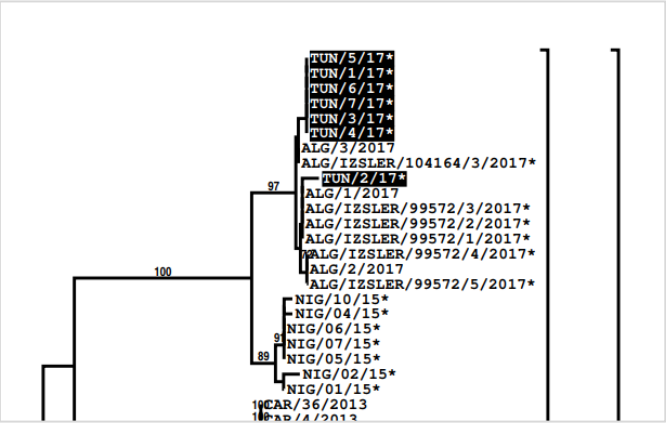


Figure 15 : Relation génétique de la souche du virus de la fièvre aphteuse isolée en 2014 (25)

2- Evaluation de la situation zoosanitaire de la fièvre aphteuse et enquêtes sérologiques

Dans le cadre du suivi de la FA et en l'absence des signes cliniques de la maladie, des études épidémiologiques et sérologiques ont été effectuées pour détecter une éventuelle circulation virale. En 1980 et dans le cadre d'une thèse vétérinaire (30), une enquête sérologique a été réalisée sur 159 animaux (bovins, ovins, caprins et camelins) appartenant à six gouvernorats. Le nombre de prélèvements le plus élevé a été effectué dans les gouvernorats de Siliana et Kairouan. Un taux de positivité qui a varié entre 66% et 78% a été mis en évidence. Le gouvernorat de Siliana enregistré le taux de positivité le plus élevé (78%), cependant le taux le plus faible a été détecté dans le gouvernorat de Kasserine. Le nombre de prélèvements et le nombre de sérums positifs sont présentés la figure 16.

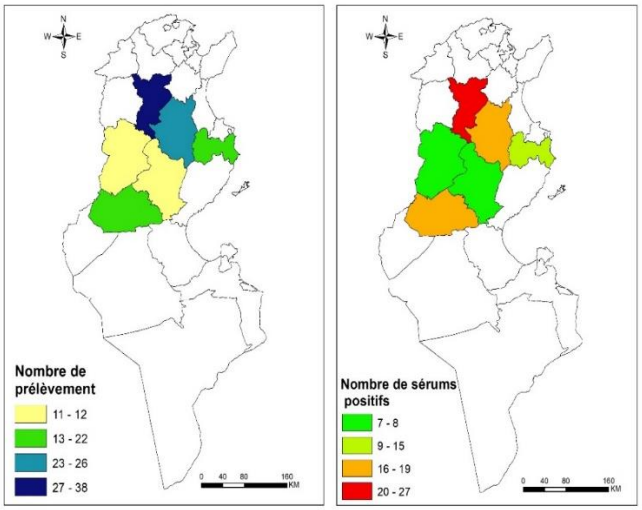


Figure 16 : Enquête sérologique sur la fièvre aphteuse en Tunisie en 1980 (prélèvements (à gauche) et résultats (à droite))

Vers la fin 2010 et le début 2011, la Tunisie a connu une révolution. Par la suite, ces évènements se sont reproduits en Libye. Ce contexte a beaucoup influencé la situation épidémiologique des maladies animales surtout suite à l'entrée massive des animaux en Tunisie à partir de la Libye. Ainsi et dans le cadre de la surveillance active, une deuxième évaluation de la situation zoosanitaire de la FA a été effectuée et 3700 prélèvements ont été programmés. L'IRVT n'a reçu que 1500 sérums prélevés à partir des bovins dans les six gouvernorats du sud (figure 17).

Figure 17 : Enquête sérologique sur la fièvre aphteuse en Tunisie en 2011 (prélèvements)

En 2012, 3500 sérums de ruminants ont été acheminés à l'IRVT mais 1300 sérums uniquement ont été analysés. Le reste des prélèvements n'a pas pu être traité à cause du manque de réactifs. En 2015 et pendant quatre mois (septembre - décembre), une enquête sérologique a été programmée suite à la réapparition de la fièvre aphteuse en Tunisie en 2014. Le nombre de prélèvements était variable d'un gouvernorat à l'autre. D'après les données disponibles, 5832 prélèvements ont été collectés et analysés au laboratoire. Les prélèvements réalisés chez les ovins représentent 60,2% du total exécuté, tandis que ceux effectués chez les bovins et les caprins sont de l'ordre de 29,3% et 10,4% respectivement (figure 18).

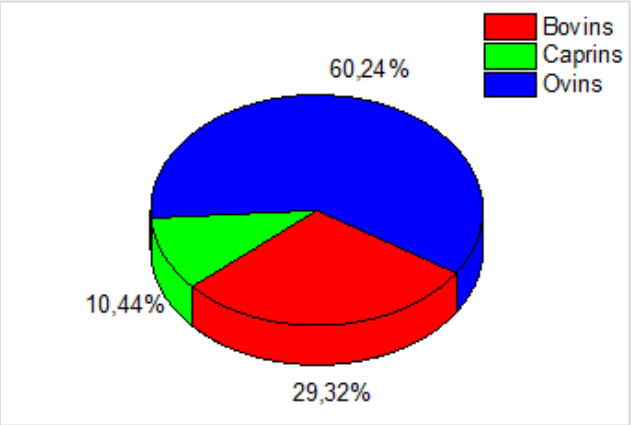


Figure 18 : Répartition des prélèvements réalisés dans le cadre de l'enquête sérologique de 2015 en fonction des espèces prélevées

Cette enquête a mis en évidence la présence de la maladie qui semble circuler à bas bruit malgré la vaccination des bovins et des petits ruminants. Ainsi, les taux de positivité les plus élevés ont été enregistrés dans les gouvernorats du Nord (Siliana, Béja, Ben Arous et Ariana) et du Centre (Sousse, Kasserine). En plus des enquêtes sérologiques, une surveillance sentinelle au niveau des frontières (Poste d'inspection frontalier de Ras Jedir (Médenine) et de Dhehiba (Tataouine)) a été mise en place depuis 2006. Dans le même cadre, des prélèvements sanguins à partir de 10 animaux ont été prévus mensuellement. En 2012, cette surveillance a été étendue vers les autres gouvernorats frontaliers (figure 19).

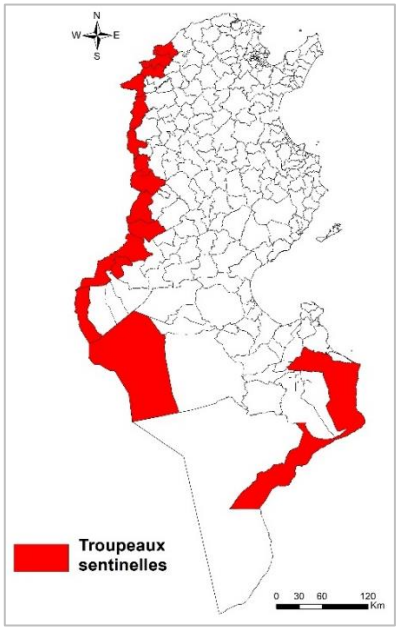


Figure 19 : Zones ciblées par la surveillance sentinelle en 2012

A partir de ces gouvernorats frontaliers plusieurs prélèvements ont été adressés à l'IRVT pour la recherche d'une circulation du virus de la FA (figure 19). Le tableau 2 récapitule les analyses réalisées dans le cadre de la surveillance sentinelle depuis 2006.

Tableau 2 : Prélèvements réalisés dans le cadre de la surveillance sentinelle depuis 2006

Gouvernorat	Année	prélèvements	Technique	Résultats
Médenine	2006 - 2007	140	ELISA 3ABC	**Négatif**
	2011	40	ELISA 3ABC	**Négatif**
Tataouine	2006 - 2007	110	ELISA 3ABC	**Négatif**
Gabès	2011	10	ELISA 3ABC	**Négatif**
Kairouan	2011	65	ELISA 3ABC	**Négatif**
Monastir	2011	93	ELISA 3ABC	**Négatif**
Sidi Bouzid	2011	96	ELISA 3ABC	**Négatif**
Ben Arous	2011	10	ELISA 3ABC	**Négatif**
Sfax	**2011**	**80**	**ELISA 3ABC**	**Négatif**

3- Mesures de lutte prises contre la fièvre aphteuse

Le programme national de lutte contre la fièvre aphteuse repose essentiellement sur la vaccination annuelle de tous les ruminants. Des vaccinations d'urgence (périfocales) sont réalisées à chaque fois qu'il y a un épisode de fièvre aphteuse. Avant décembre 1989 (épizootie de fièvre aphteuse chez les moutons), la vaccination était effectuée uniquement chez les bovins. Depuis l'épizootie de 1989, la vaccination a été étendue aux petits ruminants (ovins et caprins). La campagne de vaccination annuelle est réalisée entre les mois d'Octobre et Janvier, elle est gratuite, couverte par le budget du ministère de l'Agriculture et mise en œuvre par les Services vétérinaires (14). Depuis l'épizootie de décembre 1989, 10 campagnes nationales de vaccination contre la fièvre aphteuse ont été réalisées avec un taux moyen de vaccination de 65% chez les petits ruminants et de 73% chez les bovins. Au début, le vaccin utilisé chez les bovins était un vaccin trivalent (O, A, C), tandis que celui utilisé chez les petits ruminants était un vaccin monovalent (O). Après cette période et selon le contexte épidémiologique, les valences utilisées ont été modifiées. Les bovins sont vaccinés par un vaccin trivalent (O, A, SAT2) et les petits ruminants par un vaccin bivalent (O, SAT2). En 2003 et suite à la notification de la maladie par les services vétérinaires de la Libye, les souches vaccinales utilisées ont été comme suit : O manisa ; O maghreb99, A22, SAT 2 chez les bovins et O manisa ; O maghreb99, SAT 2 chez les ovins. En 2014, un don de vaccin a été accordé à la Tunisie pour faire face à l'épizootie déclarée (O BFS, AIran05, SAT2 Eri pour tous les ruminants). Actuellement, les bovins sont vaccinés par O3039, O manisa, SAT2 Eri, AIrq22 et les petits ruminants par O3039, O manisa, SAT2 Eri.

Depuis la détection de la fièvre aphteuse en Tunisie, la vaccination était la principale mesure de lutte mise en place pour limiter l'apparition et la propagation de la maladie. Ainsi, suite à l'épizootie de 1989, la mobilisation des moyens matériels et humains adéquats a permis la vaccination de 6 270 432 têtes ovines, caprines, bovines et camélines. Devant l'ampleur de cet épisode, les services vétérinaires décidèrent de mettre en place un programme de vaccination complémentaire en Avril puis en Octobre 1990 suivi d'une campagne annuelle de vaccination. En 1994, suite à la confirmation des foyers de FA, un total de 2 955 bovins (84%), 20 015 ovins (83%) et 2 072 caprins (41%) a été vacciné.

En 1999, une vaccination de rappel a été lancée car la dernière vaccination a eu lieu déjà trois mois avant l'apparition de la maladie. A la date du 3 avril 1999, 193 686 bovins parmi une population totale estimée de 313 960 bovins et 1 083 628 petits ruminants parmi les 2 102 000 petits ruminants estimés ont été vaccinés, ce qui correspond à un taux de réalisation de 62% pour les bovins et de 52% pour les petits ruminants (14). A partir de cette date, aucun foyer de FA n'a été déclaré jusqu'en 2014. Durant cette période, la couverture vaccinale variait d'une année à l'autre. En 2014, deux campagnes de vaccination ont été réalisées afin d'affronter la propagation de la maladie. La première s'est déroulée durant la période allant du mois d'avril jusqu'au mois d'Août. A l'occasion de cette campagne de rattrapage, le nombre total de bovins vaccinés vers la fin d'Août 2014 était de l'ordre de 599 975 bovins. Il est à signaler qu'entre janvier et mars 2014 des vaccinations complémentaires ont été réalisées en rattrapage de la campagne de 2013. Chez les petits ruminants,

un total de 924 912 têtes a été touché par la vaccination.
Une deuxième campagne de vaccination d'urgence des petits ruminants a été réalisée du 1er septembre jusqu'à la fin du mois de Novembre 2014. Jusqu'à la fin du mois de Novembre 2014, 3 325 686 têtes de petits ruminants ont été vaccinés. La figure 21 illustre la variation du nombre d'animaux vaccinés au fil du temps. Les résultats montrent un pic remarquable en 1999 qui peut être expliqué par la riposte des services vétérinaires suite à l'apparition de la FA à cette époque. Après cette date, le nombre d'animaux vaccinés semble être stable sauf en 2014 où un deuxième pic, moins important que celui du 1999 (chez les bovins)), a été repéré (figure 20).

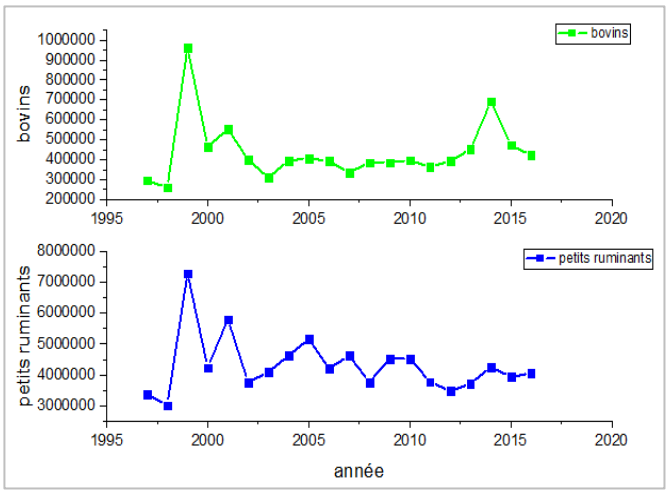


Figure 20 : Variation de la campagne de vaccination contre la fièvre aphteuse en Tunisie (1997-2016)

4- Evaluation des campagnes de vaccination

La protection conférée contre la FA par les vaccins utilisés en Tunisie a été évaluée à plusieurs occasions. En effet, la première enquête a été effectuée en 1990 en prélevant du sang 30 jours après la vaccination chez des bovins, ovins et caprins (jeunes et adultes). Les résultats sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Evaluation de la campagne de vaccination contre la fièvre aphteuse en Tunisie (1990)

Espèce	Titre ³ 200	Titre > 60
Bovin (adulte)	82%	19%
Bovin (jeune)	67,6%	19,4%
Ovin (adulte)	60,3%	-
Ovin (jeune)	53,8%	-
Caprin	38,5%	-

La 2ème enquête a eu lieu en 1995. Elle a permis de déterminer les pourcentages d'ovins protégés contre la FA (en considérant un titre de 100 comme protecteur) qui sont répartis comme suit (14) :

- J 0 : 43% des ovins sont protégés
- J 30 : 72% des ovins sont protégés
- J180 : 59% des ovins sont protégés

Dans le cadre des travaux de recherche de l'IRVT, soixante-cinq troupeaux d'ovins parmi 430 élevages appartenant au secteur organisé, ont constitué l'échantillon de l'enquête qui a visé l'évaluation de la vaccination contre la FA. Dans ce cadre, 10 animaux par élevage ont été prélevés en respectant leur répartition en fonction les catégories d'âge suivantes ; 6 mois-12 mois, 1-3 ans et ≥ 3ans. Le sang a été prélevé à différentes dates (J0, J30, J90 et J180 post vaccination). Les résultats du suivi ont montré que 43% d'animaux ont présenté un titre protecteur à J0. Un mois après (J30), ce taux s'est élevé à 72% puis une diminution progressive jusqu'à 59% a été notée six mois après la vaccination. Cette enquête a aussi mis en évidence l'influence de l'âge sur la protection vaccinale des animaux et son évolution au cours du temps (23).

Discussion

Dans cet article, les données ont été collectées à partir de différentes sources.
Cette étude montre que la fièvre aphteuse n'est pas endémique dans notre pays et que son apparition est sporadique (24). La première détection de la fièvre aphteuse (sérotype C) en Tunisie a eu lieu en 1965. Le deuxième épisode est survenu en 1975, touchant 14 gouvernorats (parmi 23 à l'époque). Cette forte propagation de la

maladie peut s'expliquer par l'absence d'un programme de lutte contre la fièvre aphteuse à cette époque. En 1989, la fièvre aphteuse introduite par des ovins infectés a été déclarée pour la première fois chez des ovins provoquant des pertes économiques importantes (26). Cet épisode a été qualifié d'épizootie car le nombre de foyers enregistré a dépassé les 2200 foyers. Ainsi, le nombre élevé de foyers signalés peut être expliqué par le fait que l'apparition de la fièvre aphteuse a coïncidé avec la période d'agnelage (27). Après cet épisode de FA, les services vétérinaires ont mis en place un programme de contrôle de la fièvre aphteuse basé essentiellement sur la vaccination et le contrôle des mouvements des animaux (12). L'utilisation d'un vaccin trivalent (O, A, C) a été bénéfique. La poursuite de la vaccination pendant plusieurs années et l'instauration d'un « matelas immunitaire » peuvent expliquer le faible nombre de foyers enregistrés durant les épisodes suivants (1994, 1999, 2017). La Tunisie a été considérée comme indemne de fièvre aphteuse pendant 15 ans car les derniers foyers ont été signalés en 1999. En 2014, 142 foyers ont été notifiés à l'OIE. Les facteurs ayant abouti à cette émergence de la fièvre aphteuse pourraient être multiples. Premièrement, l'absence de contrôle strict des animaux introduits pourrait avoir conduit à l'introduction de la maladie à partir des pays voisins infectés (Libye). En effet, la présence de quatre sérotypes qui circulent en Libye (17), met la Tunisie en risque permanent d'introduction de la fièvre aphteuse même pour de nouveaux sérotypes non détectés auparavant. Deuxièmement, les pays du Maghreb ont mis en œuvre différentes stratégies pour lutter contre la maladie. En effet, en Algérie, seuls les bovins ont été vaccinés et aucune campagne de vaccination n'a été menée au Maroc depuis 2007 (7, 28). L'analyse phylogénétique des souches isolées lors des différents épisodes en Tunisie montre qu'elles étaient similaires à celles identifiées dans les pays voisins (Libye en 1989 et 2014, Algérie en 1999). De ce fait, l'introduction de la fièvre aphteuse en Tunisie a été toujours considérée associée au commerce illégal. Ainsi, en 1989, 1999, 2014 et 2017, les animaux introduits des pays voisins seraient les sources d'introduction de la fièvre aphteuse en Tunisie et l'analyse phylogénétique des souches isolées confirme cette hypothèse.

L'analyse spatiale des foyers de FA déclarés en 2014 a révélé la présence de trois points chauds (clusters) localisés au nord et au centre de la Tunisie. Le premier était situé dans le gouvernorat de Sidi Bouzid qui héberge les marchés aux bestiaux les plus importants approvisionnant les marchés secondaires dans le pays. Le deuxième cluster a été identifié dans le gouvernorat de Nabeul. Il a été démontré à l'occasion des enquêtes sur la mobilité animale que des animaux provenant de la Libye ont été directement introduits sur le marché aux bestiaux de Nabeul (29). Le troisième cluster a été repéré dans les gouvernorats de l'Ariana, Zaghouan et Manouba qui renferment également d'importants marchés de bétail, lesquels jouent un rôle important dans le mouvement des animaux. En 2017, la FA réapparait avec un faible nombre de foyers (2 foyers à Bizerte). Ce profil de la maladie a été expliqué par le fait que la Tunisie vaccine déjà les animaux contre le sérotype A qui protège bien contre la souche identifiée.

Les efforts conduits par les services vétérinaires à travers les campagnes de vaccination ont permis de stopper la propagation de la maladie et depuis 2014 jusqu'en 2017, aucun foyer de fièvre aphteuse n'a été déclaré malgré la présence de la maladie en Algérie et au Maroc. Les résultats du *vaccine matching tests* réalisés à plusieurs occasions ont montré que les souches vaccinales utilisées en Tunisie protègent bien contre les souches sauvages qui circulent dans la région du Maghreb. Dans un contexte pareil (présence de mouvements d'animaux illégaux non contrôlés, stratégies de lutte différentes d'un pays à l'autre), la mise en œuvre d'une surveillance basée sur le risque (qui cible les zones à risque élevé et très élevé d'introduction et d'exposition à la FA) est fortement recommandée pour améliorer la détection précoce et bien maitriser la propagation de la fièvre aphteuse une fois introduite.

Références bibliographiques

1- **OIE**, (2009). Foot and mouth disease, OIE Terrestrial Manual 2009 (chapter 2.1.5), http://www.oie.int/eng/A_FMD2012/docs/2.01.05_FMD.pdf

2- **Fiebre Aftosa ,** (2015). Foot and Mouth Disease, http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/foot_and_mouth_disease.pdf

3- **Lloyd-Jones K., Mahapatra M., Upadhyaya S., Paton D.J., Babu A., Hutchings G., Parida S.** (2017), Genetic and antigenic characterization of serotype O FMD viruses from East Africa for the selection of

suitable vaccine strain ; *Vaccine* 35: 6842–6849

4- **Jamal S.M. and Belsham G.J.** (2013). Foot-and-mouth disease: past, present and future ; *Veterinary Research*, 44:116

5- **Brito B.P., Rodriguez L.L., Hammond J.M., Pinto J. and Perez A.M.** (2017), Review of the Global Distribution of Foot-and-Mouth Disease Virus from 2007 to 2014; *Transboundary and Emerging Diseases* 64: 316–332

6- **Kardjadj M.** (2018), History of Foot-and-mouth disease in North African countries. ; *Vet Ital*. 54(1):1-12

7- **Bouguedour R. & Ripani A.,** (2016). Review of the foot and mouth disease situation in North Africa and the risk of introducing the disease into Europe. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 35 (3)

8- **Kardjadj M.,** (2016). Spatio-Temporal Dynamics of Foot and Mouth Disease in the Maghreb Countries, *British Journal of Virology* 3(2): 33

9- **Haj Ammar H., Kilani H.**, (2014). La Fièvre aphteuse : maladie à bien connaître ; http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/training/BSVNumSpecialFA.pdf

10- **Hlel L.**, (1992). Contribution à l'étude de la fièvre aphteuse en Tunisie, l'épizootie de 1989. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet

11- **Samuel A.R., Knowles N.J. and Mackay D.K.J.**, (1999). Genetic analysis of type O viruses responsible for epidemics of foot-and-mouth disease in North Africa, *Epidemiol. Infect*., 122:529-553.

12- **Kitching R.P.,** (1988). A Recent History of Foot-and-Mouth Disease, *J. Comp. Path.* 118: 89-108

13- **Kardjadj M. and Luka P.D.,** (2016). Molecular epidemiology of foot and mouth disease, bluetongue and pest de petites ruminants in Algeria: Historical perspective, diagnosis and control, *Afr. J. Biotechnol*. 15(44): 2474-2479.

14- **FAO**, (2018).Reports Archive: 33rd session - Appendix 6

15- **Knowles N.J. and Davies P.R.** (2000). Origin of recent outbreaks of foot-and-mouth disease in North Africa, the Middle East and Europe. World Reference Laboratory for Foot-and-Mouth Disease, Institute for Animal Health, Pirbright, http://www.fao.org/ag/againfo/commissions/docs/research_group/borovet/app03.pdf

16- **Dayhum A.**, FMD in Libya, http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/remesa/docs/REMESA/7%C3%A8me_r%C3%A9union/1TER_CPC_FARO_FMD_LIBYA.pdf

17- **Eldaghayes I., Dayhum A., Kammon A., Sharif M., Ferrari G., Bartels C., Sumption K., King D.P., Grazioli S. and Brocchi E.**, (2017). Exploiting serological data to understand the epidemiology of foot-and-mouth disease virus serotypes circulating in Libya, *Open Veterinary Journal*, 7(1): 1-11.

18- **Haj Ammar H.,** (2014). Rapport de suivi de la situation sanitaire de la fièvre aphteuse en Tunisie.

19- **Marek L., Pászto V., Tučcek P., and Dvorskŷ J.,** (2014). Spatial Clustering of Disease Events Using Bayesian Methods ; J. Pokorny, K. Richta, V. Snasel (Eds.): Dateso, pp. 25–34, ISBN 978-80-01-05482-6

20- **Li L., Xi Y. and Ren F.** (2016). Spatio-Temporal Distribution Characteristics and Trajectory Similarity Analysis of Tuberculosis in Beijing, China , *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, 291

21- **Mutheneni S.R., Mopuri R., Naish S., Gunti D., Upadhyayula S.M. (2018).** Spatial distribution and cluster analysis of dengue using self organizing maps in Andhra Pradesh, India, 2011–2013 ; *Parasite Epidemiology and Control* 3: 52–61

22- **King D.,** Global FMD Surveillance Report http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/41st_General_Session/2.Global_FMD_surveillance_report-D.King.pdf

23- **Hammami S., Mackay DKJ., Seghaier C., Aouina H., Tlatli A. , Sanaa M.** (1997)Evaluation of the vaccination campaign against foot and mouth disease in the ovine population in Tunisia ; *Epidemiol. Santé Anim*., 31-32

24- **Sebhatu T.T.,** (2014) Foot-and-mouth disease sero-surveillance in Africa and vaccine matching, *Transboundary and emerging diseases*, 63, 2

25- **Knowles N., Bankowska K.** (2017). FAO World Reference Laboratory for Foot-and-

Mouth Disease (WRLFMD) Genotyping Report http://www.wrlfmd.org/fmd_genotyping/2018/WRLMEG-2018-00006-Tunisia-A-approved_v2.pdf

26- **Kitching R.P. & Hughes G.J.** (2002). Clinical variation in foot and mouth disease: sheep and goats, *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, , 21(3): 505-512

27- **Mackay D.K.J.** (1999). Serological surveillance for FMD in North Africa, 1999, Session of the Research Group of the Standing Technical Committee of EuFMD

28- **Domenech J.** (2013). Foot and Mouth Disease (FMD) and Peste des Petits Ruminants (PPR) control programmes in the Middle East and North Africa regions, 12th Conference of the OIE Regional Commission for the Middle East 23-26 September 2013, Amman, Jordan http://www.oie.int/securise/RR/2013/Jordan/Ppt/13.%20JD%20FMD%20and%20PPR.pdf

29- **Baccar M.N., Kalthoum S., Cherni J., Coste C. and Squarzoni C.** (2015). Animal movement in Tunisia using social network analysis, 6th International Symposium on Animal Mortality Management, http://animalmortmgmt.org/wp-content/uploads/2015/06/session-1.2.pdf

30- **Sakly Souad ,** 1981. Recherche d'anticorps anti-aphteux dans le sérum de bovins, ovins et camelins dans diverses régions. Thèse de doctorat en médecine vétérinaire, Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet

UOR Nord-Ouest

Avenue de l'environnement,
bâtiment de l'UTAP,
3ème étage, Jendouba

78 610 336

78 610 954

UOR Nord-Est

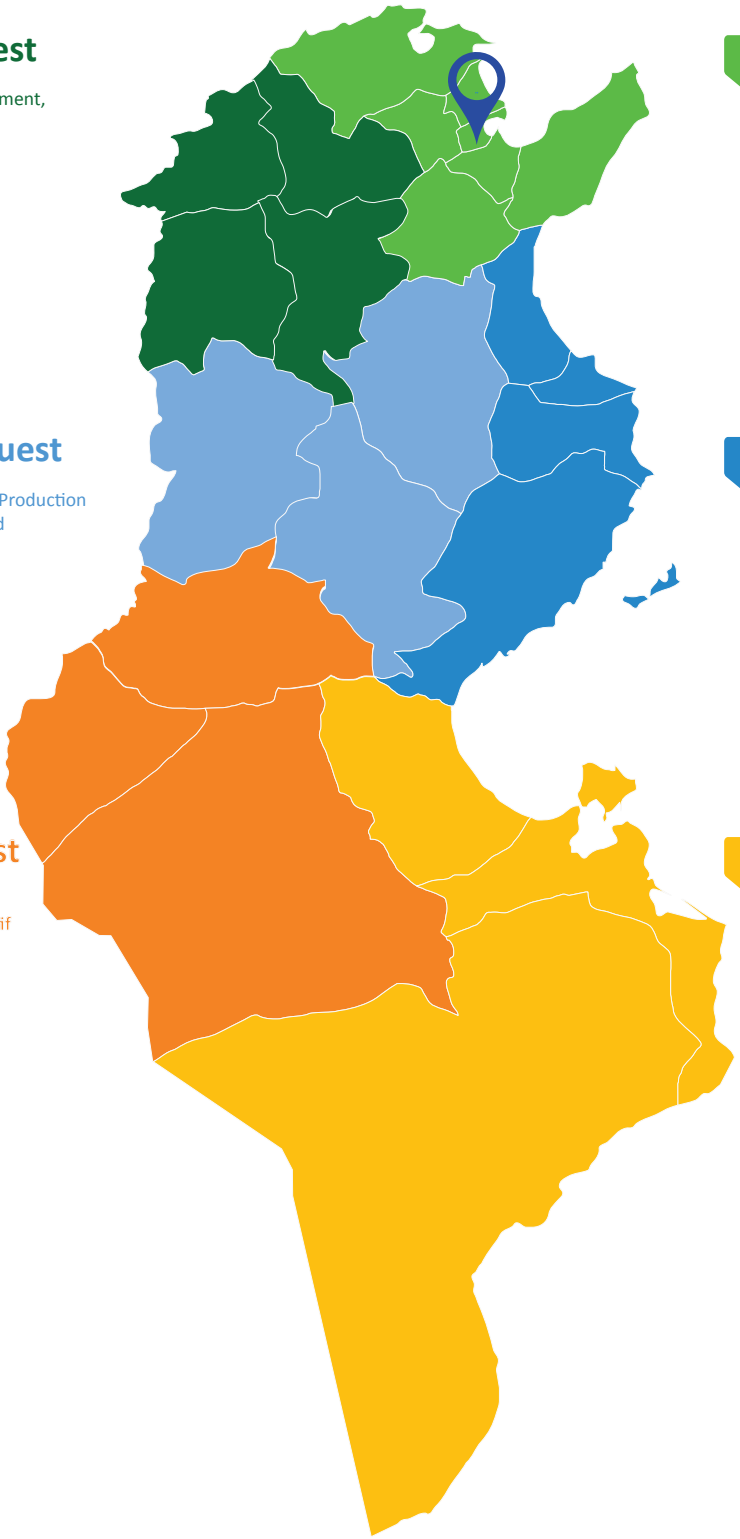
Arrondissement de la production animale Ben Arous

98 356 730

* Cellule Territoriale de Vulgarisation (CTV). Rue El Amrine - Menzel Bouzelfa, 8010

72 251 922

72 251 922



UOR Centre-Ouest

Arrondissement de la Production Animale de Sidi Bouzid

76 634 544

76 634 544

UOR Centre-Est

Commissariat Régional du Développement Agricole, Sidi Messoud, Hiboun Mahdia 5119

98 644 576 I 52 800 715

UOR Sud-Ouest

Rue d'Indonésie,
logement administratif
4200 Kébili Nord

75 490 001

75 490 001

UOR Sud-Est

Avenue Habib Bourguiba
numéro 139 - Tataouine

75 851 194

75 851 194

Centre National de Veille Zoosanitaire
المركز الوطني لليقظة الصحية الحيوانية

38, Avenue Charles Nicolle
Cité Mahrajène
Tunis
1082

+ 216 71 849 812
+ 216 71 849 790

+ 216 71 849 855

www.cnvz.agrinet.tn

* Sous-unité Cap Bon