

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires-Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Etude épidémiologique de la fièvre aphteuse en
2018-2019 dans la wilaya de Tizi Ouzou.**

Présenté par

1. BENHAMIDOUCHE Raouane
2. BEY Amel
3. BRAHIMI bouamra Abdelbasset

Devant le jury :

PRESIDENTE	BOUKHALFA NABILA	MCB	UNIVERSITE KHEMIS MILIANA
EXAMINATEUR	DOUIFI MOHAMED	MCB	ISV
EXAMINATEUR	SALHI OMAR	MCB	ISV
PROMOTEUR	DAHMANI ALI	MCB	ISV

Année : 2019/2020.

Remerciement

AU Dr BOUKHALFA NABILA

Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse, Pour l'intérêt porté à ce travail, Hommages respectueux.

AU Dr DAHMANI ALI

Pour nous avoir proposé ce sujet et nous avoir accompagné dans l'aboutissement de ce travail, Pour votre patience et vos conseils,

Sincères remerciements.

AU Dr DOUFI MOHAMED

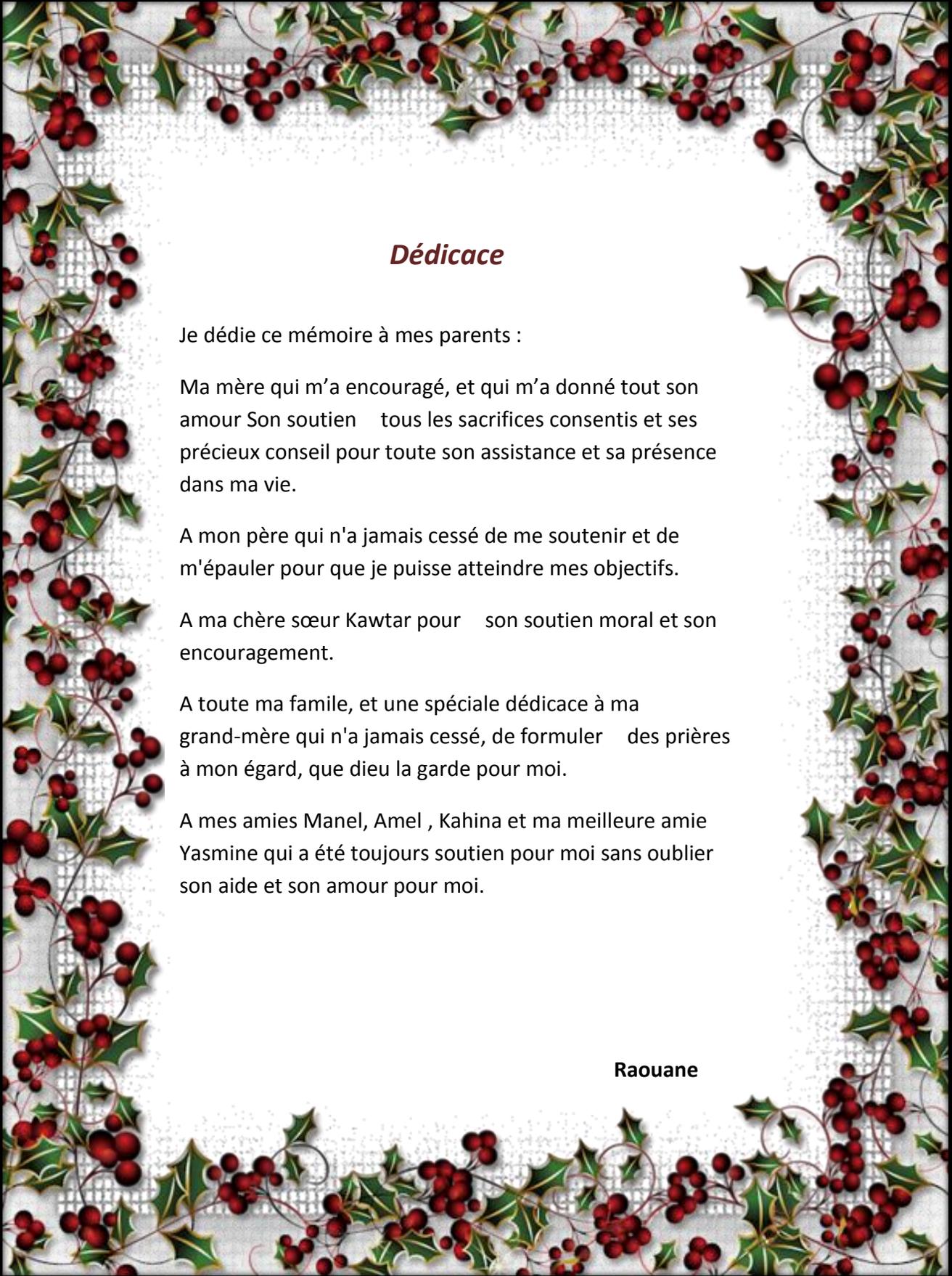
Pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer cette thèse et pour l'intérêt porté à ce travail,

Sincères remerciement

AU SALHI OMAR

Pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer cette thèse et pour l'intérêt porté à ce travail,

Sincères remerciement



Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes parents :

Ma mère qui m'a encouragé, et qui m'a donné tout son amour Son soutien tous les sacrifices consentis et ses précieux conseil pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

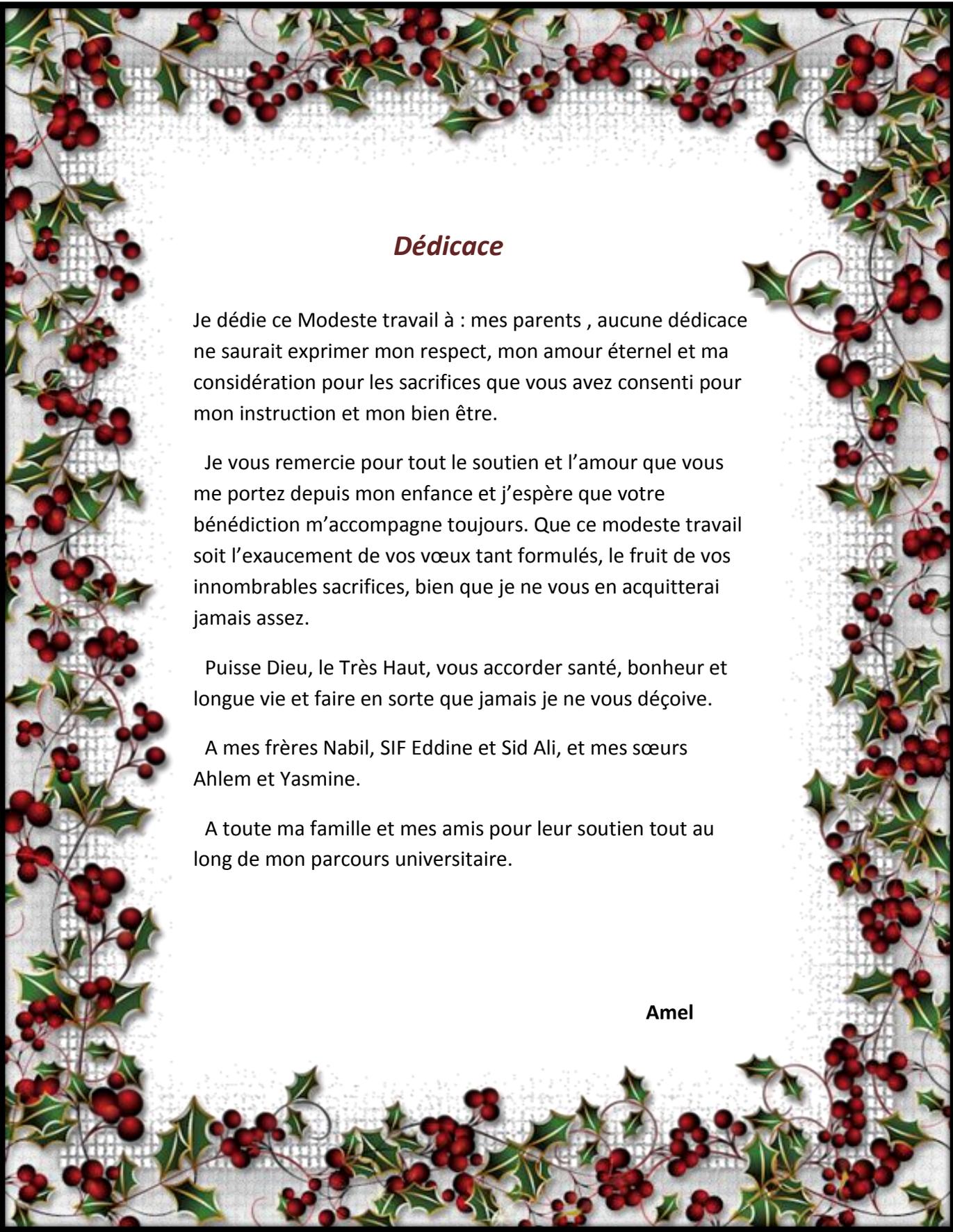
A mon père qui n'a jamais cessé de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A ma chère sœur Kawtar pour son soutien moral et son encouragement.

A toute ma famille, et une spéciale dédicace à ma grand-mère qui n'a jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, que dieu la garde pour moi.

A mes amies Manel, Amel , Kahina et ma meilleure amie Yasmine qui a été toujours soutien pour moi sans oublier son aide et son amour pour moi.

Raouane



Dédicace

Je dédie ce Modeste travail à : mes parents , aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

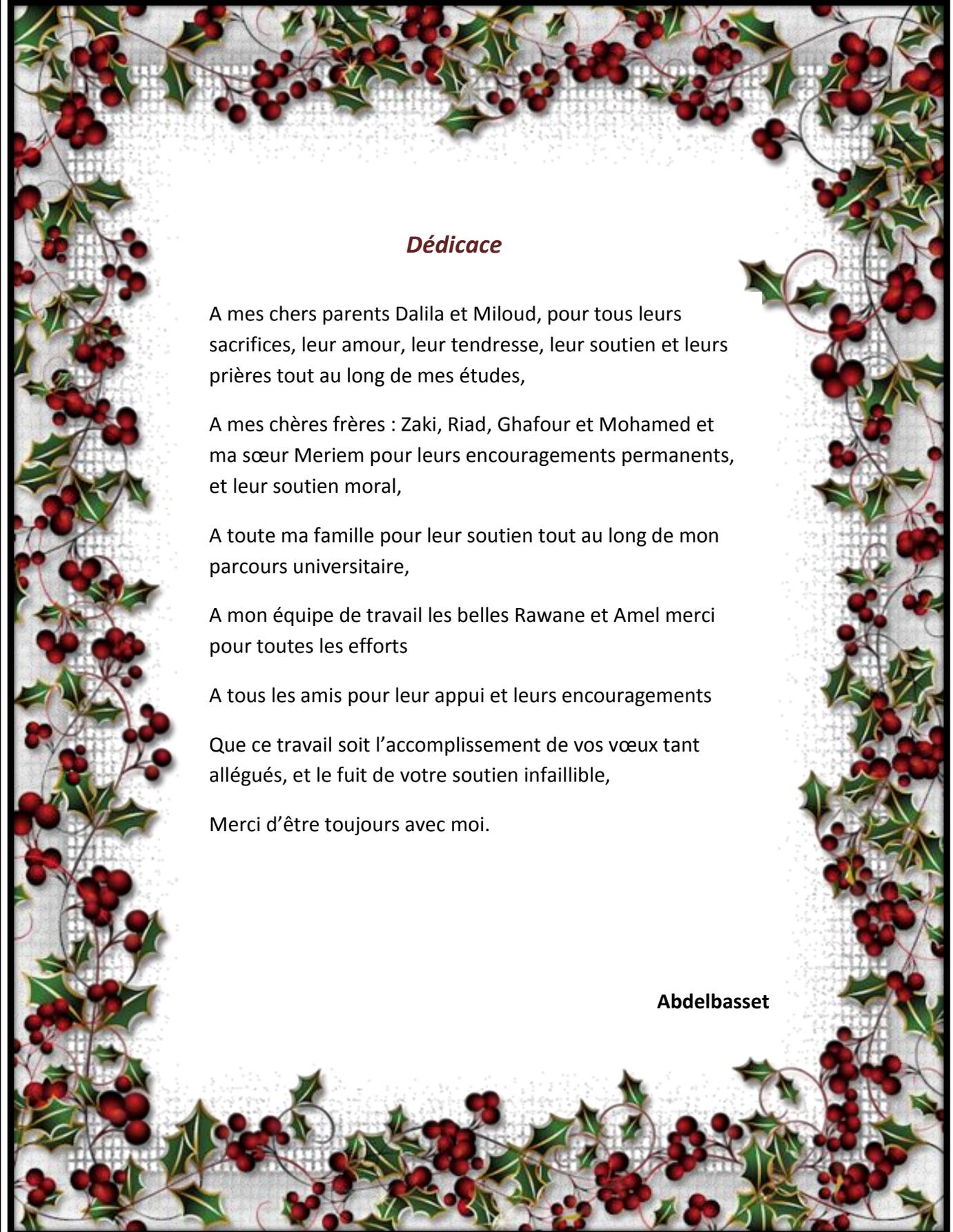
Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mes frères Nabil, SIF Eddine et Sid Ali, et mes sœurs Ahlem et Yasmine.

A toute ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Amel



Dédicace

A mes chers parents Dalila et Miloud, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères frères : Zaki, Riad, Ghafour et Mohamed et ma sœur Meriem pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

A mon équipe de travail les belles Rawane et Amel merci pour toutes les efforts

A tous les amis pour leur appui et leurs encouragements

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours avec moi.

Abdelbasset

Résumé :

Notre travail porte sur l'étude de la fièvre aphteuse. En Algérie, le cheptel est durement frappé, depuis quelques années, par cette épidémie qui se propage très rapidement.

Cette situation met les éleveurs dans un désarroi et commence à inquiéter grandement les autorités, du fait des répercussions économiques de cette grave maladie.

Selon les déclarations faites par le service vétérinaire de la wilaya de Tizi Ouzou en 2019, les renseignements et les données statistiques qui ont été fournis par la DSA, nous avons constaté 196 cas de fièvre aphteuse chez l'espèce bovine avec un taux de morbidité (0.28%) et 54 cas ont été signalé pour la première fois chez l'espèce ovine et caprine avec un taux de morbidité (0.01%,0.08%) ,et une grande mortalité chez les caprin (23 mort parmi 27 cas).

La méthode de lutte médicale (la vaccination) c'est la méthode la plus pratiqué dans la région, ce qui a réduit la propagation de la maladie.

ملخص:

يركز عملنا على دراسة مرض الحمى القلاعية في الجزائر ، تضرر القطيع بشدة في السنوات الأخيرة من هذا الوباء الذي ينتشر بسرعة كبيرة . هذا الوضع يضع المربين في حالة من الفوضى ويبدأ في قلق السلطات بشكل كبير ، بسبب النداعيات الاقتصادية لهذا المرض الخطير . وفقاً لتصريحات المصلحة البيطرية بولاية تيزي وزو في عام 2019 ، والمعلومات والبيانات الإحصائية التي قدمتها إدارة الخدمات الزراعية، وجدنا 196 حالة من مرض الحمى القلاعية في أنواع الأبقار ذات معدل الإصابة (0.28%) و تم تسجيل 54 حالة لأول مرة في أنواع الأغنام والماعز بمعدل مرضى (0.01% , 0.08%) ، وعدد مرتفع لوفيات الماعز (23 حالة وفاة من بين 27 حالة) طريقة المكافحة الطبية (التطعيم) هي الطريقة الأكثر ممارسة في المنطقة ، مما قلل من انتشار المرض.

Abstract:

Our work focuses on the study of foot-and-mouth disease. In Algeria, the herd has been hard hit in recent years by this epidemic which is spreading very quickly.

This situation puts the breeders in a state of disarray and begins to greatly worry the authorities, because of the economic repercussions of this serious disease.

According to the statements made by the veterinary service of the wilaya of Tizi Ouzou in 2019, the information and statistical data provided by the DSA, we found 196 cases of foot-and-mouth disease in bovine species with a morbidity rate (0.28%) and 54 cases were reported for the first time in the ovine and caprine species with a morbidity rate (0.01%, 0.08%), and high mortality in goats (23 deaths among 27 cases).

The method of medical control (vaccination) is the most practiced method in the region, which has reduced the spread of the disease.

Table des matières :

Remerciements

Dédicace

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction : 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LA FIEVRE APHTEUSE 2

1. Définition : 2

2. Etiologie : 2

2.1. Classification : 2

2.2. Caractéristiques du virus : 2

2.3. Pouvoir pathogène : 6

2.4. Pouvoir antigène et immunogène : 7

2.5. L'espèce affectée : 7

CHAPITRE 2 : EPIDEMIOLOGIE DE LA FIEVRE APHTEUSE 8

1. Epidémiologie descriptive : 8

1.1. Allure de la maladie : 8

1.2. Situation géographique : 8

2. Epidémiologie analytique : 11

2.1. Source de virus : 11

2.2. Résistance du virus : 13

2.3. Réceptivité : 14

2.4. Mode de contagion : 14

CHAPITRE 3 : ETUDE CLINIQUE DE LA FIEVRE APHTEUSE 16

1. Pathogénie 16

2. Symptômes et lésions 17

2.1. Chez les bovins : 17

2.2. Chez les petits ruminants : 17

CHAPITRE 4 : DIAGNOSTIC DE LA FIEVRE APHTEUSE 20

1. Diagnostic : 20

<u>1.1. Diagnostic clinique :</u>	20
<u>1.2. Diagnostic différentiel :</u>	20
<u>1.3. Diagnostic expérimentale :</u>	22
<u>CHAPITRE 5 : PROPHYLAXIE DE LA FIEVRE APHTEUSE</u>	25
<u>1. PROPHYLAXIE SANITAIRE :</u>	25
<u>1.1. En pays indemne :</u>	25
<u>1.2. En pays infecte :</u>	26
<u>2. Prophylaxie médicale :</u>	27
<u>PARTIE EXPEREMENTALE</u>	
<u>1. Problématique :</u>	29
<u>2. Objectif :</u>	29
<u>3. Matériel et méthode :</u>	29
<u>3.1. La région d'étude :</u>	29
<u>3.2. Le matériel :</u>	29
<u>3.3. Méthode :</u>	30
<u>4. Résultat :</u>	30
<u>4.1. Population atteinte :</u>	30
<u>4.2. Le taux et nombre d'atteint :</u>	31
<u>4.3. Propagations de la maladie :</u>	32
<u>4.4. Vaccination :</u>	34
<u>Discussion :</u>	36
<u>Recommandations :</u>	38
<u>Liste des références :</u>	39

Liste des figures :

Figure n°1 : la structure du virus aphteux (Thiry,2000)	4
Figure n°2 : Répartition mondiale des sérotypes du virus de la fièvre aphteuse Source: (WRL-FMD 2016).	9
Figure n°3: Cartes des foyers de FA en Algérie du 28/06/2018 au05/05/2019(source:OIE).....	11
Figure n°4 : Sources de virus de la fièvre aphteuse (Gourreau 2010)	12
Figure n°5: Evolution théorique du processus aphteux (Toma et al. 2010).	16
Figure n°6 : Lésions à différents stades sur la muqueuse gingivale d'un bovin (Gourreau 2010).	19
Figure n°7 : Vésicules confluentes sur la face interne de la lèvre d'un bovin (Gourreau 2010)....	19
Figure n°8 : Ulcère en voie de cicatrisation sur le bourrelet gingival d'un mouton. (Gourreau 2010).....	19
Figure n°9 : Ulcère rompu dans l'espace interdigital d'un mouton (Gourreau 2010).....	19
Figure n°10 : Bovin présentant des aphtes au niveau de la cavité buccale (Photo prise dans la wilaya de Blida).	19
Figure n°11 : Des prélèvements réalisés au niveau des foyers.....	30
Figure n°12 : Les foyers de la fièvre aphteuse (DSA de Tizi ouzou 2018.2019)	32
Figure n°13 : Les foyers de la fièvre aphteuse ov/cp (DSA de Tizi ouzou 2018.2019).....	30
Figure n°14 : Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ouzou chez l'espèce bovine.....	32
Figure n°15: Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ouzou chez l'espèce ovine et caprine.....	34

Liste des tableaux :

Tableau n°1: Diagnostic différentiel de la FA chez les Bovins (Gourreau 2010).	21
Tableau n°2 : Diagnostic différentiel de la FA chez les Petits ruminants (B. Toma)	22
Tableau n°3: Le taux d'atteinte chez l'espèce bv,ov,cp	31
Tableau n°4 : Devenir des animaux infectés de la fièvre aphteuse chez les bovins.....	31
Tableau n°5: Devenir des animaux infectés de la fièvre aphteuse chez les ov et cp.....	31
Tableau n°6: Taux d'atteinte de certains foyers de la maladie (bv).	29
Tableau n°7: taux d'atteinte dans certains foyers de la maladie (ov/cp)	30
Tableau n°8: Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ouzou chez l'espèce bovine.....	31
Tableau n°9: Nombre de foyers de la fièvre aphteuse.	33
Tableau n°10 : Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ouzou chez l'espèce ovine et caprine.....	33
Tableau n°11 : Nombre de foyers de la fièvre aphteuse.	34
Tableau n°12 : La primo vaccination chez les bovins	35
Tableau n°13: La vaccination de rappel	35

Liste d'abréviation :

°C : Degrees Celsius.

ARN : | Acide désoxyribonucléique.

Bv : Bovins.

Cp : Caprins.

DSA : Direction des services agricoles.

ELISA : Enzyme-linked immunosorbent assay.

Eu FMD : La commission européenne de contrôle de la fièvre aphteuse.

FA : Fièvre aphteuse.

FAO : Organisation mondiale de l'alimentation et l'agriculture.

NSP : Non Structural Protein (proteine non structurale).

OIE : Organisation mondiale de la santé animale.

Ov : Ovins.

PCR : Réaction en chaine par polymerase.

pH : Potentiel d'hydrogène.

RT-LAMP : Reverse transcription loop-mediated isothermal amplification.

RT-PCR : Réaction en chaine par polymérase en temps réel.

SAT : Le territoire du sud Afrique.

VP : Protéine virale.

Introduction :

La fièvre aphteuse est une maladie virale grave du bétail, hautement contagieuse, qui entraîne des répercussions économiques significatives. La maladie touche les bovins et les porcs, ainsi que les ovins, les caprins et d'autres artiodactyles. Toutes les espèces de cervidés et d'antilopes. Dans une population sensible, la morbidité est proche de 100%. Les animaux soumis à des systèmes d'élevage intensifs sont plus sensibles à la maladie que ceux des élevages traditionnels. La maladie est rarement fatale chez les animaux adultes mais la mortalité est souvent élevée chez les jeunes en raison de la survenue d'une myocardite ou par défaut d'allaitement si leur mère est atteinte par la maladie. Le micro-organisme responsable de la fièvre aphteuse est un aphanovirus de la famille des picornaviridés.

Il existe sept souches (A, O, C, SAT, SAT2, SAT3, Asia1) dont chacune requiert une souche vaccinale spécifique que pour assurer l'immunité d'un animal vacciné. Selon les déclarations faites par les services vétérinaires algériens à l'OIE, un total de 261 foyers de fièvre aphteuse (FA) de sérotype O a été déclaré entre le 28/06/2018 et le 05/05/2019. Ce sont 115 nouveaux foyers qui ont été déclarés dans le dernier rapport de l'OIE du 05/05/2019, et ces foyers dataient du 01/01/2019 au 15/01/2019.

Ceci indique une augmentation du nombre de déclarations, comparé à 59 foyers détectés de novembre à décembre 2018. Pour cela, nous avons fait une enquête au niveau de service de l'agriculture de Tizi ouzou (DSA) afin de savoir la répartition des foyers et des cas de fièvre aphteuse dans la wilaya, et trouver les solutions pour empêcher la propagation de la Maladie afin de protéger le cheptel bovin, ovin et caprin.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : LA FIEVRE APHTEUSE

1. Définition :

La fièvre aphteuse (FA) est la maladie la plus contagieuse du bétail. Elle engendre des pertes économiques considérables du fait des restrictions au commerce dans le système de production des pays surtout exportateurs du bétail et viande. Elle affecte tous les artiodactyles, tant domestiques que sauvages et se caractérise par l'apparition de vésicules puis d'ulcères dans la cavité buccale, dans l'espace interdigital et sur le bourrelet coronaire des onglons, ainsi que sur la mamelle et les trayons. Elle n'engendre de mortalité que chez les jeunes. (Gourreau 2010)

2. Etiologie :

2.1. Classification :

C'est un petit virus de la famille des picornaviridae et du genre aphthovirus. Il existe 7 génotypes de virus : les génotypes O, A et C sont des virus cosmopolites, les génotypes SAT1, 2 et 3 sont sud-africains et le génotype Asia est, comme son nom l'indique, asiatique. Ces génotypes sont pour la plupart divisés en plusieurs sous-types, particulièrement le génotype A, du fait de leur grande variabilité antigénique. Cependant, la classification actuelle adoptée par le Laboratoire mondial de référence de Pirbright est basée sur le génotype, le pays d'origine et l'année. (kilani et haj Ammar ,2014).

2.2. Caractéristiques du virus :

2.2.1. Morphologie, dimensions et structure :

- **Le virion :**

. Il est formé d'un cœur central d'acide nucléique (31%) et d'une capsid protéique (69%) composée de 20 capsomères. Le virus de la FA est dépourvu d'enveloppe : il s'agit d'un virus nu. Le virion se présente au microscope électronique sous forme de particules grossièrement sphériques, mûriformes, mesurant de 20 à 28 jusqu'à 30 nm de diamètre : il s'agit donc d'un virus de très petite taille. Le virion aphteux a la forme d'un icosaèdre, forme géométrique à 20 faces, 30 arêtes et 10 sommets. Sous l'influence de divers facteurs, le virion peut se dissocier en éléments qui sont l'ARN, d'une part, et des sous-unités protéiques, d'autre part, dont la plus

connue est appelée 12 S (Thiry et al, 1999 ; Toma et al, 2009).

- **Les sous-unités protéiques :**

Ce sont des structures mesurant de 7 à 8 nm, composées de capsomères

2.2.2. Composition chimique :

Le virus de la FA est composé d'acide nucléique et de protéines. Il ne contient ni glucide ni lipide, d'où son insensibilité aux solvants des lipides.

- **L'acide nucléique :**

L'acide nucléique du virus de la FA est un acide ribonucléique monocaténaire. Il est dépourvu de pouvoir antigène et immunogène, mais est responsable du pouvoir infectant. On estime généralement qu'une mutation est introduite par 10 000 nucléotides et par cycle de réplication : le génome du virus de la fièvre aphteuse comportant 6 900 nucléotides, on imagine aisément le nombre de mutations pouvant s'accumuler dans les virus au cours de l'infection d'un animal. Dans une population virale, il n'existe probablement aucun virus identique à un autre. Cet ensemble de virus différents, mais pour lesquels un génome moyen peut être défini, s'appelle une quasi-espèce (Thiry et al, 1999 ; Toma et al, 2009).

- **Les protéines de la capsid :**

Elles sont au nombre de 4 : VP1, VP2, VP3 et VP4 (VP = Viral Protein). VP1, VP2 et VP3, cinq fois répétées, constituent une face de l'icosaèdre (particule 12S). La protéine virale VP4 est une protéine interne à la capsid. Elle sert à rattacher l'ARN viral à la surface intérieure de cette boîte protéique qu'est la capsid (Toma et al, 2010).

- **Des protéines non structurales :**

Elles interviennent dans la réplication du virus. La recherche des anticorps correspondants est utilisée pour détecter l'infection d'animaux vaccinés (Toma et al, 2009).

Le polypeptide VP1, le plus externe, intervient dans la fixation du virus sur les cellules et constitue l'un des éléments structuraux immunogènes essentiels. Sa structure est à la base des travaux de génie génétique et de génie chimique ; sa séquence précise a pu être publiée pour de nombreuses souches. La protéine VP1 seule est beaucoup moins immunogène que la particule virale complète, en effet, la structure spatiale de la VP1 seule est différente de celle de la VP1 sur la particule virale (Toma et al, 2009).

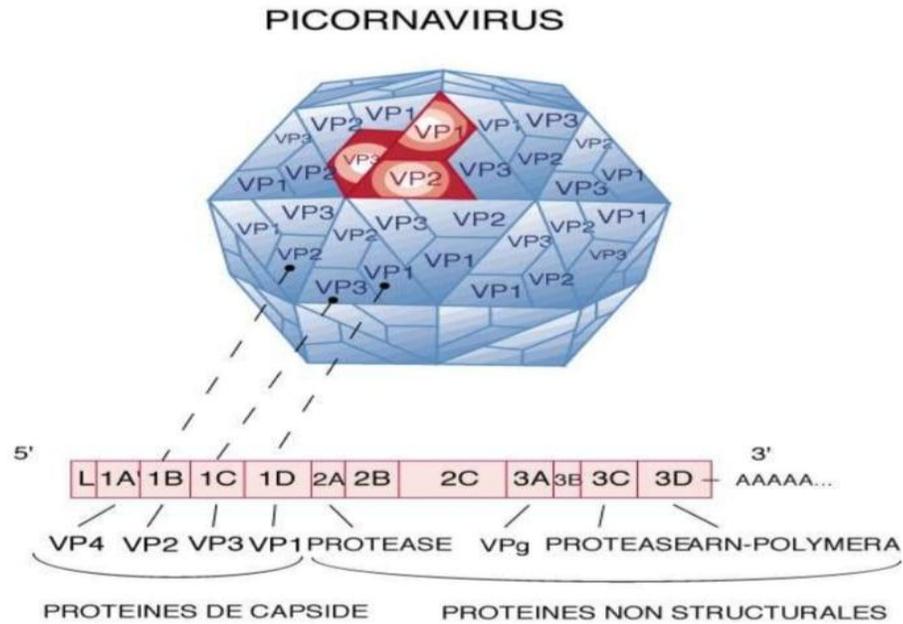


Figure n°1 : la structure du virus aphteux (Thiry, 2000)

2.2.3. Propriétés physico-chimiques :

- **Influence du pH :**

Le virus aphteux est stable à pH neutre (7 à 7,7). Il est inactivé totalement et perd son pouvoir infectieux lorsque le pH est inférieur à 6. Cette caractéristique est intéressante dans le domaine agroalimentaire notamment. En effet, la maturation spontanée des viandes avec acidification lactique des muscles contribue à éliminer le virus de ceux-ci (Badache, 2016). Le virus aphteux est également sensible au pH basique. La perte d'infectiosité, lente à pH 8 ou 9, est obtenue de manière plus rapide à pH 11 (Joubert et Mackowiak, 1968a). Le virus aphteux est détruit par de la soude caustique à 8 pour 1 000 et par le formol (Toma et al., 2017), la première ayant longtemps été utilisée comme agent de désinfection et le second étant utilisé comme agent d'inactivation dans les vaccins notamment.

- **Action des agents chimiques :**

Des solutions de soude à 8 pour mille, de carbonate de sodium anhydre en solution à 4 ou 5 %, d'acide citrique à 0,2 %, d'acide acétique à 2 %, ou encore d'acide sulfamique ont une action sur le virus aphteux (Holveck, 2002). Le permanganate de potassium, le fluorure, le bisulfite et le

chlorure de sodium n'ont pas d'action si le virus se trouve en quantité importante dans des matières organiques. En ce qui concerne les solvants organiques, le chloroforme et l'éther n'ont également pas d'action sur le virus aphteux, du fait de l'absence de lipide dans sa composition, de même pour les détergents comme le dodécasulfate de sodium (Alexandersen et al, 2003 ; Joubert et Mackowiak, 1968a). Autrefois, la glycérine était utilisée pour conserver et expédier des prélèvements d'aphtes, car elle supprime les populations bactériennes contaminantes, sans inactiver le virus.

En revanche, l'acétone, le méthanol et l'éthanol peuvent à concentration élevée agir sur les protéines et ainsi précipiter le virus (Joubert et Mackowiak, 1968a).

Comme mentionné précédemment, le formol à 1 % mais aussi l'acide lactique à 3 p. 1000 peuvent jouer un rôle désinfectant vis-à-vis de la souche virale. D'autres substances chimiques peuvent aussi avoir ce rôle : l'acétyl-éthylène-imine et le bêta propiolactone (BPL) font par exemple partie des agents inactivants du virus (Joubert et Mackowiak, 1968a).

- **Action des agents physiques :**

Le virus aphteux étant un virus nu, il résiste à de nombreux agents physiques, comme le froid et la congélation qui conservent le virus par exemple. Selon Joubert et Mackowiak (1968a), le virus résisterait à des températures atteignant -70°C. Cette propriété est par exemple utilisée afin de conserver les vaccins produits. La chaleur peut être un agent inactivant selon le barème temps-température utilisé : le traitement ultra haute température (UHT) permet de stériliser le lait ; une température de 45°C au cœur d'un tas de fumier pendant 15 jours est également inactivant (Boisseleau et al, 2010). Le virus aphteux est sensible à une température de 56°C pendant 30 minutes. Pour des températures inférieures à 43°C, c'est l'ARN qui est sensible, le virus perd alors de son infectiosité tout en conservant son immunogénicité. En revanche, à partir de 56°C, ce sont les protéines qui sont sensibles, ce qui induit une perte du pouvoir immunogène du virus (Joubert et Mackowiak, 1968a).

Les rayons ultraviolets peuvent avoir une action inactivante sur le virus selon la dose de rayons et leur longueur d'onde. Cette propriété est exploitée pour la désinfection des locaux et laboratoires détenant des souches de virus aphteux (Joubert et Mackowiak, 1968a).

La survie du virus aphteux dans le milieu extérieur dépend de l'humidité mais également de la température et des rayonnements ultra-violet. Les conditions météorologiques jouent donc un rôle important lors de foyer de fièvre aphteuse. Le soleil est un bon agent inactivant (Alexandersen et al., 2003). Le virus aphteux est sensible à la dessiccation. De par leur petite taille et leur faible poids, les particules virales peuvent être transportées sur plusieurs kilomètres grâce aux vents. Par exemple, en 1981, l'île de Wight aurait été infectée par un virus en provenance de la France (Toma et al, 2017).

Le virus diffuse ainsi facilement par aérosols. Sa diffusion aérienne est conditionnée par plusieurs facteurs, notamment le relief, la vitesse du vent et l'humidité relative de l'air. Le taux d'humidité optimal pour la diffusion est de 55 à 60 %, associé à de légers mouvements de convection de l'air (Alexandersen et al, 2003). Par exemple, en 2001 en Grande Bretagne, des diffusions du virus dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres ont été mises en évidence (Alexandersen et al, 2003).

Le virus aphteux diffuse ainsi de manière optimale sur un terrain plat, avec une humidité élevée, de faibles précipitations et une vitesse du vent modérée. Les étendues humides, en particulier la mer, sont particulièrement propices à la diffusion virale, permettant une concentration en particules transportées importante et maintenue sur de plus grandes distances qu'au-dessus d'une zone terrestre (Donaldson et Alexandersen, 2002).

2.3. Pouvoir pathogène :

Le virus de la fièvre aphteuse se multiplie essentiellement dans la peau et les muqueuses, accessoirement dans le muscle, ce qui explique les dégénérescences cardiaques responsables de la mort chez les jeunes animaux. (Kilani et Haj Ammar, 2014).

Le pouvoir pathogène du virus varie selon les souches. Chez les bovins, le virus aphteux est à l'origine de fièvre, qui atteint parfois ou même dépasse 41°C, et d'un coryza plus ou moins marqué. L'éruption des aphtes buccaux se manifeste pendant quelques jours, puis se termine par la cicatrisation. Elle est associée à une salivation plus ou moins accusée. L'apparition des aphtes se fait de même entre les onglons et au niveau de la mamelle (Gosselin, 1912).

Chez les ovins, l'affection est en général moins sévère que chez les autres espèces, et les lésions

buccales ne sont pas prédominantes. Les lésions podales sont plus prononcées sur les bourrelets coronaires et dans l'espace interdigité. Les boitiers constituent souvent les seuls signes visibles de la maladie chez les ovins, alors que la maladie est souvent inapparente ou très difficilement visible chez la chèvre.

2.4. Pouvoir antigène et immunogène :

L'infection par le virus aphteux entraîne l'apparition d'anticorps et l'installation d'une immunité spécifique. Les anticorps sont détectables par séroneutralisation, ELISA ou Fixation du complément. C'est le virion complet qui est immunogène mais la protéine la plus externe, appelée VP1, est seule responsable de l'immunité. Du fait de la pluralité des souches et de la spécificité de cette protéine, l'immunité qu'elle confère ne protège pas contre tous les virus : un même animal peut donc être atteint par plusieurs types de virus de fièvre aphteuse en même temps, ou successivement. Les anticorps produits par une infection sont dirigés à la fois contre les protéines structurales (notamment VP1, qui porte les épitopes neutralisants) et non structurales du virus, tandis que les anticorps produits lors d'une vaccination à l'aide d'un vaccin purifié ne sont dirigés que contre les protéines structurales, ce qui permet de différencier les animaux infectés des animaux vaccinés. Les anticorps apparaissent dès la première semaine qui suit l'infection, atteignent leur maximum à la fin de la troisième semaine. Ils peuvent persister durant plusieurs années. Des vaccins à virus inactivé sont utilisés dans les pays où la seule prophylaxie sanitaire ne suffit pas à enrayer l'épizootie. Leur composition est adaptée à la nature de la souche en cause. La protection qu'ils confèrent débute dès le quatrième jour après la vaccination et dure de 4 à 12 mois suivant les espèces. Des vaccins peptidiques et recombinants sont encore à l'étude. (Gourreau 2010).

2.5. L'espèce affectée :

Toutes les espèces d'ongulés à doigts pairs (artiodactyles) sont réceptives à la maladie. Les ongulés sauvages sont sensibles au virus, mais dans une bien moindre mesure que les animaux domestiques. L'Homme, s'il est immunodéprimé, serait sensible mais ne manifeste que très rarement des signes cliniques. Les équidés, carnivores et oiseaux sont totalement insensibles au virus.

CHAPITRE 2 : EPIDEMIOLOGIE DE LA FIEVRE APHTEUSE

1. Epidémiologie descriptive :

1.1. Allure de la maladie :

La fièvre aphteuse se présente le plus souvent comme une enzoo-épizootie. Comprenant, une enzootie permanente, latente, et entretenue a bas bruit par les porteurs de virus conditionné par l'existence d'une immunité post infectieuse et de porteurs sains. Et des pics épizootiques(le cas de l'Algérie) qui se manifestent à des intervalles variables, conditionnés par les rassemblements d'animaux permettant des échanges de type viraux. (Toma et al.2014)

1.2. Situation géographique :

- **En monde:**

La fièvre aphteuse a une large distribution dans le monde. La distribution des 7 sérotypes du virus de la fièvre aphteuse varie dans l'espace et dans le temps. En conséquence, l'OIE/FAO, ainsi que le laboratoire mondial de référence pour la fièvre aphteuse (WRLFMD) à Pirbrighten Angleterre, fournissent régulièrement des rapports sur la présence de la maladie dans le monde entier et les souches circulantes associées. Selon le sérotype et les sous-types circulant, les régions enzootiques ont été subdivisées en 7 pools de virus (WRL-FMD 2016). Les pools de virus ont été définis par l'OIE/FAO et ces pools sont souvent le résultat de similitudes écologiques, d'échanges de bétail communs et de traditions culturelles (Brito et al. 2017). Chacun de ces pools contient au moins deux sérotypes de virus, et comme la circulation des virus se fait principalement à l'intérieur de ces réservoirs régionaux, des souches ont évolué, qui sont spécifiques à la région et qui souvent (dans le cas des virus de type A et SAT) nécessitent des vaccins adaptés (Paton, Sumption, et Charleston 2009).

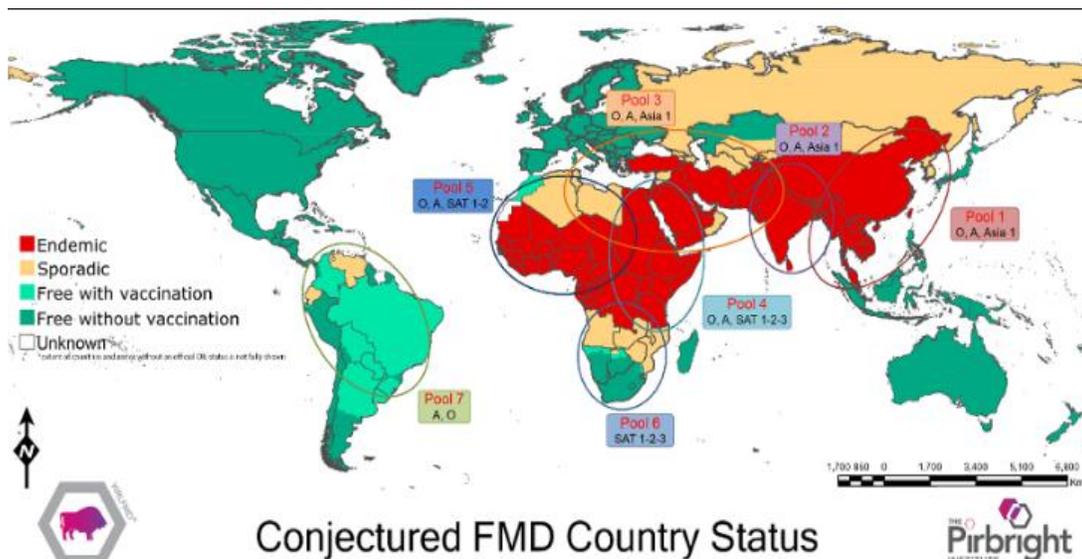


Figure n°2 : Répartition mondiale des sérotypes du virus de la fièvre aphteuse Source: (WRL-FMD 2016).

- **En Afrique :**

Les premiers cas de FA en Afrique ont été officiellement recensés en Afrique du Sud par Hutcheon en 1892 (Thompson, 1994). Dans la plupart des pays d’Afrique, la FA est encore enzootique contrairement aux autres régions du monde où la prédominance du système intensif et les méthodes de surveillance confèrent aujourd’hui à la maladie un caractère épizootique. En général, l’impact de la FA est moins prononcé en Afrique centrale, de l’Ouest et de l’Est qu’en Afrique australe (Thomson et Bastos, 2004). Cependant, malgré l’endémicité de la maladie dans ces régions, on constate qu’en réalité, beaucoup de cas cliniques ne sont pas déclarés. L’épidémiologie de la FA en Afrique et la connaissance de son épidémiologie sont de ce fait beaucoup plus complexes (Brooksby, 1972 ; Condy et al, 1985) et il existe des différences entre les régions dans la distribution et la prévalence des sérotypes qui y sévissent. Ainsi, les pays d’Afrique australe, contrairement aux pays d’ASS, ont réussi à contrôler la FA afin d’accéder aux marchés internationaux. Ce succès est dû à diverses actions menées pour contrôler les mouvements d’animaux, ceux-ci consistant à établir des clôtures pour séparer les animaux domestiques des animaux sauvages.

- **En Algérie:**

Selon les déclarations faites par les services vétérinaires algériens à l’OIE, un total de 261 foyers

de fièvre aphteuse (FA) de sérotype O a été déclaré entre le 28/06/2018 et le 05/05/2019. Ce sont 115 nouveaux foyers qui ont été déclarés dans le dernier rapport de l'OIE du 05/05/2019, et ces foyers dataient du 01/01/2019 au 15/01/2019. Ceci indique une augmentation du nombre de déclarations, comparé à 59 foyers détectés de novembre à décembre 2018 (rapport OIE du 07/03/2019). Selon les derniers rapports du projet Eu FMD de la FAO sur la fièvre aphteuse¹, les sérotypes O et A ont été détectés dans des échantillons prélevés chez des bovins en Algérie en décembre 2018 et janvier 2019.

Le génotype des souches O a confirmé la présence du topo type O/EA-3 (East Africa 3). De plus, toutes les séquences virales prélevées dans les pays du Nord de l'Afrique ont montré une forte similitude (99%) avec des virus qui ont circulé en 2018 dans de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest. Les virus qui circulent en Afrique du Nord sont distincts de ceux du même topotype O/EA-3 qui circulent en Egypte et dans l'Est de la Méditerranée. Ces foyers de FA soulèvent la question de la connectivité transsaharienne entre les pays du Nord de l'Afrique et les routes précises par lesquelles les virus FA se transmettent de l'Ouest au Nord de l'Afrique (la route transsaharienne s'étend du Nigéria jusqu'en Algérie).

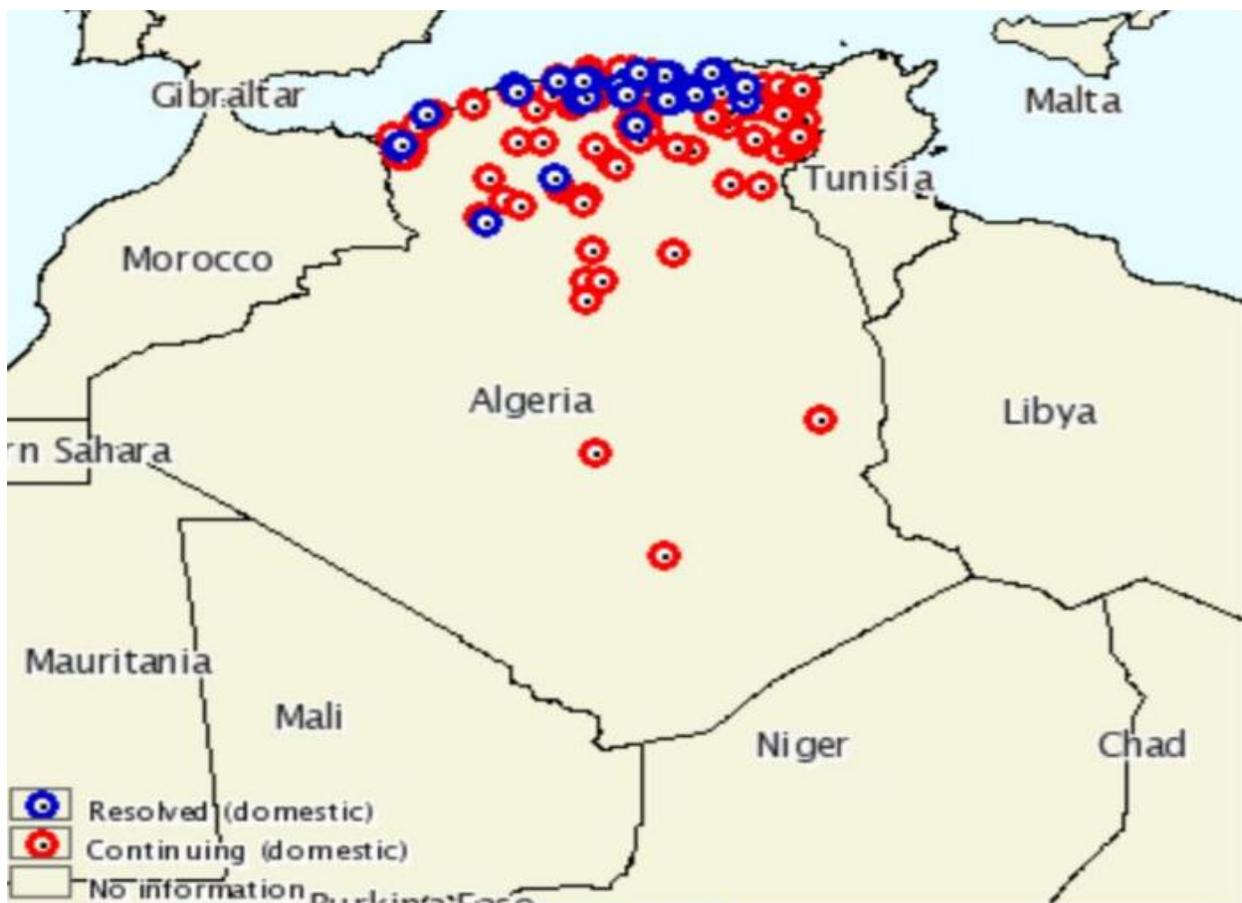


Figure n°3: Cartes des foyers de FA en Algérie du 28/06/2018 au 05/05/2019 (source: OIE)

Selon le ministère algérien de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche, le premier lot de vaccins contre [la peste des petits ruminants et] la fièvre aphteuse devait être disponible fin janvier 2019 et distribué aux éleveurs dès sa réception (source : média El Moudjahid au 22/01/2019). Selon les médias algériens, certaines wilayas (départements) ont rouvert les marchés à bestiaux à la suite de la disparition du danger de la fièvre aphteuse selon les autorités locales (source: média Radio Algérie au 11/03/2019).

2. Epidémiologie analytique :

2.1. Source de virus :

- Les animaux infectés :

Un animal infecté excrète du virus soit par aérosols soit par des excréments ou sécrétions contenant des particules virales. L'excrétion virale est massive mais variable en intensité et en durée selon la phase du processus d'infection. Un animal excrète essentiellement du virus

simultanément à l'expression des signes cliniques. Mais certains animaux appelés porteurs précoces excrètent du virus avant l'apparition des symptômes. Certains animaux peuvent également développer une infection inapparente ou sub-clinique (notamment chez les moutons).

Des porteurs tardifs (convalescents ou guéris) Ils sont parfois cités dans la littérature pouvant constituer des réservoirs infectieux pendant plusieurs mois (Alexandersen et al, 2002). Il n'a cependant jamais été possible de démontrer expérimentalement la transmission d'un animal porteur sain vers un autre animal sensible (Kitching et al, 2005).

La salive, les fluides nasal et lacrymal, le lait et l'air expiré sont des sources majeures hébergeant le virus. Un animal infecté peut être déjà contaminant 48 heures avant l'apparition de signes cliniques via ces sources (Alexandersen et al, 2003b).

L'urine et les fèces contiennent du virus dans une moindre mesure mais sont à l'origine toutefois d'une contamination massive de l'environnement. L'excrétion dure de 2 à 7 jours, en moyenne, avec des extrêmes de 36 heures à 20 jours (Toma et al, 2010).

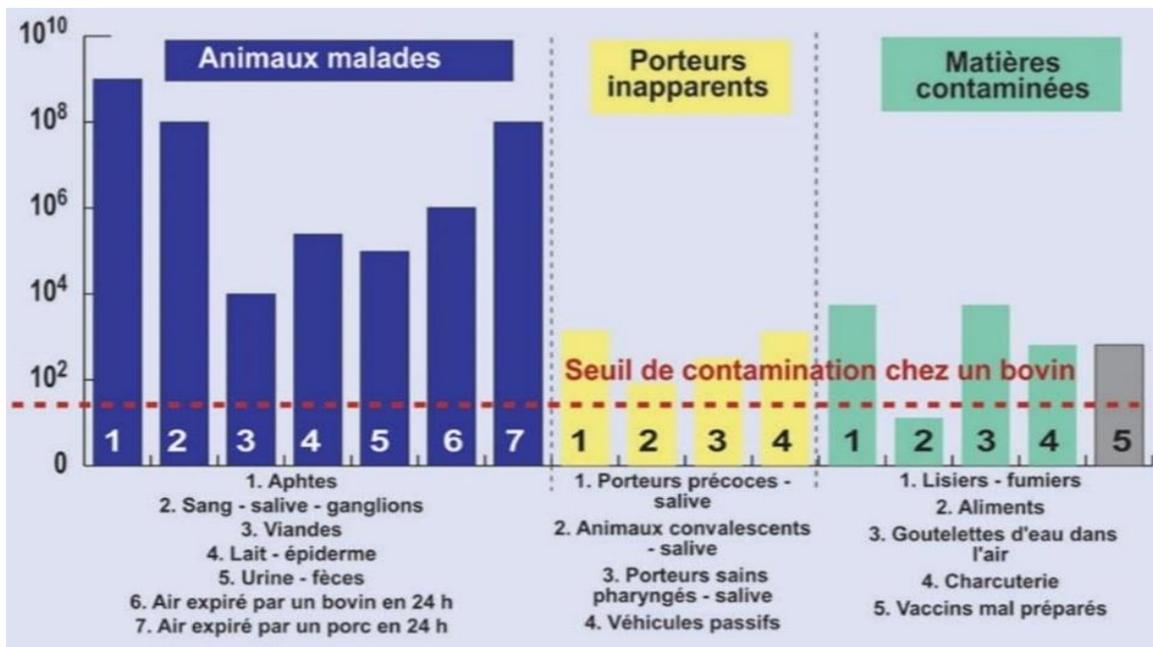


Figure n°4 : Sources de virus de la fièvre aphteuse (Gourreau 2010)

- **Les produits d'origine animale et sous-produits :**

La résistance du virus aphteux dans ces produits explique parfois des contagions à longue distance notamment dans les viandes et les abats d'animaux infectés, réfrigérés et congelés ou les eaux grasses (résidus de restauration collective distribués aux porcs). Toutefois, la maturation lactique tue le virus. Le virus peut également résister à certains traitements thermiques du lait (Donaldson, 1997).

- **Porteurs de germes et environnement :**

De façon générale, l'environnement d'un animal infecté excréteur va être largement contaminé par l'ensemble des sécrétions et excréctions émises par l'animal. A partir de cela, tout support présent à proximité qu'il soit vivant (personne, animal) ou inanimé (véhicules, litières, locaux, ustensiles, aliments, emballages, terre, eau de boisson,...) peut être porteur du virus.

Le virus étant très résistant mais également très léger et mobile, ces vecteurs passifs du virus sont très nombreux et peuvent être une source potentielle de virus sur de longue distance. Selon les conditions et le milieu, le virus peut survivre dans l'environnement de plusieurs semaines à plusieurs mois (McColl et al, 1995; Bartley et al, 2002). Classiquement, une partie de l'infectiosité du virus chute rapidement mais une quantité résiduelle arrive à survivre sur de plus longues durées (Alexandersen et al, 2003b).

2.2. Résistance du virus :

Fondée sur la structure du virion aphteux (de petite taille et sans enveloppe), la résistance du virus, très élevée, conditionne les contagions les plus insidieuses, lointaines et indirectes, et incite à une désinfection rigoureuse dans les foyers et de tout véhicule potentiel du virus.

- Les agents physiques naturels se montrent le plus souvent impuissants à détruire rapidement le virus aphteux (froid, dessiccation, chaleur et insolation). Il importe donc de choisir un traitement thermique puissant pour désinfecter (incinération, autoclave, pasteurisation du lait).
- Les agents chimiques inactivateurs incluent les désinfectants avec un principe actif de type monopersulfate de potassium, possédant un pouvoir oxydant (ex : VirkonND) ou

la chaux. La soude caustique, bien qu'efficace contre le virus F.A., est notamment interdite à l'utilisation pour sa toxicité

- Les agents biologiques de destruction spontanée reviennent soit à la thermo-inactivation (méthode biothermique au cœur des fumiers), soit à l'acidification (maturation lactique des viandes). La confiance en de tels procédés demeure limitée.

La survie du virus aphteux dans les conditions naturelles est fonction des UV, du pH, de l'humidité et de la température. La météorologie conditionne donc la survie du virus aphteux dans le milieu extérieur. Il a ainsi été démontré qu'il peut survivre (Bartley et al, 2002) : 14 jours dans des matières fécales sèches, 39 jours dans l'urine, 6 mois dans le lisier en hiver, 3 jours sur le sol en été, jusqu'à 20 semaines dans le foin et la paille.

2.3. Réceptivité :

Le pouvoir pathogène et contagieux du virus est tel que les facteurs intrinsèques ou extrinsèques, hormis la réceptivité d'espèce, n'influent que très discrètement, sauf pour modifier l'allure clinique de la maladie. En particulier, les doses nécessaires pour infecter un animal sont assez faibles notamment par aérosols. Mais ces doses minimales varient également beaucoup en fonction de l'espèce. On constate une grande réceptivité des bovins et des moutons par voie respiratoire, par rapport aux porcs. Compte tenu du volume d'air inhalé par ces espèces en 24 heures, leur degré de risque de contamination par inhalation est très différent et particulièrement élevé pour les bovins. Toutefois, une barrière physique entre deux cases hébergeant des lots de porcs ou des box séparés pour des veaux peut parfois suffire à préserver de la transmission de la maladie via inhalation (Bouma et al, 2004; Eble et al, 2006).

2.4. Mode de contagion :

Ils sont très nombreux, en raison de la contagiosité de la maladie, de la résistance du virus et de l'éventail des espèces réceptives. Cependant, la F.A. se dissémine d'une manière moins mystérieuse qu'on se plaît à le soutenir par des anecdotes d'exception, et le contact direct et étroit (gouttelettes respiratoires, léchage, contact du pelage, tétée des jeunes) des lésions avec les muqueuses digestives, respiratoires et oculaires assure l'essentiel de la contagion.

La contagion indirecte utilise des supports très variés : véhicules, aliments, Homme, espèces animales spontanément résistantes, vents...etc.

Dans des conditions atmosphériques favorables, le virus peut être transporté par le vent sur des dizaines de km (Boehringer Ingelheim 2019).

CHAPITRE 3 : ETUDE CLINIQUE DE LA FIEVRE APHTEUSE

1. Pathogénie :

A la suite d'une contamination, le virus se multiplie in situ et atteint tout l'organisme par virémie au cours d'une incubation d'environ 48 heures à 15 jours (figure?). Expérimentalement, la moyenne d'incubation serait de 3 à 4 jours pour les bovins (Alexandersen et al.,2003).

Dés 48h après la contamination, une excrétion virale pré_symptomatique est possible bien avant l'expression clinique. L'évolution clinique de la FA s'accomplit ensuite généralement en une quinzaine de jours (Toma et al. 2010).

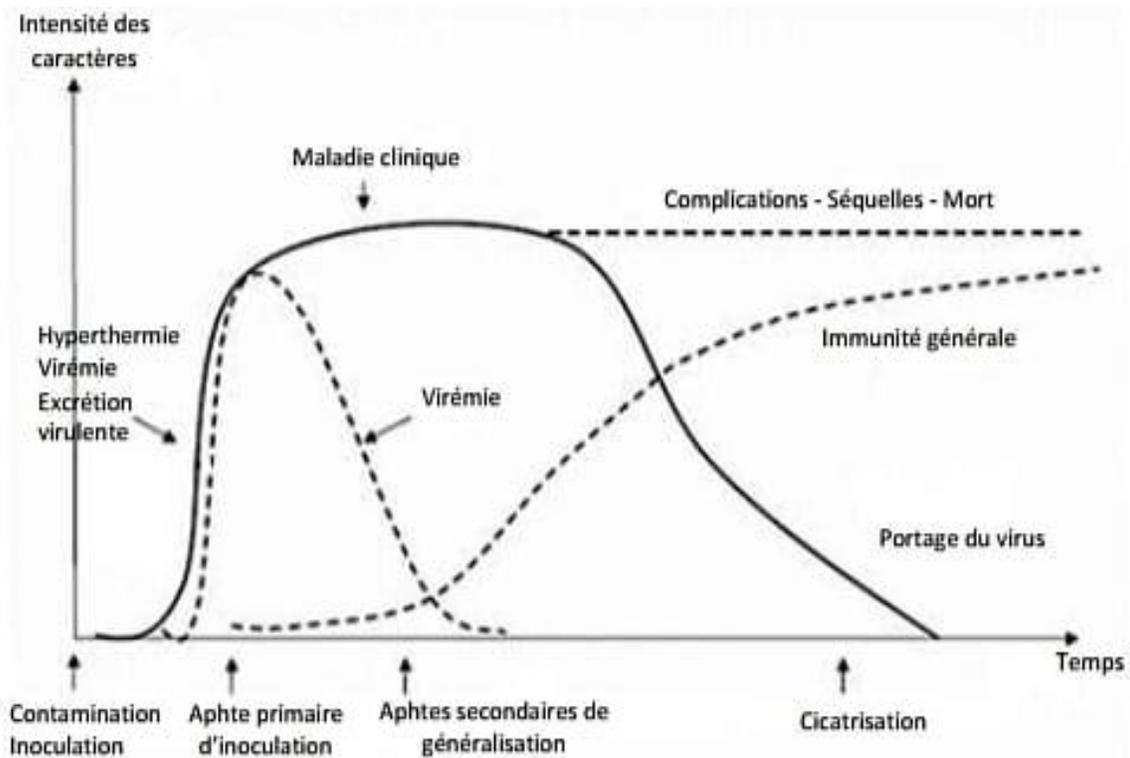


Figure n°5: Evolution théorique du processus aphteux (Toma et al. 2010).

2. Symptômes et lésions :

La maladie se caractérise cliniquement, après un état fébrile initial, par des éruptions vésiculeuses : les aphtes, siégeant surtout dans la bouche, dans les espaces inter digités et sur la mamelle.

En général, quel que soit le type viral en cause, la FA se développe après l'incubation en trois temps:

- Une phase fébrile initiale,
- Une phase éruptive secondaire,
- Et pour finir une phase de complication septique des lésions.

Le taux de morbidité est élevé (en moyenne 65 à 70 % dans cheptel vierge) et un taux de mortalité qui habituellement faible (2 à 5 % en général) à parfois très élevé (tout particulièrement chez les jeunes) (Toma et al, 2010).

1.1. Chez les bovins :

La période virémique et fébrile initiale (2 à 3 jours) montre une intensité variable : tristesse, Inappétence, irrégularité de la ruminance, température à 40°C, voire davantage. Les prodromes de l'éruption se manifestent alors : chaleur et rougeur de la peau et des muqueuses, surtout localisées au mufle et dans la bouche. Puis, les signes fonctionnels initiaux apparaissent : Boiterie, piétinement sur place, extrême sensibilité à l'appui.

Les lésions aphteuses (vésicules) siègent alors au niveau de la bouche, de la mamelle et dans l'espace inter digité. Ces lésions fragiles évoluent rapidement en ulcères.

La guérison d'abord locale par cicatrisation des aphtes, puis générale avec rétablissement des fonctions digestives, génitales (sécrétion lactée) et retour à la température normale, s'accomplit entre 8 à 15 jours environ, sauf complications et séquelles très fréquentes.

1.2. Chez les petits ruminants :

La FA évolue d'une manière comparable à celle des bovins, mais les localisations buccales sont toujours discrètes. En revanche, l'atteinte podale est majeure et révélée par une boiterie d'un seul membre le plus souvent, aggravée par les longs déplacements. A ce tableau général, sont généralement associés: des avortements, une mortalité élevée des agneaux et des chevreaux.

Certaines souches peuvent n'entraîner qu'une expression clinique discrète chez les ovins. Ainsi, la souche Pan Asia de type O sévissant en Grande-Bretagne en 2001 n'entraîne qu'un taux de morbidité de l'ordre de 5 % (Toma et al. 2010).



Figure n°6 : Lésions à différents stades sur la muqueuse gingivale d'un bovin (Gourreau, 2010).



Figure n°7 : Vésicules confluentes sur la face interne de la lèvre d'un bovin (Gourreau, 2010)



Figure n°8 : Ulcère en voie de cicatrisation sur le bourrelet gingival d'un mouton. (Gourreau 2010).



Figure n°9 : Ulcère rompu dans l'espace interdigital d'un mouton (Gourreau, 2010).



Figure n°10 : Bovin présentant des aphtes au niveau de la cavité buccale (Photo prise dans la wilaya de Blida).

CHAPITRE 4 : DIAGNOSTIC DE LA FIEVRE APHTEUSE

1. Diagnostic :

1.1. Diagnostic clinique :

La suspicion de fièvre aphteuse repose sur l'identification de tous les signes cliniques décrits précédemment tels que l'hyperthermie, l'hyper salivation, la boiterie, l'apparition d'aphtes et la mortalité brutale chez les jeunes animaux, mais la confirmation par le laboratoire est essentielle. Le diagnostic clinique est difficile en raison de l'absence de signes pathognomoniques de la maladie (Chisembele 2005; Morgan et al. 2014). En effet, il faut soupçonner la fièvre aphteuse lorsque la salivation et la boiterie surviennent simultanément chez les animaux sensibles et lorsqu'une lésion vésiculeuse est observée ou soupçonnée. Habituellement, les vésicules apparaissent dans la cavité buccale, sur les pieds et sur les glandes mammaires (Barnett et Cox 1999).

1.2. Diagnostic différentiel :

Tableau n°1: Diagnostic différentiel de la FA chez les Bovins (Gourreau 2010).

Maladie	Epidémiologie	Clinique
Maladie des muqueuses	<ul style="list-style-type: none"> – N’atteint que les bovins. – Faible taux de morbidité. – Faible contagiosité. 	<ul style="list-style-type: none"> – Absence de vésicules – Antécédents d’avortement ou de mortinatalité – Diarrhée souvent présente Conjonctivite et kératite souvent unilatérales. – Congestion oculaire, larmoiement purulent. – Ulcères profonds sur la langue, les gencives, le palais. – Jamais des vésicules.
Maladie hémorragique des cervidés	<ul style="list-style-type: none"> – Apparition pendant les saisons de pullulation du vecteur. – Apparition sporadique parfois quelques animaux sans qu’il y a une grande diffusion. 	<ul style="list-style-type: none"> – Abattement, Hyperthermie. – Chute de l’appétit et baisse de la production de lait. – Congestion muqueuse nasale, pétéchies muqueuse buccale. – Ecchymoses muqueuse buccale.
Coryza gangréneux	<ul style="list-style-type: none"> – N’atteint que les bovins, surtout les jeunes. – Un ou deux animaux généralement. – Elle est Sporadique. – Présence de moutons dans l’exploitation. 	<ul style="list-style-type: none"> – Hyperthermie. – Atteinte de l’état général. – Inflammation des muqueuses pituitaire et oculaire (Kératite bilatérale et larmoiement). – Jetage muco-purulent. – Absence de vésicules. – Hypertrophie ganglionnaire généralisée.
Stomatite papuleuse ou pseudo aphteuse	<ul style="list-style-type: none"> – N’atteint que les bovins. – Contagiosité plus lente. 	<ul style="list-style-type: none"> – Absence de vésicules. – Présence de papules, souvent de grande taille.
Rhino trachéite infectieuse	<ul style="list-style-type: none"> – Toutes classes d’âge touchées. 	<ul style="list-style-type: none"> – Congestion de la cavité buccale. – Ulcères profonds sur la langue et la cavité buccale ne succédant pas à des vésicules. – Fausses membranes et pus à l’extrémité des naseaux. – Présence de râles à l’auscultation (inconstants). – Lésions interdigitales rares. – Conjonctivite, voire kératite, souvent unilatérale.

Tableau n°2 : Diagnostic différentiel de la FA chez les Petits ruminants (B. Toma)

Maladie	Epidémiologie	Clinique
Peste des Petits Ruminants	<ul style="list-style-type: none"> – Atteint les ovins et les caprins. – Très contagieuse surtout dans une population naïve. 	<ul style="list-style-type: none"> – Atteinte de l'état général. – Absence de vésicules - Signes locaux (jetage, larmolement). – Signes respiratoires marqués. – Signes digestifs (diarrhée).
Ecthyma contagieux du mouton	<ul style="list-style-type: none"> – N'atteint que les ovins et caprins. – Contagiosité moins brutale. 	<ul style="list-style-type: none"> – Pustules puis croûtes. – Absence de vésicules. – Lésions fréquemment surinfectées.
Clavelée	<ul style="list-style-type: none"> – N'atteint que les ovins. 	<ul style="list-style-type: none"> – Papules et pustules sur tout le corps – Altération marquée de l'état général. – Mort possible des adultes.
Nécro bacillose	<ul style="list-style-type: none"> – Sporadique. 	<ul style="list-style-type: none"> – Ulcères nécrosants profonds. – Mauvais état général.

1.3. Diagnostic expérimentale :

1.3.1. Prélèvement d'échantillons :

L'échantillon idéal pour la détection du virus de la fièvre aphteuse est le liquide vésiculaire (aspiration de 2 ml à la seringue) si les vésicules ne sont pas rompues, ou bien le tissu épithélial des vésicules récemment rompues. Dans ce cas, 1 à 2 g de tissu épithélial doivent être prélevés. L'épithélium doit être recueilli et placé dans un milieu de transport (2g de tissus déposé dans 5ml du milieu de transport du virus : glycérine tamponnée au phosphate, (pH=7,2-7,6) et de préférence en présence d'antibiotiques (Holveck 2002; OIE 2008). Les échantillons doivent ensuite être envoyés sous régime du froid dans les meilleurs délais. Lorsque le tissu épithélial n'est pas disponible chez les ruminants, par exemple en phase

d'incubation ou en phase de convalescence, des échantillons de liquide œsophago-pharyngien sont prélevés à l'aide d'un dispositif de type « Probang » et utilisés pour l'isolement du virus. Ces échantillons doivent être réfrigérés ou congelés immédiatement après prélèvement (OIE 2008, 2017). De plus, d'autres échantillons tels que le lait, le sang avec anticoagulant (tubes EDTA), les raclures de lésions podales, le sérum et certains échantillons post-mortem tels que les ganglions lymphatiques, la glande thyroïde, les glandes surrénales, les reins et le cœur sont également utiles pour confirmer la maladie.

1.3.2. Choix des tests :

- **Analyses de virologie :**

Elles ont pour but d'identifier l'agent pathogène par la détermination de l'agent infectieux de la fièvre aphteuse ou de son acide nucléique (Gourreau, 2010), les analyses sont précédées par un test d'isolement du virus effectué à partir du broyat d'aphtes, sur cellules primaires de thyroïde de veau et sur cellules de lignée IBRS2 (afin de pouvoir différencier le virus aphteux du virus de la maladie vésiculeuse du porc et réaliser l'isolement des souches de virus aphteux adaptées aux porcins). Après 24 heures, si aucun effet cytopathogène n'est observé, un second passage est réalisé avant que le prélèvement puisse être déclaré négatif, portant le délai de réponse à 48 heures (Toma et al, 2014). Si un effet cytopathogène est observé, l'identification du virus est alors effectuée à l'aide des différentes techniques d'enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) (Roeder et al, 1987) et de polymérisation en chaîne (PCR) (Rweyemamu et al, 2008) sont utilisées pour identifier le type et le ou les sous-types de virus impliqués. Récemment des nouvelles techniques visant la détection du génome du virus aphteux sont développées, entre autre la technique dite reverse transcription loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) qui détecte un ou plusieurs sérotypes (Chen et al, 2011; Madhanmohan et al, 2013; Yamazaki et al, 2013; Ding et al, 2014; Kasanga et al, 2014).

- **Les analyses sérologiques :**

La méthode indirecte de recherche des anticorps est possible, mais présente peu d'intérêt diagnostique en zone d'enzootie. Elle est valable pour le diagnostic dans les élevages naïfs, nouvellement infectés ou pour les enquêtes épidémiologiques. Les techniques sérologiques utilisables sont la séro-neutralisation sur cultures cellulaires, la fixation du complément et surtout le test ELISA. L'avènement des procédures de RT-PCR a conduit à l'élaboration des

tests pour la détection spécifique de l'ARN du virus aphteux (Meyer et al, 1991 ; Amaral-Doel et al, 1993). Ces procédures sont très sensibles et réduisent le temps nécessaire à la détection virale. En outre, la RT-PCR, en combinaison avec le séquençage direct des nucléotides, est devenue un outil important pour la caractérisation rapide des isolats de terrain et le dépistage de nouveaux foyers (Armstrong et al, 1994).

- **Détection des anticorps :**

Plusieurs techniques visent à détecter les anticorps induits par les protéines structurales et non structurales du virus aphteux chez les animaux infectés et ou vaccinés. La technique ELISA et de séro-neutralisation sont les plus utilisés (Toma et al, 2014). Les tests classiques pour la détection d'anticorps contre les protéines structurales du virus de la fièvre aphteuse, élevées après vaccination ou infection, utilisent la détection des dérivés d'antigènes des virus vivants, et nécessitent des installations spécialisées de niveau 3 de biosécurité. L'utilisation de la technologie recombinante comme alternative source d'antigènes de test a été prometteuse dans plusieurs études (Ko et al, 2012 ; Basagoudanavar et al, 2013 ; Wong et al, 2013). L'utilisation de la technique ELISA de compétition en phase solide pour la détection des anticorps des Protéines non structurelle du virus aphteux est devenue l'alternative à l'ELISA de blocage en phase liquide ou neutralisation du virus, (Li et al, 2012). Plusieurs publications ont décrit le développement des tests pour la détection d'anticorps spécifiques pour NSP virales, dont la plupart basent sur des tests DIVA (différenciation des animaux vaccinés) (Jaworski et al, 2011 ; Gao et al, 2012 ; Sharma et al ; 2012 ; Srisombundit et al, 2013 ; Biswal et al, 2014 ; Mohapatra et al, 2014), y compris un essai Luminex (Chen et al, 2013). Mais quel que soit le test utilisé, pour détecter l'infection chez les populations par la présence d'anticorps NSP, les bovins vaccinés présentent parfois une séroconversion, en particulier après une vaccination répétée. En outre, les animaux ayant une infection localisée, ne peuvent pas développer une NSP, en particulier s'ils ont été préalablement immunisés (Brocchi et al, 2006). C'est l'une des raisons pour laquelle la séro-surveillance des troupeaux vaccinés est complexe et incertaine, exigeant un grand nombre d'animaux à tester.

CHAPITRE 5 : PROPHYLAXIE DE LA FIEVRE APHTEUSE

1. PROPHYLAXIE SANITAIRE :

Les méthodes classiques de prophylaxie sanitaire peuvent être appliquées à la F.A., de façon exclusive ou en association avec la prophylaxie médicale (cf. prophylaxie médico-sanitaire). La prophylaxie sanitaire exclusive fait appel à des méthodes différentes en fonction de la situation épidémiologique :

- En pays ou en région indemne, il s'agit de méthodes défensives destinées à empêcher l'introduction du virus aphteux.
- En pays ou en région infecté(e), il s'agit de méthodes offensives destinées à supprimer la production et la transmission du virus.

1.1. En pays indemne :

Il convient d'interdire (et de faire respecter cette interdiction) l'importation d'animaux et de produits d'origine animale dangereux à partir de pays infectés. Les contrôles sont à appliquer dans les ports, les aéroports et aux frontières terrestres. Ils impliquent :

- La destruction des eaux grasses et des déchets alimentaires en provenance des zones infectées par la F.A. (avions, bateaux...).
- L'interdiction pour les voyageurs d'introduire des aliments en provenance de ces pays.
- Le contrôle des importations pouvant véhiculer le virus (notamment viandes congelées n'ayant pas subi la maturation lactique).

Ces mesures générales et permanentes peuvent être accompagnées, en cas d'apparition de la F.A. dans un pays voisin, de l'application de mesures transitoires de désinfection des véhicules (rotoluves, attestations de désinfection...) et des chaussures des voyageurs (pédiluves).

Ces mesures destinées à empêcher l'introduction du virus dans un pays indemne doivent être accompagnées de mesures d'épidémiologie destinées à détecter le plus rapidement possible les effets de son éventuelle introduction.

1.2. En pays infecte :

Elle consiste en la suppression des sources de virus (abattage des animaux atteints, contaminés ou exposés, désinfection) et en la limitation des déplacements des supports de virus (interdiction des déplacements des animaux, désinfection des véhicules de transport...).

- **Abattage dans les foyers :**

Il doit survenir le plus rapidement possible après l'identification du foyer, seuls les animaux des espèces réceptives sont justiciables de l'abattage. Les animaux des espèces non réceptives mais pouvant jouer un rôle de vecteur passif doivent être séquestrés. Les opérations de dépeuplement doivent être conduites sur place. Un soutien psychologique de l'éleveur et des personnes impliquées dans les opérations de dépeuplement peut être mis en place.

- **Destruction des cadavres :**

Dans toute la mesure du possible, la destruction des carcasses doit préférentiellement se faire dans un établissement de transformation (équarrissage), après y avoir été acheminés par transport sécurisé au regard des risques de diffusion. Le recours à l'incinération des cadavres sur des bûchers ou leur enfouissement ne doivent pas être retenus en première intention.

- **Désinfection :**

La désinfection doit être particulièrement draconienne (locaux, vêtements souillés, aliments...). Il faut utiliser un désinfectant efficace contre le virus F.A., et à bonne concentration. Les désinfectants acides ou alcalins qui maintiennent le pH inférieur à 6,5 ou supérieur à 9 sont par exemple efficaces, un désinfectant adapté doit être répandu sur les litières, les lieux de l'abattage, dans la cour de l'exploitation ainsi que sur les chemins et les routes où sont passés animaux et camions. Les aliments destinés au bétail qui ont été contaminés doivent être détruits. Le foin et la paille sont brûlés. La surface des silos est désinfectée, les aliments stockés dans un local clos le sont aux vapeurs de formol. Le lait provenant de bêtes malades ou contaminées est détruit par addition de désinfectant efficace (avant, de la soude).

Une seconde désinfection, 15 jours plus tard, et un vide sanitaire d'un mois sont vivement conseillés. Les véhicules quittant un foyer doivent être désinfectés. Pour les vétérinaires, de ne pas aller dans des exploitations saines le jour même et pendant les 3 jours suivants.

- **L'interdiction de la circulation des animaux :**

La confirmation d'une maladie entraîne la délimitation d'un périmètre considéré « à risque » autour du foyer. Ainsi, autour des foyers, des zones sont délimitées au sein desquelles la circulation des animaux est interdite. Les mesures dans les zones visent à limiter toute exposition des animaux réceptifs et à interdire ou à limiter tous les mouvements des sources potentielles d'agents infectieux, afin d'éviter la diffusion intra-zone, interzones et hors zone de la maladie.

- **Enquête épidémiologie**

Dès l'identification d'un foyer, les informations destinées à identifier tous les mouvements d'animaux, de personnes, d'aliments, de véhicules, etc., à partir et à destination du foyer, doivent être récoltées, de manière systématique et standardisée (afin de ne pas oublier de support possible du virus) en vue de l'identification, d'une part, de la source probable et, d'autre part, des foyers secondaires possibles. Ces enquêtes ont une importance considérable pour la maîtrise d'une épizootie. Leurs résultats conditionnent en partie l'identité des exploitations dans lesquelles sera effectué l'abattage préventif si celui-ci est décidé. La réalisation des enquêtes épidémiologiques fait l'objet d'un guide technique. Dans le cadre des enquêtes épidémiologiques, il est important de disposer d'éléments permettant de déterminer l'origine du foyer primaire et l'éventuelle dissémination de la maladie. Dans cette perspective, la datation des lésions permet de définir la période durant laquelle le virus a pu être introduit dans l'exploitation.

2. Prophylaxie médicale :

- **Vaccination :**

Il s'agit de vaccins à virus inactivé, adjuvé, entraînant une immunité en 10 à 15 jours. Toutefois, deux difficultés, pratiquement insolubles, demeurent : la première est la nécessité d'adapter la composition du vaccin à la nature des souches circulant dans le pays.

La seconde est liée au fait que si un vaccin protège très bien les animaux vaccinés vis-à-vis de

l'épreuve par une souche homologue (les animaux ne sont pas malades), il n'empêche pas l'infection, c'est-à-dire la multiplication du virus chez l'animal vacciné, voire le portage. Par suite, un animal vacciné, rencontrant le virus sauvage, peut devenir porteur sain de ce virus.

C'est la raison pour laquelle les pays indemnes de fièvre aphteuse demeurent, à juste titre, prudents vis-à-vis des pays déclarés indemnes de cette maladie mais continuant à vacciner contre elle et refusent d'en importer les animaux sensibles et les produits dérivés non traités.

Pour la primo vaccination des bovins, les meilleurs résultats sont obtenus à l'aide du protocole suivant : injection à J0, injection à deux mois, rappel à six mois. Chez les ruminants, l'injection se fait par voie sous-cutanée. Comme pour tous les vaccins, il convient de respecter strictement la notice d'emploi.

En pays infecté, la prophylaxie médicale est rarement utilisée de manière exclusive, sans recours à diverses méthodes de prophylaxie sanitaire. Dans la plupart des cas, elle est associée au moins à des restrictions de la circulation des animaux (à défaut de l'abattage)

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Problématique :

La fièvre aphteuse est une affection généralisée accompagnée de fièvre. Qui touche les animaux à onglons. Il s'agit d'une infection virale qui du fait de ses répercussions potentiellement catastrophiques fait aujourd'hui encore partie des épizooties ayant les conséquences économiques les plus graves pour les animaux de rentes utilisés dans l'agriculture.

Les autorités algériennes ont déclaré 34 foyers de fièvre aphteuse (FA) de sérotype O à l'OIE le 31/12/2018. Les dates s'étalant de confirmation s'étalent du 03/09/2018 au 12/11/2018. La FA semble progresser vers l'intérieur du pays. Depuis le premier foyer déclaré le 22 juin. C'est la première fois que des ovins et caprins sont signalés infectés. Pour 34 nouveaux foyers, 834 cas ont été recensés dont 91 animaux morts (OIE 2019).

2. Objectif :

Objectif de notre étude a été fait dans le but de savoir :

- L'origine de l'apparition de la maladie.
- La cause d'introduction et d'extension de la maladie.
- Faire un point sur la situation épidémiologique de la fièvre aphteuse à Tizi Ouzou pour l'espèce bovine ovine caprine.

3. Matériel et méthode :

3.1. La région d'étude :

La wilaya de Tizi Ouzou se situe à l'est de l'Algérie. Elle s'étend sur une superficie dominée par des ensembles montagneux, elle est délimitée au sud par la wilaya de Bouira. À l'est par la wilaya de Béjaïa. À l'ouest par la wilaya de Boumerdes. Le climat de la wilaya :

En octobre, novembre à mars et avril, les masses d'air arctique l'emportent généralement et déterminent une saison froide et humide. Les autres mois de l'année, les masses d'air tropicales remontent et créent chaleur et sécheresse.

3.2. Le matériel :

Le recueil des données, fait par le service de l'agriculture de la wilaya de Tizi Ouzou est basé sur:

Les prélèvements sur animaux atteints : épithélium des aphtes sur flacon +milieu de transport, liquide vésiculaires prélevé sur seringue sang total sur tube EDTA+ sang sur tube sec (sérum), les prélèvements sont acheminés dans une glacière bien emballés en toute sécurité vers le laboratoire vétérinaire régionale de DBK à DBK ou LVC à Alger.



Figure n°11 : Des prélèvements réalisés au niveau des foyers.

3.3. Méthode :

Une enquête a été menée au niveau du ministère de l'agriculture (DSA) dans le but de recueillir les informations concernant :

- Le nombre et la répartition des différents foyers de la fièvre aphteuse déclarée en 2018 2019.
- Effectif total des bovins ovins et caprins existant dans la wilaya _ le nombre d'animaux infecté de la fièvre aphteuse.
- Le nombre de commune touché.
- Le nombre d'exploitation touché.

4. Résultat :

4.1. Population atteinte :

La maladie de la FA a touché plusieurs foyers de la région de Tizi Ouzou. Le virus a infecté l'espèce bovine ainsi que l'espèce ovine et caprine qui ont été déclarées pour la 1ère fois en 2018, la FA a frappé les élevages intensifs et beaucoup plus les semi intensifs.

4.2. le taux et nombre d'atteint :

L'effectif total de l'espèce atteinte de la fièvre aphteuse est représenté par ce tableau :

Tableau n°3: Le taux d'atteinte chez l'espèce bv,ov,cp

Espèce	Bovin	Ovin	Caprin
Taux de morbidité	0,28%	0,01%	0,08%
Taux de mortalité	0,02%	0,003%	0,05%

Sachant que l'effectif total dans la wilaya de Tizi Ouzou est : 70274 et (196 cas, 18 morts) pour les bovins, 113669 et (20 cas, 4 morts) pour les ovins ,38829 et (34 cas, 23 morts) pour les caprins.

- **Bovin :**

Tableau n°4 : Devenir des animaux infectés de la fièvre aphteuse chez les bovins

Nombre d'abattus ordonné		Cas morts
Abattus livré à la consommation	Abattus et détruit	
50	08	08

Parmi les 196 cas des bovins qui ont été infecté par la FA est: 18 ont été trouvé morts, 8 bovins ont été détruits et abattus, suspension des abattages le 07/10/2019 (destruction des cadavres) et 50 bovins ont été livrés à la consommation.

- **Ovin/caprin :**

Tableau n°5: Devenir des animaux infectés de la fièvre aphteuse chez les ov et cp.

	Cas morts	Abattage sanitaire
Ovin	04	0
Caprin	27	0

Parmi les 54 cas total des ov et cp touché par la fièvre aphteuse 27 ont été trouvé morts, 4 morts pour les ovins, 23 morts pour les caprins et l'absence de l'abattage sanitaire, les caprins Présentent une grande mortalité (presque tout le cheptel), la mort a été causé par la négligence de la vaccination et le non-respect de la déclaration au moment de l'apparition de la maladie, sans oublier que les caprins sont les plus sensibles que les bovins et les ovins.

4.3. propagations de la maladie :

4.3.1. Dans l'espace :

- **Chez les bovins :**

Le nombre de foyer est 31 et le nombre de communes touchée est 22 qui sont : Tizi ouzou Mekla ,Ouaguenoun ,Frikat , Sidi Naamane, Timizart , Azazga, Ouadhias ,Tizi Rached,Assiyoucef,Ait.Oumalou,Fréha,Imsouhal,Souamaa,Mechteras,Irdjen,Yakouren, Bouzeguene ,Ait Klili, Draa Ben Kheda, Mizrana, Aghribs.

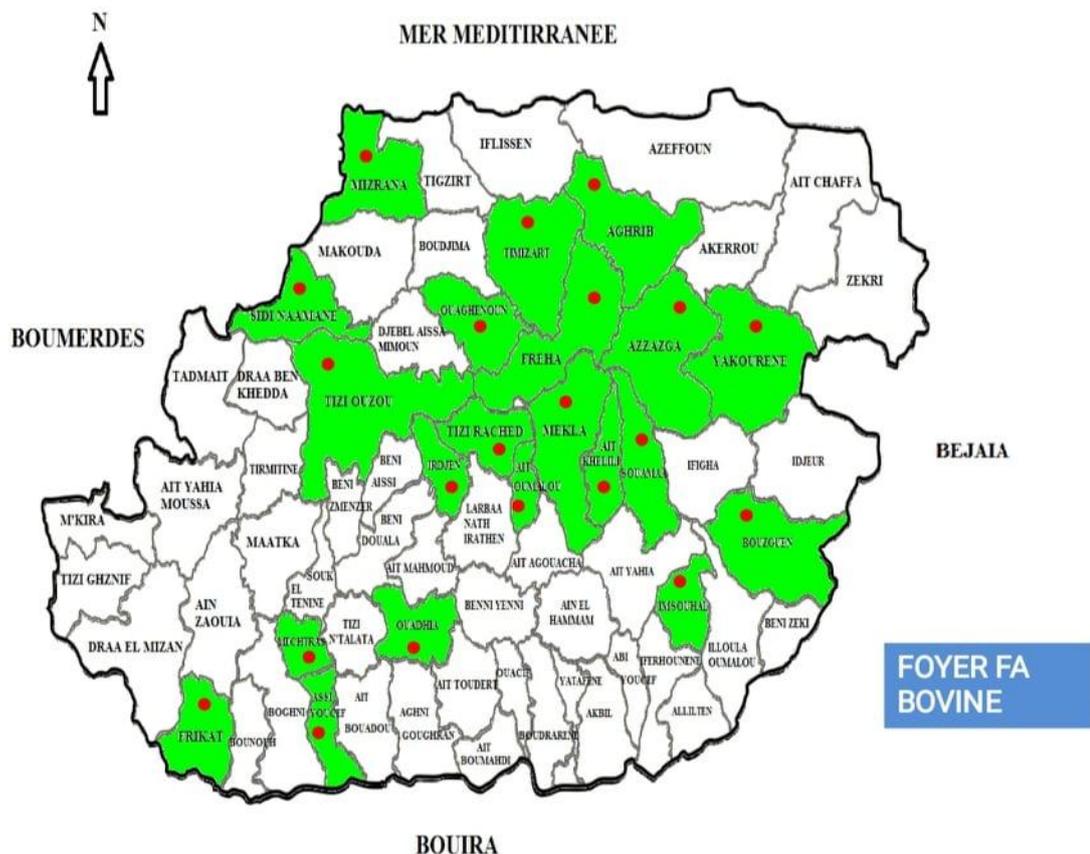


Figure n°12 : Les foyers de la fièvre aphteuse (DSA de Tizi ouzou 2018.2019)

La fièvre aphteuse a touché plusieurs communes de la région notamment le centre. La première commune qui a été infecté par le virus aphteux est Mekla qui est situé au centre.

La maladie s'est propagée dans les communs voisinages de Mekla. Le taux d'atteinte varie d'une région à l'autre, ce qui est indiqué dans le tableau n°(6).

Tableau n°6: Taux d'atteinte de certains foyers de la maladie (bv).

Région	Nombre de cas	Taux d'atteinte (%)
Mekla	12	6,12
Tizi Ouzou	3	1,53
Azzazga	23	11,73
Imsouhal	6	3
Irdjen	13	6,63
Souamaa	9	4,6
Freha	32	16,32
Bouzeguène	2	1,02

Le taux d'atteinte a été très élevé dans la commune de Freha car elle est considérée comme un carrefour d'élevage, suivie de près par la commune d'Azazgua qui se situe à côté de (Mekla et Freha).

- **Chez les ovins et caprins**

Le nombre total des foyers et communes est 5 qui sont :Souamaa ,Iloula Oumalou,Tizi N'Tlata, Mekla, Souk El Tenine.

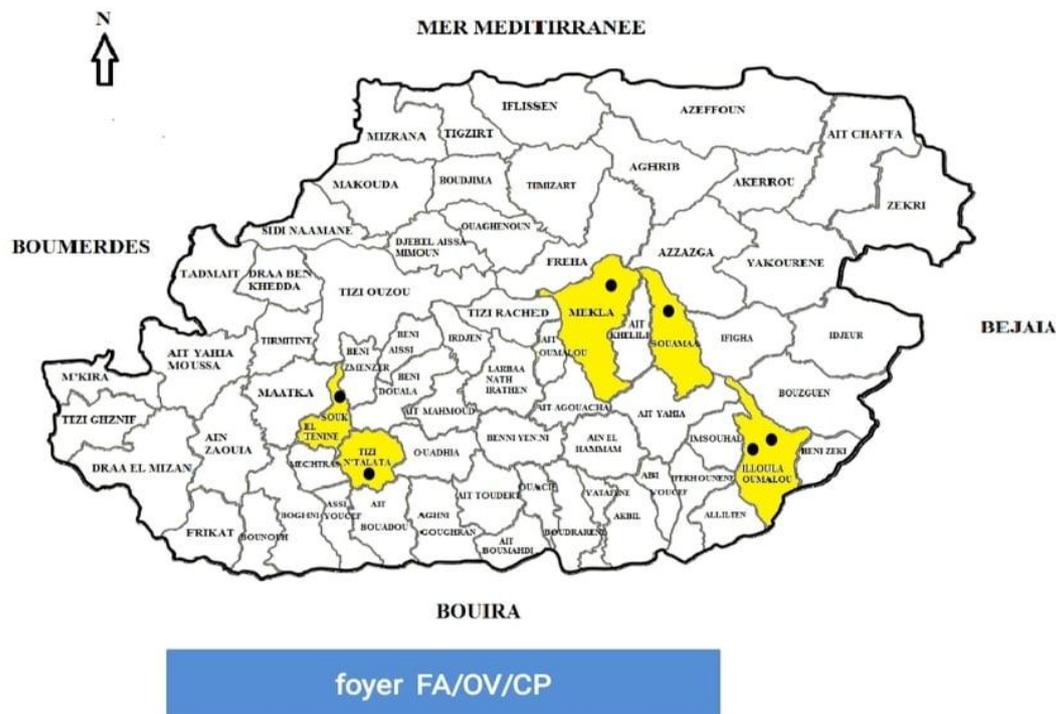


Figure n°13 : Les foyers de la fièvre aphteuse ov/cp (DSA de Tizi ouzou 2018.2019)

La FA a touché la minorité de de la wilaya de Tizi ouzou.

Tableau n°7: taux d'atteinte dans certains foyers de la maladie (ov/cp)

Région	Nombre de cas	Taux d'atteinte (%)
Souamaa	15	27,7
Illoula Oumalou	5	9,2
Tizi N'Tleta	7	13
Mekla	3	5,5

Le tableau n°(7), indique que la grande proportion d'animaux infectés par la FA a été trouvée à Souamaa à cause de la contagiosité issue de la commune d'Illoula Oumalou (qui a été la source de la maladie.

4.3.2. Dans le temps :

- **Chez les bovins:**

Le tableau n°(8) représente l'évolution de la fièvre aphteuse dans le cheptel bovin (du 21.06.2018 jusqu'à 03.06.2019).

Tableau n°8: Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ousou chez l'espèce bovine.

Période	Nombre de cas
21/06/2018	8
23/06/2018	4
26/06/2018	1
10/07/2018	1
16/07/2018	7
14/08/2018	1
24/08/2018	2
30/08/2018	1
28/08/2018	3
19/09/2018	2
24/09/2018	3
30/09/2018	20
05/10/2018	8
08/10/2018	2
09/10/2018	11
20/10/2018	11
21/10/2018	4
22/10/2018	3
09/12/2018	6
30/12/2018	9
03/01/2019	1
10/01/2019	11
13/01/2019	4
15/01/2019	3
16/01/2019	2
18/01/2019	8
23/01/2019	2
26/01/2019	6
13/03/2019	23
18/03/2019	12
02/04/2019	1
01/05/2019	13
29/05/2019	7
02/06/2019	4

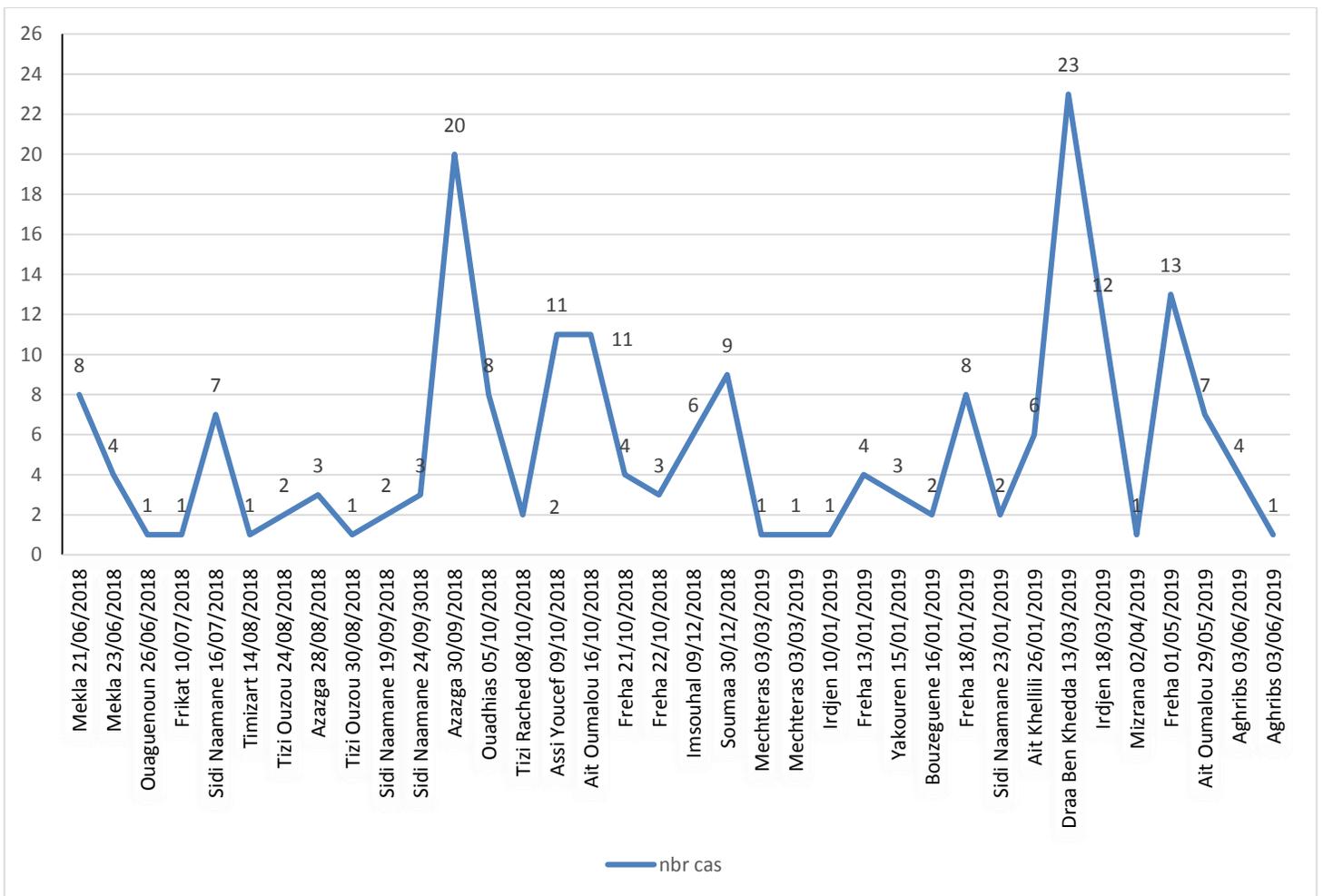


Figure n°14 : Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ouzou chez l'espèce bovine.

Comme on voit dans ce graphique, une modification de nombre de cas par rapport au temps, au début de la maladie (de 21/06/2018) une légère augmentation du nombre de cas jusqu'à 24/09/2018, le 30/09/2018 on observe une augmentation immédiate de nombre de cas (20 cas) à cause de l'introduction des infectés à partir d'autre commune (Mekla) suivie immédiatement d'une régression jusqu'à 08/10/2018 et ça après le vaccin qui a été appliqué le 07/10/2018. L'Extension de la maladie était maximale le 13.03.2019 avec un pic d'environ 23 cas suivie d'une régression et modification de nombre de cas jusqu'au 03/06/2019.

- Nombre de foyers de la fièvre aphteuse:

Tableau n°9: Nombre de foyers de la fièvre aphteuse.

Période	Du 21/06/2018 au 05/10/2018	Du 08/10/2018 au 30/12/2018	Du 03/01/2018 au 02/04/2019	Du 01/05/2019 au 03/06/2019
Nombre de foyers	10	06	11	04

Le premier foyer confirmé de la FA a été déclaré le 21/06/2018 dans la commune de Mekla. L'ensemble de foyers déclaré couvre la période allant jusqu'à 30/06/2019 (presque un an). Le nombre de foyer a diminué de 08/10/2018 jusqu'à 30/12/2018 suite à l'application du vaccin.

Les examens des données relatives à ces foyers montrent que la maladie présente une allure épidémiologique, en effet le tableau 9 révèle la présence d'un pic des foyers confirmés de 03/01/2019 jusqu'à 02/04/2019.

- **Chez les ovins et les caprins :**

Le tableau n°10 et la figure n°15 représentent l'évolution de la fièvre aphteuse dans le cheptel ovin, caprin (du 09/01/2019 jusqu'à 04/02/2019).

Tableau n°10 : Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ouzou chez l'espèce ovine et caprine.

Période	Nombre de cas
09/01/2019	15
10/01/2019	1
08/01/2019	4
17/01/2019	7
21/01/2019	24
04/02/2019	3

Dès le début de l'apparition de la maladie, on remarque une instabilité du nombre de cas avec un pic durant la période de 21/01/2019 pour atteindre le nombre plus bas le 04/02/2019.

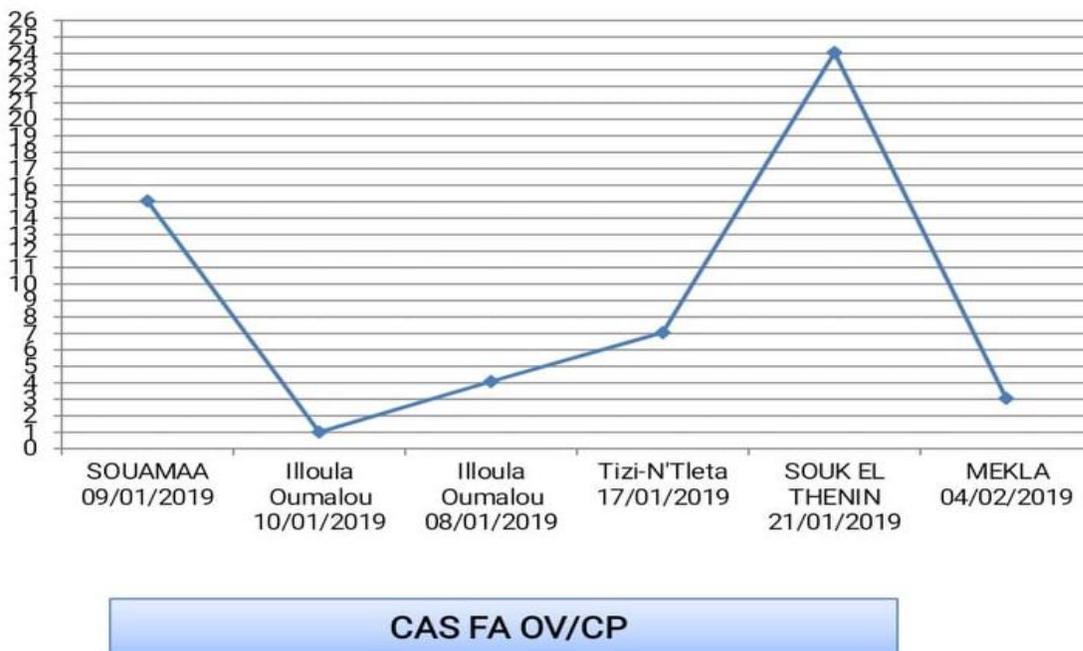


Figure n°15: Incidence journalière des cas de FA dans la région de Tizi ousou chez l'espèce ovine et caprine.

- Nombre de foyers de la fièvre aphteuse chez bv/cp:

Le nombre des foyers a été variable avec le temps, les données de Le tableau n°11 montre que les foyers les plus touchés par la maladie ont été au mois de janvier (09/01. jusqu'à 21/01) suivi d'une régression au mois de février (un seul foyer).

Tableau n°11 : Nombre de foyers de la fièvre aphteuse.

Période	De 09/01 au 21/01/2019	04/02/2019
Nombre de foyer	4	1

4.4. Vaccination :

- **Bilan final de la campagne de vaccination contre la FA bovine :**
 - La primo vaccination : nous constatons qu'il a été procédé à une primo vaccination d'un taux de 81 % du cheptel comme le montre le tableau

Tableau n°12 : La primo vaccination chez les bovins ; Primo vaccination (10 octobre 2018 au 31 décembre 2018

Nbre de Bovine	nbre de bovins en primovaccination.	Taux (%)
70274	57377	81,65

- Pour la vaccination de rappel : nous constatons qu'il a été procédé a une vaccination de rappelle d'un taux de 78% comme montré dans le tableau 13

Tableau n°13: La vaccination de rappel : Vaccination de rappel, (Mars 2019 au 14 juillet 2019)

Nbre de Bovine FA	Bovine vacciné contre la FA	Taux (%)
70274	55471	78,74

Discussion :

La fièvre aphteuse (FA) est la maladie la plus contagieuse du bétail, c'est une maladie des ongulés à doigt pairs.

Elle présente une très forte morbidité mais une faible mortalité (essentiellement chez les jeunes).

Plusieurs facteurs ont conduit à la propagation de la maladie tel que l'anarchie des éleveurs (le non application des mesures préventives, regroupement d'élevage.....) ainsi que la déclaration retardée de la maladie pour l'espèce ovine et caprine.

La maladie engendre des pertes économiques considérables (perte en viande. En lait. Avortement....) du fait des restrictions aux échanges.

Il existe plusieurs méthodes de prophylaxie, l'abattage sanitaire des animaux avec la destruction des cadavres, la désinfection., et la vaccination qui constitue la méthode de lutte pratiquée la plus efficace

Le graphique, montre une incidence qui a progressé légèrement jusqu'à 24/09/2018, puis une phase épidémique le 30/09/2018 puisque soudainement on observe une atteinte subite de (20 cas) qui serait due certainement à l'introduction d'animaux contaminés provenant de la daïra de ou commune de (Mekla). Suivie immédiatement d'une régression jusqu'à 08/10/2018. La régression qui a suivi immédiatement la campagne de vaccination laquelle a débuté le 07/10/2018 ne pourrait être attribuée à la vaccination, sachant qu'il faudrait attendre un délai plus ou moins long pour que le bovin fabrique des anticorps protecteurs contre la maladie fièvre aphteuse. L'Extension de la maladie était maximale le 13.03.2019 avec un pic d'environ 23 cas suivie d'une régression et modification de nombre de cas jusqu'au 03/06/2019.

Le premier foyer confirmé de la FA a été déclaré le 21/06/2018 dans la commune de Mekla L'ensemble de foyers déclarés couvre la période allant jusqu'à 30/06/2019 (presque un an).Le nombre de foyers a diminué du 08/10/ 2018 jusqu'à 30/12/2018 probablement due au statut vaccinal du cheptel , puisque une campagne de vaccination anti aphteuse a été conduite

et l'application a été exécuté les vétérinaires, exerçant a titre privés et qui ont été mandatés a cette tâche.

Les examens des données relative à ces foyers montrent que la maladie présente une allure épizootique, en effet le tableau 9 Révèle la présence d'un pic des foyers confirmé de 03/01/2019 jusqu'à 02/04/2019.

Dès le début de l'apparition de la maladie, on remarque une instabilité du nombre de cas avec un pic durant la période de 21/01/2019 pour régresser à sa valeur la plus basse le 04/02/2019.

Les foyers les plus touchés par la maladie ont été au mois de janvier (09/01. jusqu'à 21/01) suivi d'une régression au mois de février (un seul foyer).

Les facteurs de la protection consiste a une vaccination contre la fièvre aphteuse par des vaccins correspondant à la souche virale circulant comme le cas d'épizootie 2018/2019 ou le vaccin utilisé est bivalent O et A ou on a constaté que 81,65% des cheptels bovin ont été vacciné en primo vaccination et 78,94% ont été touché par le rappel vaccinal. Cependant que la vaccination des espèces ovines et caprines, n'a pas été prise en compte. Est-ce pour des raisons économiques ? Vacciner une espèce sur 3 espèces qui vivant constamment en cohabitation nous parait une décision erroné surtout qu'on connait que l'ovin est une espèce qui est accusée d'être le disséminateur par excellence de la fièvre aphteuse aux autres animaux. Le sanglier est animale sensible à la fièvre aphteuse, il peuple nos forêts, vis a promiscuité avec les bovins autochtones dans les zones forestières, cependant qu'il n'est pas pris en compte dans nos campagnes de sensibilisation et de vaccination, il est temps d'y penser chers épidémiologistes.

Recommandations :

La première mesure à prendre en toute urgence en cas de suspicion de l'existence de cas de FA : c'est saisir les services de la DSA pour que les mesures nécessaires soient l'abattage des bêtes touchées, c'est la seule issue afin d'éviter la propagation de cette maladie.

- Abattage des animaux sensibles puis destruction des cadavres.
- Empêcher le virus d'entrer sur le territoire (à cause de la contagion indirecte qui peut être réalisée par le véhicule et l'aliment contaminé).
- Détecter et diagnostiquer rapidement la maladie.
- Mettre en place rapidement les mesures de lutte et de gestion des foyers.
- Faciliter les contacts entre les acteurs administratifs et les acteurs de terrain (vétérinaire praticien et les éleveurs).
- La prévention de tout contact entre animaux de race améliorée.
- Décontamination de l'exploitation.
- Mesure de surveillance vétérinaire des élevages. Interdiction de mouvement ou de transport des animaux. Restriction de circulation des personnes et de véhicules. Restrictions de transformation de denrées d'origine alimentaire.

Lancement d'une large campagne de vaccination de tout cheptel de la wilaya de Tizi Ouzou afin de prémunir contre tout autre risque.

Liste des références :

1. **Alexandersen, S., Quan, M., Murphy, C., Knight, J., Zhang, Z., (2003)**a. Studies of quantitative parameters of virus excretion and transmission in pigs and cattle experimentally infected with foot-and-mouth disease virus. *J Comp Pathol* 129, 268-282p.
2. **Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A.I., (2002)**. Aspects of the persistence of foot-and-mouth disease virus in animals--the carrier problem. *Microbes Infect* 4,1099-1110 p.
3. **Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A.I., Garland, A.J., (2003)** b. The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *J Comp Pathol* 129, 1-36 p.
4. **Anonyme 1 (2013)**: principales caractéristiques épidémiologiques et impact économique de la fièvre aphteuse en Afrique:
http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2013_157_2_05.pdf?fbclid=IwAR0LbIJztQONE3KPGA4vTQSUE9ONIXu83JkBJ2fGFapReOT6m-QRd3unG_M consulté le 03/06/2020.
5. **Anonyme 2**, l'epidimiologie de la fièvre aphteuse
https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-02640969/document?fbclid=IwAR0LbIJztQONE3KPGA4vTQSUE9ONIXu83JkBJ2fGFapReOT6m-QRd3unG_M ; consulté le 01/06/2020.
6. **Anonyme 3**, la prophylaxie de la fièvre aphteuse.
<https://www.universalis.fr/encyclopedie/fievre-aphteuse/> ; consulté le 15/07/2020.
7. **Armstrong R.M., samuel A.R., Carpenter W.C., Kant r., Knowles N.J (1994)**. A comparative study of serological and biochemical methods for strain differentiation of foot-and mouth disease type A virus. *Vet. Microbial.* 39, 285-298 p.
8. **Barnett, P. V., et S. J. Cox. (1999)**. « The role of small ruminants in the epidemiology and transmission of foot-and-mouth disease ». *The Veterinary Journal* 158 (1): 6–13 p.
9. **Bartley, L.M., Donnelly, C.A., Anderson, R.M., (2002)**. Review of foot-and-mouth disease virus survival in animal excretions and on fomites. *Vet Rec* 151, 667-669 p.
10. **Basagoudanavar, S. H., M. Hosamani, R. P. Tamil Selvan, B. P. Sreenivasa, P. Saravanan, B. K. Chandrasekhar Sagar, and R. Venkataramanan, (2013)**: Development of a liquid-phase blocking ELISA based on foot-and-mouth disease virus emptycapsid antigen for seromonitoring vaccinated animals. *Arch. Viral.* 158, 993–1001 p.
11. **Biswal, J. K., S. Jena, J. K. Mohapatra, P. Bisht, and B. Pattnaik, (2014)**: Detection of antibodies specific for foot-and mouth disease virus infection using indirect ELISA based on recombinant nonstructural protein 2B. *Arch. Viral.* 159, 1641–1650 p.
12. **Bouma, A., Dekker, A., de Jong, M.C., (2004)**. No foot-and-mouth disease virus transmission between individually housed calves. *Vet Microbiol* 98, 29-36 p.

13. **Brocchi, E., I. E. Bergmann, A. Dekker, D. J. Paton, D. J. Sammin, M. Greiner, S. Grazioli, F. De Simone, H. Yadin, B. haas, N. Bulut, V. Malirat, E. Neitzert, N. Goris, S. Parida, K. Sørensen, and K. De Clercq, (2006):** Comparative evaluation of six ELISAs for the detection of antibodies to the non-structural proteins of foot-and-mouth disease virus. *Vaccine*, 24, 6966-6979.
14. **Chen, H. T., J. Zhang, Y. S. Liu, and X. T. LIU, (2011):** Detection of foot-and-mouth disease virus RNA by reverse transcription loop-mediated isothermal amplification. *Viral. J.* 8, 510 p.
15. **Chen, T. H., F. Lee, Y. L. Lin, C. H. Pan, C. N. Shih, M. C. Lee, and H. J. Tsai (2013):** Development of a Luminex assay for the detection of swine antibodies to non-structural proteins of foot-and-mouth disease virus. *J. Immunol. Methods* 396, 87–95 p.
16. **Chisembele, C.(2005).** « Knowledge and disease management skills of cattle owners on East Coast Fever and Foot and Mouth Disease in Kazungula and Livingstone Districts of Zambia ». *Tropicicultura* 23: 21–27 p.
17. **Ding, Y. Z., J. H. Zhou, L. N. Ma, Y. N. Qi, G. Wei, J. Zhang, and Y. G. Zhang, (2014):** A reverse transcription loop-mediated isothermal amplification assay to rapidly diagnose foot-and-mouth disease virus. *C. J. Vet. Sci.* 15, 423–426 p.
18. **Donaldson, A.I., Alexandersen, S.,(2002).** Predicting the spread of foot and mouth disease by airborne virus. *Rev Sci Tech* 21, 569-575 p.
19. **Donaldson, A.I, (1997).** Risks of spreading foot and mouth disease through milk and dairy products. *Rev Sci Tech* 16, 117-124 p.
20. **Eble, P., de Koeijer, A., Bouma, A., Stegeman, A., Dekker, A, (2006).** Quantification of within- and between-pen transmission of Foot-and-Mouth disease virus in pigs. *Vet Res* 37, 647-654.
21. **Gao, M., R. Zhang, M. Li, S. Li, Y. Cao, B. Ma, and J. Wang, (2012):** An ELISA based on the repeated foot-and-mouth disease virus 3B epitope peptide can distinguish infected and vaccinated cattle. *Appl. Microbial. Biotechnology*. 93, 1271– 1279 p.
22. **Gosselin.1912., Gourreau,J.françois,M et Durand,B (2004).**Echanges internationaux et épizooties le cas de Fièvre aphteuse :*Bull.Acad.Vet.F*,157,101-106 p.
23. **Gourreau Jean-Marie (2010).** guide pratique de diagnostic et de gestion DES ÉPIZOOTIES Fièvre Aphteuse, 49 p.
24. **Haj ammar H. et Kilani H, (2014):** La Fièvre aphteuse : maladie à bien connaître. *Bulletin d'information des Services Vétérinaires*, 23,24-25 p.
25. **Holveck Thierry (2002).** La fièvre aphteuse thèse 115.57-61 p.

- 26. Jaworski, J. P., D. Compared, M. Trotta, M. Perez, K. Trono, and N. Fondevila, (2011):** Validation of an r3AB1-FMDV-NSP ELISA to distinguish between cattle infected and vaccinated with foot-and-mouth disease virus. *J. Viral. Methods* 178, 191–200 p.
- 27. Joubert L., Mackowiak C. (1968)** La fièvre aphteuse, Ed. Fondation Mérieux, Expansion scientifique. 3 vol. 552 p.
- 28. Kasanga, C. J., W. Yamazaki, V. Mioulet, D. P. King, M. Mulumba, E. Ranga, J. Deve, C. Mundia, P. Chikungwa, L. Joao, P. N. Wambura, and M. M. Rweyemamu, (2014):** Rapid, sensitive and effective diagnostic tools for foot-and-mouth disease virus in Africa. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 81, E1–E5 p.
- 29. Kitching, R.P, Hutber, A.M, Thrusfield, M.V, (2005).** A review of foot-and-mouth disease with special consideration for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. *Vet J* 169, 197-209
- 30. Ko, Y. J., H. S. Lee, J. H. Park, K. N. Lee, S. M. Kim, I. S. Cho, H. D. Joo, S. G. Paik, D. J. Paton, and S. Parida, (2012):** Field application of a recombinant protein-based ELISA during the 2010 outbreak of foot-and-mouth disease type A in South Korea. *J.Viral. Methods* 179, 265–268 p.
- 31. Li, Y., K. G. Swabey, D. Gibson, P. J. Keel, P. Hamblin, G. Wilsden, M. Corteyn, and N. P. Ferris, (2012):** Evaluation of the solid phase competition ELISA for detecting antibodies against the six foot-and-mouth disease virus non-O serotypes. *J. Viral. Methods* 183, 125–131 p.
- 32. Madhanmohan, M., S. B. NAGENDrakumar, K. Manikumar, S. Yuvaraj, S. Parida, and V. A. Srinivasan, (2013):** Development and evaluation of a real-time reverse transcription-loop-mediated isothermal amplification assay for rapid serotyping of foot-and-mouth disease virus. *J. Viral. Methods* 187, 195– 202 p.
- 33. McColl, K.A, Westbury, H.A, Kitching, R.P, Lewis, V.M. (1995).** The persistence of foot-and-mouth disease virus on wool. *Aust Vet J* 72, 286-292 p.
- 34. Meyer R, Brown C, House C, House J, Molitor T, (1991).** Rapid and sensitive detection of foot and- mouth disease virus in tissues by enzymatic RNA amplification of the polymerase gene. *J. Viral. Meth,* 34, 161-17 p.
- 35. Mohapatra, A. K., J. K. Mohapatra, L. K. Pandey, A. Sanyal, and B. Pattnaik, (2014):** Diagnostic potential of recombinant nonstructural protein 3B to detect antibodies

- induced by foot-and-mouth disease virus infection in bovines. Arch. Viral. 159, 2359–2369 p.
36. **Morgan, K. L., I. G. Handel, V. N. Tanya, S. M. Hamman, C. Nfon, Ingrid E. Bergman, Viviana Malirat, Karl J. Sorensen, et Barend M. de C. Bronsvort. (2014).** « Accuracy of herdsmen reporting versus serologic testing for estimating foot-and-mouth disease prevalence ». Emerging infectious diseases 20 (12): 2048 p.
 37. **OIE. (2008).** « Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres».
 38. **OIE.(2017).** « Foot and mouth disease: Chapitre 2.1.8. du Manuel Terrestre OIE. » 2017.
 39. **OIE (2019),** rapports EuFMD , médias algériens(article el moudjahidet article radio Algérie).
 40. **Roeder P.L., Le Blanc Smith P.M, (1987).** Detection and typing of foot and- mouth disease virus enzymelinked immunosorbent assay: a sensitive, rapid and reliable technique for primary diagnosis.Res. Vet. Sic, 43, 225-232 p.
 41. **Rivière J. et al. (2019)** La fièvre aphteuse, Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises, Boehringer Ingelheim (Lyon), 78 p.
 42. **Rweyemamu M.P, Mackay D, Sumption K, Brownlie J, Leforban Y, Valarcherj-F, Knowles N.J, Saraiva V. Epidemiological patterns of foot and mouth disease worldwide. Transbound . Emerg. Dis, (2008), 55, 57-72 p.**
 43. **Sharma, G. K., J. K. Mohapatra, L. K. Pandey, S. Mahajan, B. S. Mathapati, A. Sanyal, and B. Pattnaik, (2012):** Immunodiagnosis of foot-and-mouth disease using mutated recombinant 3ABC polyprotein in a competitive ELISA. J. Viral. Methods185, 52–60 p.
 44. **Srisombundit, V., N. Tungthumnyiom, W. Linchongsubongkoch, C. Lekcharoensuk, L. Sariya, P. Ramasoota, and P. Lekcharoensuk, (2013):** Development of an inactivated 3C (pro)-3ABC (mu3ABC) ELISA to differentiate cattle infected with foot and mouth disease virus from vaccinated cattle. J. Viral. Methods 188, 161–167 p.
 45. **Thiry E., Baazizi R (1999).** La fièvre aphteuse : les propriétés du virus expliquent sa grande contagiosité. Bulletin des GTV, 4, 267-270 p.
 46. **Toma, B., Dufour, B, (2010).** La fièvre aphteuse, Polycopie des Unités de maladies contagieuses des écoles vétérinaires françaises. In: Marial (Ed.), Lyon, 55 p.
 47. **Yamazaki, W., V. Mioulet, L. Murray, M. Madi, T. Haga, N. Misawa, Y. Horii, and D. P. King, (2013):** Development and evaluation of multiplex RT-LAMP assays for rapid and

sensitive detection of foot-and-mouth disease virus. *J. Viral. Methods* 192, 18–24 p.