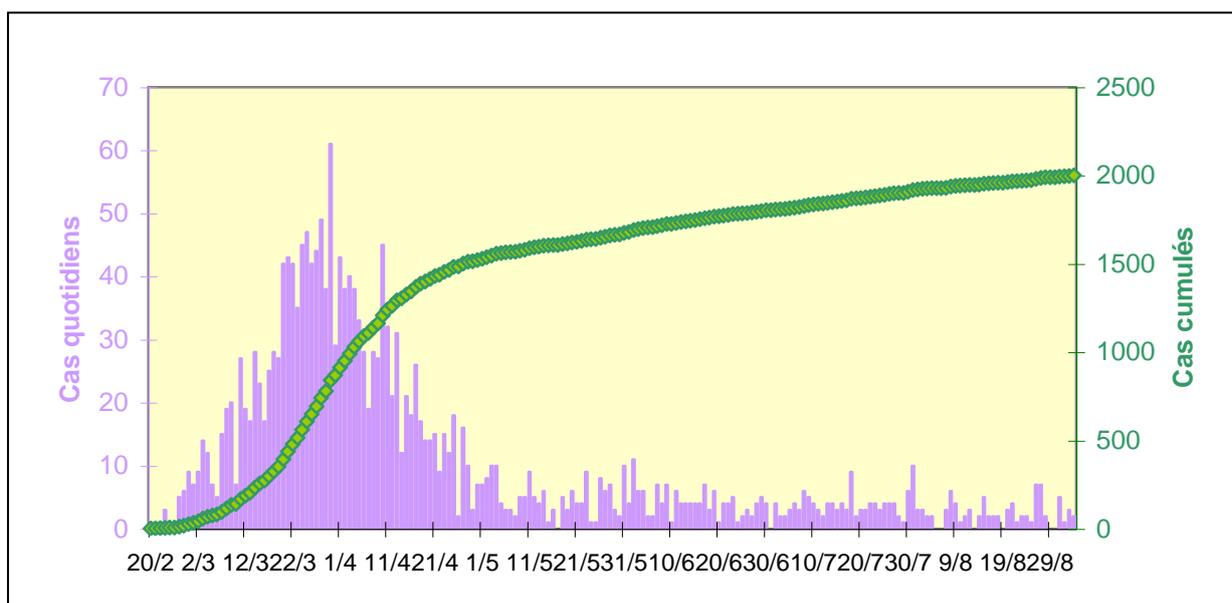


# LA FIÈVRE APHTEUSE





Ce fascicule fait partie de l'ensemble des documents photocopiés rédigés de manière concertée par les enseignants de maladies contagieuses des quatre Ecoles nationales vétérinaires françaises, à l'usage des étudiants vétérinaires.

Sa rédaction a été assurée par le Professeur B. Toma à partir du livre de L. Joubert et C. Mackowiak ainsi que d'une version rédigée quelques années auparavant par le Professeur B. Chomel. Il a été actualisé par Barbara Dufour de 2006 à 2012. Depuis 2013, la mise à jour est assurée par Julie Rivière.

Nous tenons à remercier chaleureusement D.P. Picavet et F. Moutou pour leur relecture et la proposition d'iconographies, ainsi que plusieurs personnes ayant contribué activement à la mise à jour de l'édition 2019 :

Gina Zanella, pour sa contribution aux parties portant sur les généralités, la pathogénie, l'épidémiologie, le diagnostic de terrain et l'aspect zoonotique ;

Labib Bakkali Kassimi et Stephan Zientara, pour leur contribution aux parties portant sur l'étude du virus, le diagnostic de laboratoire et la prophylaxie médicale et médico-sanitaire.

Nous remercions également l'équipe de l'EuFMD pour la formation en ligne sur la détection précoce de la fièvre aphteuse, session 2017.

La citation de ce document doit se faire de la manière suivante :

Rivière J. *et al.* (2023) La fièvre aphteuse, Photocopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises, Boehringer Ingelheim (Lyon), 80 p.



Nous remercions Boehringer Ingelheim (précédemment Merial) qui, depuis de nombreuses années, finance et assure la réalisation de ce photocopié, remis gracieusement aux étudiants des ENV.

Tous les photocopiés de maladies contagieuses sont librement accessibles à l'adresse suivante :

<http://eve.vet-alfort.fr/course/view.php?id=280>



## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

### DEUX CATEGORIES D'OBJECTIFS : A (libellé souligné) et B

Les objectifs A correspondent :

- soit à des situations professionnelles d'urgence (nécessitant un strict minimum de connaissances théoriques mémorisées), où les décisions du vétérinaire peuvent avoir de très graves conséquences (une erreur constituant une faute professionnelle inexcusable)

- soit à des notions de base indispensables à posséder (ex. : définitions) pour pouvoir répondre à d'autres objectifs ou pour pouvoir remplir les missions exigées d'un vétérinaire sanitaire. Ils demeurent exigibles au cours de la scolarité.

Les objectifs B relèvent de l'aptitude au raisonnement.

À l'issue de l'enseignement, chaque étudiant doit être capable :

1. D'identifier les éléments devant conduire à une **suspicion** de fièvre aphteuse chez les bovins, ovins, caprins, porcins, et réagir de façon adéquate, conformément à la réglementation sanitaire.
2. De justifier les raisons du choix des **mesures de lutte** anti aphteuse, en fonction de la situation sanitaire du pays, et leurs aspects économiques.
3. De présenter les mesures réglementaires en cas de **suspicion** ou de **confirmation** de fièvre aphteuse en France.



**SOMMAIRE – LA FIEVRE APHTEUSE**



<b>GENERALITES</b> .....	<b>9</b>
I. DÉFINITION .....	9
II. ESPÈCES AFFECTÉES .....	9
III. HISTORIQUE .....	10
IV. IMPORTANCE .....	10
V. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.....	13
<b>ÉTUDE DU VIRUS</b> .....	<b>14</b>
I. PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU VIRUS DE LA F.A. ET DE SES CONSTITUANTS .....	14
II. CULTURE DU VIRUS APHTEUX.....	15
III. POUVOIR PATHOGÈNE.....	17
IV. POUVOIR ANTIGÈNE ET IMMUNOGÈNE .....	18
<b>PATHOGÉNIE</b> .....	<b>22</b>
I. INCUBATION .....	22
II. PHASE CLINIQUE .....	22
III. PHASE POST-CLINIQUE et PORTEURS SAINS .....	23
IV. IMMUNITÉ .....	23
<b>SIGNES CLINIQUES et LÉSIONS</b> .....	<b>24</b>
I. FORMES RÉGULIÈRES.....	24
II. COMPLICATIONS ET SÉQUELLES .....	25
III. LÉSIONS.....	25
<b>ÉPIDÉMIOLOGIE</b> .....	<b>27</b>
I. ÉPIDÉMIOLOGIE DESCRIPTIVE.....	27
II. ÉPIDÉMIOLOGIE ANALYTIQUE .....	34
III. ÉPIDÉMIOLOGIE PROSPECTIVE .....	38
<b>DIAGNOSTIC</b> .....	<b>40</b>
I. DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN .....	40
II. DIAGNOSTIC DE LABORATOIRE .....	43
<b>PROPHYLAXIE SANITAIRE</b> .....	<b>46</b>
I. EN PAYS INDEMNE .....	46
II. EN PAYS INFECTÉ .....	47
<b>PROPHYLAXIE MÉDICALE</b> .....	<b>51</b>
I. LES VACCINS.....	51
II. LA VACCINATION.....	52
<b>PROPHYLAXIE MÉDICO-SANITAIRE</b> .....	<b>55</b>
I. EN PAYS INDEMNE .....	55
II. EN PAYS INFECTÉ .....	55
<b>LÉGISLATION SANITAIRE</b> .....	<b>58</b>
I. BASES REGLEMENTAIRES .....	58
II. PRINCIPES GENERAUX DES PLANS NATIONAUX D'INTERVENTION SANITAIRE D'URGENCE.....	59
III. MESURES EN CAS DE SUSPICION DE FIEVRE APHTEUSE .....	62
II. MESURES EN CAS DE CONFIRMATION DE FIEVRE APHTEUSE.....	63
<b>POUR EN SAVOIR PLUS...</b> .....	<b>67</b>
<b>TESTEZ VOS CONNAISSANCES</b> .....	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>71</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>73</b>



## GENERALITES

### I. DÉFINITION

La fièvre aphteuse (F.A.) est une maladie infectieuse virale, à potentiel épizootique, d'une **contagiosité très rapide**, nécessitant des mesures sanitaires draconiennes pour son contrôle en vue de son éradication. Elle est due à un **virus** de la famille des Picornaviridae et du genre *Aphthovirus*, dont **on dénombre 7 sérotypes immunologiques différents**. Au sein de chaque sérotype, il existe de nombreuses souches en évolution constante. Elle **affecte toutes les espèces animales à doigts pairs** (artiodactyles), domestiques et sauvages, en particulier les bovins, les ovins, les caprins et les porcins.

Elle se caractérise cliniquement, après un état fébrile initial, par des **éruptions vésiculeuses (aphtes)**, localisées principalement dans la bouche, au niveau podal et sur les trayons, qui évoluent rapidement en **ulcères** (d'où la dénomination anglaise « *foot and mouth disease* »). La mortalité est faible chez les adultes, mais peut être élevée chez les jeunes porcelets, veaux et agneaux. Histologiquement, la maladie se caractérise par des lésions exsudatives de l'épiderme et des lésions dégénératives du myocarde.

La F.A. constitue un **fléau économique redoutable** dans les pays qui en sont indemnes, en raison de son **extrême contagiosité et des coûts d'éradication élevés** (entrave aux échanges commerciaux notamment). Elle est, depuis longtemps, une préoccupation majeure des Services Vétérinaires de nombreux pays, notamment de ceux où elle a été éradiquée ou est en cours d'éradication. A l'échelle européenne (Règlement d'exécution UE 2018/1882 de la commission du 3 décembre 2018), la F.A. est une maladie de catégorie A (maladie non présente dans l'Union Européenne et devant faire l'objet de mesures d'éradication immédiate si elle y est détectée), D (maladie pour laquelle des mesures doivent être prises pour empêcher la propagation en cas d'introduction dans l'Union Européenne ou de mouvements entre les Etats membres), et E (maladie pour laquelle une surveillance est nécessaire au sein de l'Union Européenne). Elle était auparavant classée parmi les dangers sanitaires de 1<sup>ère</sup> catégorie pour toutes les espèces sensibles (Arrêté du 29 juillet 2013), et soumise à **plan national d'intervention sanitaire d'urgence**.

### II. ESPÈCES AFFECTÉES

Plus de **70 espèces animales sont reconnues comme réceptives** au virus de la F.A.

Tous les **artiodactyles** (animaux à doigts pairs) sont réceptifs, qu'ils soient **domestiques ou sauvages**. On cite notamment, parmi les espèces domestiques : les bovins, zébus, ovins, caprins, porcins. Les buffles (d'Afrique -*Syncerus caffer*- et d'Asie -*Bubalus bubalis*- sont également réceptifs, et le buffle d'Afrique est considéré comme réservoir dans certains pays. Parmi les espèces sauvages, sont réceptifs : cerf, chevreuil, chamois, mouflon, daim, sanglier, girafe, gnou, antilopes, gazelles, élan, gaur, bison, éléphant, phacochère (ainsi que le tapir et l'ours, mais rarement touchés). Dans la famille des camélidés, seuls les chameaux (*Camelus bactrianus*) présentent une réceptivité suffisante et peuvent jouer un rôle significatif au plan épidémiologique. Les dromadaires (*Camelus dromadarius*) ne sont pas réceptifs. On considère que les camélidés d'Amérique du Sud (lamas, alpagas, vigognes) ne jouent pas de rôle épidémiologique.

**Les équidés, carnivores et les oiseaux ne sont pas réceptifs<sup>1</sup>.**

Des cas cliniques bénins chez l'Homme ont été signalés en Europe lorsque la maladie était enzootique, mais très peu ont été confirmés au laboratoire (Bauer, 1977). Cependant, considérant l'incidence élevée de la maladie chez les animaux à cette époque, et sa présence actuelle dans d'autres régions du monde, on peut admettre que l'apparition de cas chez l'Homme est extrêmement rare et sans conséquences majeures. Il est à noter que d'autres agents pathogènes peuvent entraîner le même type de lésions chez l'Homme (Coxsackie virus notamment).

<sup>1</sup> Toutefois, une étude récente (Waters *et al.*, 2021) a montré la réceptivité et la sensibilité du chiot en conditions semi-expérimentales.

---

### III. HISTORIQUE

---

Trois étapes peuvent être distinguées concernant l'histoire de la F.A. :

❖ **1<sup>ère</sup> étape** : Les premiers cas de F.A. ont été décrits en Italie en 1514 et la maladie a été individualisée cliniquement en 1546 (Fracastor, 1546), d'autres maladies du bétail pouvant prêter à confusion (en particulier la peste bovine).

❖ **2<sup>ème</sup> étape** : Elle concerne l'étude virologique et épidémiologique (1897-1926) :

Le **virus a été isolé** par Loeffler et Frosch en 1897. Waldmann et Pape, en 1920, ont montré la sensibilité expérimentale du cobaye. En 1922, Vallée et Carré ont mis en évidence la **pluralité séro-immunologique** du virus (sérotypes O et A), complétée à partir de 1926 (Trautwein, sérotype C), puis en 1936 (Lawrence) par la découverte des sérotypes SAT 1, 2, 3 et Asia1.

❖ **3<sup>ème</sup> étape** : Elle se rapporte à l'étude vaccinale et à la planification internationale de la prophylaxie.

De 1926 à 1936, ce sont les travaux de Vallée, Carré et Rinjard (action du formol sur le virus provenant d'épithélium lingual de bovin infecté), ceux de Schmidt (adsorbabilité du virus aphteux sur hydroxyde d'aluminium) et ceux de Waldmann qui ont permis l'obtention du premier vaccin anti-aphteux à virus formolé, adsorbé sur hydroxyde d'aluminium et chauffé.

À certaines améliorations près (mise en culture des tissus épithéliaux de langue de bovin, selon la technique de Frenkel, en 1947 ; culture de lignées cellulaires...), c'est encore ce vaccin qui est employé partout dans le monde dans la lutte médico-sanitaire contre la F.A.

Dès lors, se sont édifiés sur les divers continents les instituts anti-aphteux : Alfort, 1901, Ile de Riems (Allemagne) 1909, Pirbright (Grande-Bretagne) 1924, devenu Laboratoire Mondial de Référence en 1958, Institut Français de la Fièvre Aphteuse (Lyon), 1947, Sao Paulo (Brésil), Gaborone (Botswana), Razi (Iran), Nong Saraï (Thaïlande), Dora (Irak), Moscou (ex-URSS), Centre panaméricain de la fièvre aphteuse (Rio de Janeiro), Laboratoire de Plum Island (U.S.A.),...

Les activités vétérinaires ont porté sur :

- la biologie moléculaire du virus aphteux ;
- une vigilance constante relative aux modifications immunologiques des virus aphteux sauvages, déterminant des échecs de vaccination et exigeant leur incorporation éventuelle dans la formule du vaccin destiné à un pays donné ;
- une surveillance épidémiologique mondiale régulière, avec harmonisation des moyens de lutte et assistance internationale réciproque vis-à-vis des virus exotiques (étude immunologique, stocks de vaccins) ;
- une amélioration de la production, de la purification, de l'activité et des contrôles des vaccins anti-aphteux en vue, notamment, de disposer de méthodes sérologiques permettant de distinguer les animaux vaccinés des animaux infectés (vaccinés ou non).

---

### IV. IMPORTANCE

---

**La F.A. est une maladie virale aiguë, très contagieuse, qui représente un réel fléau pour l'élevage, bien que la mortalité engendrée soit relativement faible. Elle provoque en effet des pertes de production dues à de graves séquelles, qui font de l'animal atteint une non-valeur économique (perte de croissance, baisse de production de lait...), et entraîne l'instauration de restrictions commerciales pouvant induire des pertes économiques considérables. La F.A. entraîne ainsi des pertes économiques sévères qui peuvent être directes, comme la baisse de production de lait, ou, dans un pays indemne de F.A., l'abattage des animaux. Les pertes peuvent également être indirectes, par exemple au niveau commercial.**

**De plus, la F.A. est caractérisée une répartition cosmopolite, et sa forte contagiosité ainsi que l'intensité des échanges commerciaux entre les pays font du statut indemne d'un pays ou d'une zone un statut provisoire et temporaire.**

#### 1. Importance réglementaire

Fléau majeur de l'élevage, la F.A. est, depuis l'entrée en vigueur de la Loi de Santé Animale en 2021, catégorisée parmi les maladies de catégorie **A** (maladie non présente dans l'Union Européenne et devant faire l'objet de mesures d'éradication immédiate si elle y est détectée), **D** (maladie pour laquelle des mesures doivent être prises pour empêcher la propagation en cas d'introduction dans l'Union Européenne ou de mouvements entre les Etats membres), et **E** (maladie pour laquelle une surveillance est nécessaire au sein de l'Union Européenne) (Règlement d'exécution UE 2018/1882 de la commission du 3 décembre 2018). Elle était auparavant classée parmi les dangers sanitaires de 1<sup>ère</sup> catégorie pour toutes les espèces sensibles (Arrêté du 29 juillet 2013), et soumise à **plan national**

**d'intervention sanitaire d'urgence.** Elle nécessite un échange d'informations internationales en temps réel et exige une coordination de la prophylaxie à l'échelle mondiale. Le laboratoire de santé animale de l'Anses Maisons-Alfort est reconnu comme laboratoire national de référence pour cette maladie, et laboratoire de référence pour l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA).

## 2. Importance économique

**Les conséquences économiques d'une épizootie de F.A. sont considérables.** Elles sont principalement dues :

- À l'extrême **contagiosité** de la F.A. (90 % à 100 %) ;
- Au taux élevé de **morbidity** de la F.A. (en moyenne 65 à 70 % du cheptel indemne) ;
- Au taux de **létalement** qui, habituellement faible (2 à 5 % en général), est parfois très élevé (notamment chez les veaux, agneaux, porcelets et même, éventuellement, chez les adultes) ainsi qu'aux avortements ;
- Aux **séquelles** graves, qui transforment le sujet apparemment guéri en non-valeur économique (surinfection des aphtes buccaux, mammaires, podaux, d'où amaigrissement, pertes en viande, en lait, incapacité d'allaiter, complications de mammites et parfois lésions cardiaques irréversibles) ;
- À l'existence de **porteurs sains** chez les ruminants ;
- Aux **entraves commerciales** réglementaires, tant à l'échelle nationale que pour l'exportation, et aux **abattages** imposés pour les animaux des quatre espèces domestiques réceptives dès qu'un cas est constaté dans un élevage.

Quelques chiffres :

**Pertes estimées :**

- France : 1952-1953 : 470 millions de francs actuels -72 millions d'euros- (1 milliard de francs en tenant compte des pertes indirectes).
- Europe : 1951-1952 : 600 millions de dollars.

**Coût des mesures de lutte :**

- France :
  - 1974 (Bretagne) : apparition d'une centaine de foyers, qui ont engendré l'abattage de plus de 35 000 animaux (30 000 porcs, 4 500 bovins et 700 ovins et caprins), et ont coûté à l'Etat 50 millions de francs ;
  - 1979 (Normandie) : apparition de 21 foyers, qui ont engendré l'abattage d'environ 3 000 animaux et ont coûté à l'Etat 16 millions de francs ;
  - 1981 (Côtes d'Armor et Manche) : abattage de près de 10 000 animaux et vaccination d'urgence de 700 000 animaux, ce qui a coûté à l'Etat 19 millions de francs ;
  - 1986 : vaccination annuelle qui a coûté environ 230 millions de francs ;
  - 2001 : afin d'éviter l'introduction de la maladie à partir de la Grande-Bretagne, près de 50 000 animaux (surtout des moutons) ont été abattus et détruits de façon préventive (animaux importés de Grande-Bretagne depuis le 1<sup>er</sup> février 2001 et animaux ayant été en contact avec eux).
- Danemark : foyers de l'île de Fionie (1982-1983) : plus de 17 millions de couronnes danoises de frais d'abattage.
- Grande-Bretagne, 2001 : le rapport sur la mission d'information du Sénat a estimé le coût total à plus de 50 milliards de francs. Les pertes ont été dues à :
  - 6,5 millions d'animaux abattus (plus de trois millions dans et autour des foyers, près de deux millions dans le cadre du programme bien-être animal) ;
  - Un blocage des exportations pendant de nombreux mois ;
  - Des pertes très importantes pour le tourisme fortement perturbé par des interdictions diverses de circulation ;
  - Une étude conduite dans la région de Cumbria (Royaume-Uni) a montré par exemple que l'épizootie de 2001 avait causé une perte représentant près de 60 % des revenus des entreprises agricoles, une réduction de 17 % du bénéfice provenant des activités diversifiées et une baisse de 15% des salaires de l'emploi non agricole (estimation des coûts indirects à 3,6 milliards de livres sterling).
- Taiwan, 1997 : abattage d'environ 38 % du cheptel porcin national et coût total estimé à 1,6 milliards de dollars (Yang *et al.*, 1999).

En France (pays exportateur, très sensible aux mesures d'embargo décidées par des pays importateurs), les pertes les plus importantes sont liées à l'embargo sur les exportations en cas de foyer de F.A. Des chercheurs de l'INRA ont estimé qu'une semaine d'embargo engendre des pertes à l'exportation comprises entre **82 et 370 millions de francs (équivalent en euros : 12,5 à 56,5 millions d'euros environ)**.

### 3. **Importance zoonotique**

L'Homme fait partie des espèces réceptives, mais l'importance zoonotique de la F.A. est **négligeable** car les cas authentiques de F.A. humaine restent **exceptionnels et bénins**. Par ailleurs, ils doivent être distingués des autres maladies aphteuses dues à d'autres causes.

Dans le passé, lorsque la F.A. était enzootique en Europe, des descriptions de cas cliniques chez l'Homme ont été associés à cette maladie. Cependant, le virus n'a pu être isolé et typé que dans une quarantaine de cas seulement, entre 1921 et 1969 (Bauer, 1997) ; ce nombre est très faible par rapport au nombre de personnes qui ont pu être au contact avec le virus. Dans les pays où la maladie circule encore, on peut supposer qu'il n'y pas de cas rapportés ou, s'il y en a, que les investigations pour la confirmation ou la réfutation d'une telle suspicion ne sont pas effectuées. Par ailleurs, d'autres agents pathogènes peuvent entraîner des maladies cliniquement très proches, notamment le syndrome « pieds, mains, bouche » dû à un virus Coxsackie A16 ou à un Entérovirus 71 (Prempeh, 2001). Au cours du premier semestre de 2001, sur la quinzaine de suspicions observées au Royaume-Uni, notamment sur des personnes chargées de l'abattage et de la destruction des animaux, et par conséquent exposées à une contamination potentielle, aucune n'a été confirmée (Prempeh, 2001). Donc, même en période d'épizootie de F.A., toute constatation d'aphtes dans la bouche, sur les mains et/ou sur les pieds ne permet pas de conclure automatiquement à un diagnostic de fièvre aphteuse. **La confirmation (ou l'infirmité) par le laboratoire est indispensable.**

Plusieurs cas cliniques en Europe, avec identification du virus et des illustrations photographiques des lésions, affectant les bouchers, des éleveurs, ou d'autres personnes au contact des animaux ont été décrits (Hyslop, 1973). La contamination de blessures mineures ou d'autres lésions cutanées a souvent été incriminée. La voie orale a été aussi incriminée principalement lors de l'ingestion de lait cru (Hyslop, 1973). Une infection expérimentale en consommant du lait cru a été décrite en 1834 chez trois vétérinaires ayant consommé du lait d'une vache infectée, qui ont développé des vésicules. La contamination par voie respiratoire, théoriquement possible, est certainement exceptionnelle. En effet, des chercheurs du Laboratoire de Pirbright, exposés par inhalation à des concentrations élevées du virus, n'ont jamais développé des signes cliniques même si le virus a pu être récupéré au niveau des voies respiratoires supérieures par lavage ou écouvillonnage (Hyslop, 1973). Des anticorps ont pu être détectés sans apparition de signes cliniques chez du personnel de laboratoire de recherche ou dans des instituts de préparation des vaccins toujours en Europe, ce qui plaide en faveur de l'existence d'une infection aphteuse inapparente (Hyslop, 1973).

La symptomatologie décrite chez l'Homme est analogue à celle de la F.A. animale (Bauer, 1977). Après une incubation de 2 à 3 jours, elle est marquée par une fièvre d'intensité modérée et de courte durée, rapidement suivie de l'éruption aphteuse sur la peau et/ou les muqueuses :

- L'éruption cutanée, la plus fréquente, concerne les pieds et les mains (bourrelet unguéal, paume de la main et surface plantaire, espaces interdigités). Elle commence par des fourmillements précédant des sensations de brûlure prurigineuses et la rougeur du tégument, puis, dans les 12-24 heures, se forment des aphtes, plus ou moins nombreux, mais dont les dimensions excèdent rarement quelques millimètres.
- L'éruption muqueuse, plus rare, débute généralement par les signes fonctionnels de stomatite, et touche essentiellement sur les gencives, la langue, la face interne des lèvres. La rougeur et la sensibilité initiale des parties atteintes sont rapidement suivies de la formation de vésicules à contenu limpide.

L'évolution est favorable : en 2 à 3 jours, les aphtes se résorbent et cicatrisent sans laisser de trace, à moins que des surinfections bactériennes ne retardent la cicatrisation.

La transmission interhumaine n'a jamais été établie.

#### **BILAN**

**Chez les espèces réceptives, la F.A. est l'une des maladies les plus redoutées en raison de sa forte contagiosité et des mesures de police sanitaire drastiques imposées par la réglementation. Il importe donc, pour les vétérinaires, de bien connaître les éléments permettant de soupçonner ou de reconnaître rapidement la F.A., ainsi que les modalités de la lutte contre cette maladie.**

**La F.A. est une zoonose pouvant être considérée comme « mineure », car rare et sans gravité chez l'Homme.**

---

## V. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

---

Actuellement, la F.A. est **présente dans plusieurs pays et constitue une menace pour d'autres**. Les pays de l'Union Européenne sont indemnes depuis plusieurs années, mais la F.A. sévit à l'état enzootique dans de nombreux pays, notamment en Afrique et au Moyen-Orient (prévalence élevée), en Afrique du Sud, en Asie-Centrale et du Sud-Est et sur le continent Indien. Sont aujourd'hui reconnus indemnes sans vaccination par l'OMSA : l'Amérique du Nord, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Japon, Madagascar et différents pays d'Europe (OMSA, 2022). Toutefois, cette situation est instable et la répartition géographique des pays indemnes n'est que provisoire, tout pays pouvant être infecté à la faveur de mouvements de personnes, animaux ou produits d'origine animale.

La répartition géographique actuelle et les épisodes aphteux récents sont décrits dans la partie « Epidémiologie descriptive ».

### **BILAN**

**La F.A. est une maladie cosmopolite : les pays épargnés sont généralement ceux qui bénéficient d'une position géographique particulière telle que l'insularité et qui sont peu importateurs d'animaux.**

**Absente depuis plusieurs années en Europe, la F.A. constitue toujours une menace, puisqu'elle reste enzootique dans des régions de l'Asie, de l'Afrique et du Moyen-Orient. La propagation du virus à partir de ces zones endémiques est souvent imprévisible. La caractérisation des souches isolées lors de l'apparition des foyers permet de suivre l'évolution de cette maladie dans le monde.**

## ÉTUDE DU VIRUS

Le virus de la F.A. appartient à la famille Picornaviridae, et au genre *Aphthovirus*.

### I. PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU VIRUS DE LA F.A. ET DE SES CONSTITUANTS

#### 1. MORPHOLOGIE, DIMENSIONS ET STRUCTURE

✓ **Le virion**

Il est formé d'un cœur central d'acide nucléique (31 %) et d'une capsidie protéique (69 %) composée de 60 capsomères (ou protomères).

Le virus de la F.A. 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 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, et des sous-unités protéiques, dont la plus connue est appelée 12 S.

✓ **Les sous-unités protéiques**

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

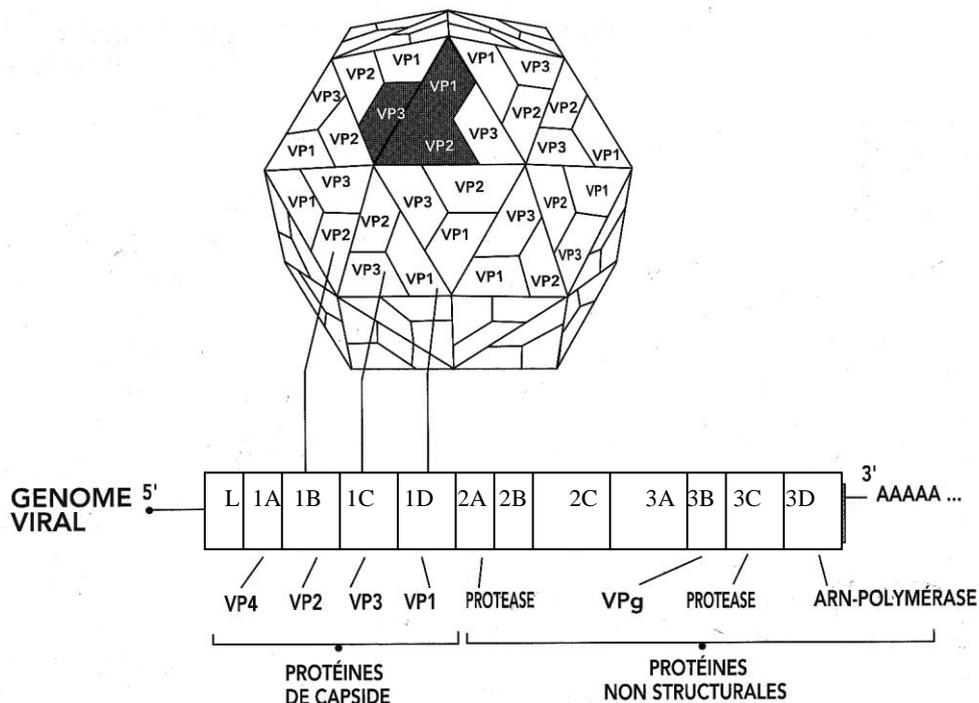
#### 2. COMPOSITION CHIMIQUE

Le virus de la F.A. 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** constitutif du virus de la F.A. est un acide ribonucléique monocaténaire (figure 1). 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 F.A. comportant environ 8 000 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 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.

FIGURE 1

**Génome et structure protéique du virus aphteux (E.Thirv et R. Baazizi, 1999)**



Les protéines VP1, VP3 et VP0 résultent du clivage d'un précurseur par une protéase virale. Ces trois protéines s'organisent pour former la capsidie. A la fin du processus de maturation de la capsidie, VP0 est clivée en VP2 et VP4 ; cette dernière se situe à la face interne de la capsidie.

- **Les protéines de la capsid** sont au nombre de 4 (figure 1). On les appelle VP1, VP2, VP3 et VP4 (*VP = Viral Protein*), ou **protéines structurales**. VP1, VP2 et VP3, répétées cinq fois, constituent une face de l'icosaèdre (pentamère) (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. La protéine **VP1**, la 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.
- **Des protéines non structurales** interviennent dans la réplication du virus, mais ne font pas partie de la capsid virale. La recherche des anticorps correspondants est utilisée pour détecter l'infection d'animaux vaccinés avec des vaccins purifiés (*Voir paragraphe Diagnostic de laboratoire*).

### **3. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

Trois propriétés sont capitales et à l'origine de conséquences ou d'applications pratiques.

#### ✓ **L'adsorbabilité**

Le virus de la F.A. peut s'adsorber sur divers éléments inertes ou figurés, par exemple sur l'hydroxyde d'aluminium. Cette propriété permet une concentration du virus, en vue de la préparation de vaccins à virus inactivé.

#### ✓ **L'inactivation**

Le virus de la F.A. est stable à **pH** compris entre 7,2 et 7,6. À pH inférieur à 7, le virus est très rapidement inactivé et il perd complètement son pouvoir infectieux à pH inférieur à 6.

Ainsi, la maturation spontanée des viandes (acidification lactique) détruit rapidement le virus et il est possible de récupérer les viandes provenant d'animaux atteints de F.A., sous certaines conditions de fabrication (décontamination de surface, désossage, dégraissage).

Le virus de la F.A. est détruit par les bases (soude caustique à 8 p. 1 000) et par le formol, agent d'inactivation utilisé dans la préparation des vaccins (formol à 0,5 p. 1 000). D'autres agents d'inactivation peuvent être employés : N-acétyl-éthylène-imine ou d'autres dérivés des azaridines, glycidaldéhyde, etc.

Le virus aphteux est sensible à la sécheresse (climat sec).

#### ✓ **La résistance**

Le virus aphteux étant nu, **il résiste à la plupart des agents physiques et chimiques** : le froid conserve bien le virus de la F.A., surtout la **congélation** qui permet d'assurer le stockage des souches et des tissus virulents en vue de la production de vaccin. En revanche, le virus est sensible à une température de 56°C pendant 30 min. En aérosol, la stabilité du virus est d'autant plus élevée que **l'humidité** relative est importante. Cette propriété conditionne la diffusion du virus dans la nature.

La glycérine assure la conservation du virus (glycérine à 50 p. 100) et est utilisée pour l'expédition au laboratoire des prélèvements d'aphtes ; elle supprime les pollutions bactériennes gênantes pour le diagnostic, sans inactiver le virus lui-même.

### **BILAN**

**Le virus aphteux est un petit virus non enveloppé à ARN (famille Picornaviridae, genre *Aphthovirus*).**

- **Le virus étant non enveloppé, il est résistant et capable de survivre facilement dans l'environnement.**

- **Le virus est sensible et inactivé à pH faible (< 6,5) ou élevé (> 9). De ce fait, les désinfectants acides ou alcalins peuvent être efficaces.**

- **La survie du virus dans l'environnement dépend du pH, de la température, de l'humidité et de la concentration initiale.**

---

## **II. CULTURE DU VIRUS APHTEUX**

---

La culture du virus est possible *in vivo*, *in ovo* et en culture cellulaire.

### **1. IN VIVO**

Elle est réalisée sur animaux réceptifs ou sur animaux de laboratoire.

### 1.1. Sur animaux réceptifs

**Les bovins**, éventuellement les ovins et les caprins, sont très sensibles à l'inoculation par la voie intra-dermo-linguale. Trois applications en découlent :

- La production en masse de virus en vue de la fabrication des vaccins, sous réserve de la pleine réceptivité des sujets (bovins non vaccinés). Ce procédé a été abandonné, au profit de la culture cellulaire.
- Le **titrage** du virus (technique d'Henderson) : inoculation sur la langue (4 à 5 rangées de 5 inoculations) avec détermination d'une DI 50 (dose infectante à 50 %) ; et par extension, le **contrôle** des vaccins anti-aphteux, en comparant la DI 50 obtenue à l'épreuve des vaccinés par rapport aux témoins (indice K).
- **L'étude immunologique** fine des souches récemment isolées, afin de reconnaître leur degré de parenté avec celles incluses dans le vaccin.

Chez **les porcins**, l'inoculation se pratique à la couronne plantaire en vue de titrage en DGP 50 (dose généralisante porcine – une injection à un pied pour chacun des sujets, en utilisant 4 animaux par dilution et en se fondant sur la généralisation aux autres pieds).

### 1.2. Sur animaux de laboratoire

Le cobaye (inoculation par voie intradermo-plantaire) est un bon sujet d'essai pour un titrage préalable, pour le contrôle préliminaire des vaccins et pour l'adaptation de nouvelles souches à la culture cellulaire de production de virus vaccinal. Le souriceau nouveau-né ou de trois jours (inoculation par voie intrapéritonéale) est moins couramment utilisé que le cobaye.

Le lapin adulte a une sensibilité presque nulle au virus aphteux ; en revanche, le lapereau nouveau-né y est sensible. Cette sensibilité a été mise à profit pour l'obtention de vaccins lapinisés à virus vivant, utilisés dans quelques pays.

## 2. IN OVO

Le virus cultive *in ovo*, mais le titre viral demeure faible et sans application vaccinale pratique.

## 3. EN CULTURE CELLULAIRE

La culture du virus aphteux en culture cellulaire peut être obtenue dans différentes conditions ; elle a conduit à plusieurs applications pratiques.

### 3.1. La culture sur tissus en survie (méthode de Frenkel)

Le principe est de cultiver le virus aphteux sur fragments d'épithélium lingual en survie. La récolte des épithéliums linguaux doit intervenir le plus tôt possible après l'abattage des bovins, afin de respecter la vitalité des cellules. Les lambeaux d'épithélium sont immergés dans un milieu approprié qui assure la survie des cellules pendant 24 à 48 heures à la température de +4°C, et acheminés vers l'institut producteur de vaccin. Le procédé de culture peut être artisanal (flacons) ou industriel (cuves de grande capacité, de 500 litres par exemple). La culture du virus est réalisée à une température de 37°C pendant 20 à 22 heures. Ce procédé permet de produire de grandes quantités de virus d'une qualité immunogène satisfaisante. La culture sur épithélium de bovins vaccinés est possible.

### 3.2. La culture sur cellules en multiplication

Le virus aphteux peut être cultivé en cellules d'explantation primaire : cellules thyroïdiennes de veau (les plus sensibles), cellules rénales de veau ou de porc.

On utilise aussi des lignées cellulaires : BHK 21, IBRS 2, en flacons stationnaires, en flacons roulants ou, mieux, sur microsoutports (billes microscopiques, supports sephadex de 100 microns), ce qui constitue une nouvelle modalité de culture. Les cellules adaptées à la culture en masse dite en suspension (BHK 21 et IFFA3) permettent l'utilisation de bioréacteurs de 3 000 à 5 000 litres. Ces techniques de production du virus aphteux sur lignées cellulaires dispensent des opérations de récolte et de transport des épithéliums linguaux. Elles sont actuellement plus largement employées pour la production de vaccins que la méthode Frenkel. Le virus aphteux entraîne rapidement un effet cytopathique dans les tapis cellulaires où il se multiplie et provoque la lyse cellulaire.

### 3.3. Applications pratiques

- Production industrielle de virus pour la préparation des vaccins à virus inactivé ;
- Diagnostic ou dépistage des porteurs par isolement : méthode du « probang test » ;
- Titration des anticorps ;
- Obtention de souches modifiées par passages en série en culture cellulaire ;
- Etudes de virologie fondamentale, etc.

### III. POUVOIR PATHOGÈNE

#### 1. POUVOIR PATHOGENE NATUREL

##### 1.1. Variations quantitatives

Ces variations portent, d'une part, sur le **potentiel de diffusion**, et, d'autre part, sur l'**intensité du pouvoir pathogène** : ainsi, certaines souches possèdent une contagiosité extrême et provoquent des épizooties majeures alors que d'autres ont une contagiosité plus limitée. De même, le taux de létalité varie en fonction des souches.

##### 1.2. Aspects qualitatifs

Le virus aphteux présente deux tropismes distincts :

- **d'espèce** : réceptivité spontanée des artiodactyles et, au laboratoire, de certains rongeurs, cobaye et souris, et de la souris, la sensibilité est plus élevée chez les animaux jeunes.
- **de tissu** : **épithéliotropisme**, illustré par les lésions aphteuses et les contaminations essentiellement muqueuses ; **myotropisme**, responsable des dégénérescences myocardiques.

#### 2. POUVOIR PATHOGENE EXPERIMENTAL

La maladie peut être **produite expérimentalement** chez les espèces spontanément réceptives. Elle peut être également obtenue chez des animaux de laboratoire, jamais atteints dans les conditions naturelles. Pour le lapin et la souris, la sensibilité est plus élevée chez les animaux jeunes.

**Dans la cellule sensible**, le virus entraîne une destruction rapide de la cellule (effet cytopathique sur tapis cellulaire et sur cellule isolée) (figure 2).

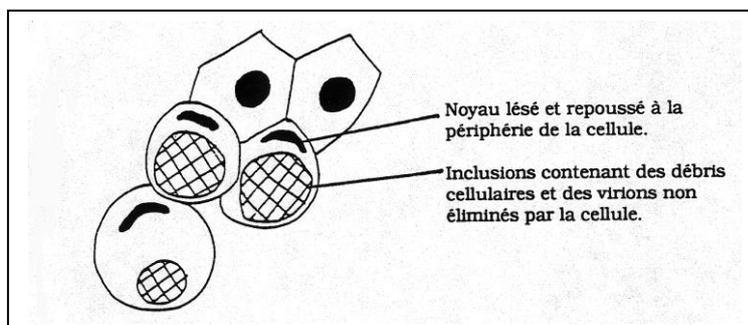
Après une phase primaire d'absorption et de pénétration (2 h), la phase secondaire correspond à la décapsidation, puis à la synthèse des nouveaux virions à partir de l'ARN (introduction de l'ARN et de la capsid, construction du virion définitif). À la phase ultime, la libération des virions mûrs et infectants (5 p. 1 000 des virions produits) s'effectue par éclatement cellulaire.

**Certains aspects de ce mécanisme sont importants :**

- La **brutalité** du processus explique en partie la rapidité de l'évolution **aguë** de la maladie et de la **contagion**.

FIGURE 2

#### Effet cytopathique du virus aphteux



- L'hétérogénéité importante des particules produites : virions complets et infectants, capsides complètes non infectantes (sans ARN central), virus incomplets, capsomères libres, virus hybrides, protéines viro-induites.

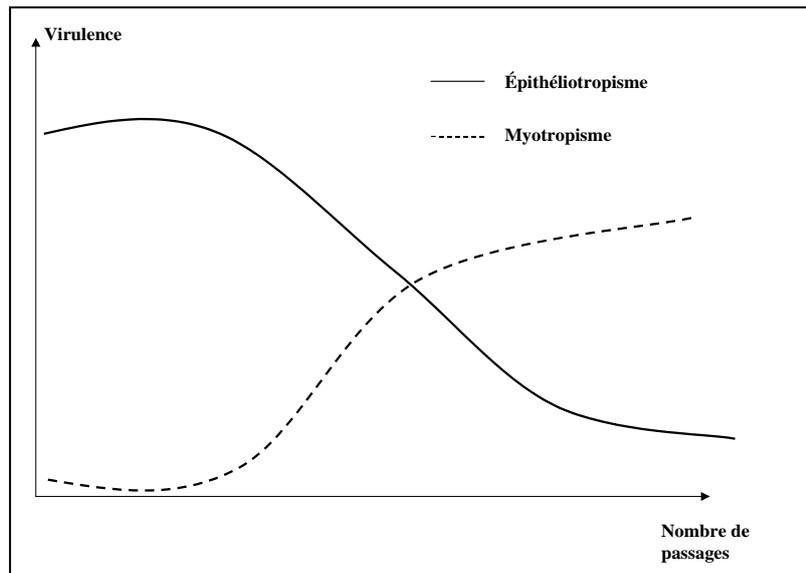
Le pouvoir pathogène de souches de virus aphteux peut être modifié expérimentalement, par passages en série dans divers milieux de culture : on a pu ainsi obtenir des souches « lapinisées », « avianisées », adaptées à la souris ou des mutants froids (par passages en culture cellulaire à température inférieure à 37°C).

Au cours des passages en série, le pouvoir pathogène pour les espèces spontanément réceptives diminue, mais il ne disparaît jamais complètement. Le tropisme de la souche peut se modifier au cours des passages : ainsi, une souche « lapinisée » voit son épithéliotropisme diminuer au cours des passages mais, parallèlement, le myotropisme augmente (figure 3).

À l'heure actuelle, il existe quelques souches de virus aphteux modifiées utilisées comme vaccin dans le monde.

FIGURE 3

Evolution opposée de l'épithéliotropisme et du myotropisme au cours de la modification d'une souche de virus aphteux par passages en série sur le lapin



#### IV. POUVOIR ANTIGÈNE ET IMMUNOGÈNE

L'infection par le virus aphteux entraîne l'apparition d'**anticorps** (pouvoir antigène) et l'installation d'une **immunité** (pouvoir immunogène). L'étude du pouvoir antigène et immunogène du virus aphteux est capitale pour la compréhension de la prophylaxie médicale et de l'épidémiologie de cette maladie. **En effet, ce qui caractérise le virus aphteux est sa PLURALITÉ ANTIGÉNIQUE.**

##### 1. POUVOIR ANTIGÈNE

Le virion complet ou certains de ses constituants (capsomères, protéines virales) ont un pouvoir antigène : ils induisent la synthèse d'anticorps révélables par différentes techniques sérologiques : précipitation, fixation du complément, ELISA, séroneutralisation... En revanche, l'ARN infectieux, dépourvu de protéines, n'est pas antigénique.

La protéine structurale VP1 est localisée en cinq exemplaires autour des sommets de la capsid et présente un déterminant antigénique majeur au niveau d'une boucle désordonnée qui fait protrusion à la surface de la capsid. Les anticorps neutralisants sont dirigés de manière prédominante contre les antigènes de cette boucle.

Au cours de la multiplication virale, **des protéines non structurales (PNS)** sont synthétisées (figure 1). Ces antigènes n'apparaissent que pendant la multiplication virale et, par suite, les anticorps correspondants ne sont présents que chez les animaux qui ont assuré la multiplication du virus (infection par souche sauvage ou vaccination par vaccin à virus vivant). La recherche de ces anticorps permet ainsi d'identifier les troupeaux au sein desquels le virus sauvage a circulé ou circule encore.

##### 2. POUVOIR IMMUNOGÈNE

Après guérison, les animaux bénéficient d'une immunité solide et durable contre la souche qui les a infecté et contre les souches voisines. Cette immunité est en grande partie **humorale** (anticorps neutralisants).

Le virion complet est immunogène. L'une des protéines virales, la plus externe (protéine VP 1) est responsable de l'induction de l'immunité. Les capsomères pris séparément ne sont pas immunogènes.

**Cependant, cette immunité ne protège pas contre toutes les souches de virus aphteux : il existe en effet des souches de virus très différentes les unes des autres sur le plan immunologique, et un même animal peut donc être atteint plusieurs fois de F.A. s'il vient en contact successivement avec des souches très différentes.**

### 3. PLURALITE DES VIRUS APHTEUX

Si le virus aphteux présente une structure fixe, quelle que soit son origine, il partage avec de nombreux autres virus (entérovirus, myxovirus en particulier) la caractéristique de présenter **une pluralité antigénique et immunogénique**, dont la découverte fut réalisée par Vallée et Carré en 1922 : en utilisant des animaux convalescents normalement résistants à une deuxième infection aphteuse, ils ont montré la présence de deux virus différents, donnant la même maladie : le sérotype O (pour Oise) et le sérotype A (pour Ardennes).

**On distingue 7 sérotypes antigéniques, plusieurs sous-types et plusieurs souches différentes.**

Il existe par ailleurs une parenté antigénique et immunologique variable entre les différentes souches de virus aphteux dont le degré permet de définir des types, sous-types et variantes. Cette classification « sérologique » a tendance à être remplacée par une classification fondée sur des méthodes de biologie moléculaire.

#### Conséquences

**L'existence de cette pluralité est capitale pour la prophylaxie médicale de la maladie :** il importe, en effet, d'étudier les caractéristiques immunologiques des souches responsables de foyers de F.A. et de déterminer si elles correspondent à celles des souches présentes dans le vaccin anti-aphteux là où l'on vaccine. Ceci conduit à une surveillance constante des caractéristiques des souches sauvages et à une décision éventuelle de modification de la formule du vaccin. Ainsi, la formule du vaccin, pour un pays donné, change dans le temps, et peut également différer selon les pays ou les continents.

#### 3.1. Notion de sérotype viral

**On ne peut obtenir aucune immunité contre une souche d'un sérotype donné, à l'aide d'une souche d'un autre sérotype.** Cette bilatéralité des échecs (cf. tableau I) correspond à une absence de co-immunogène. On peut alors représenter schématiquement les deux sérotypes comme deux ensembles n'ayant aucun point commun (figure 4).

Le sérotype viral est donc une individualité immunologique **qualitative et fondamentale** mise en évidence par :

- la bilatéralité des échecs d'immunité lors de vaccination-épreuve ;
- la mise en évidence par une absence de séroneutralisation (absence de neutralisation d'une souche par un anti-sérum dirigé contre un autre sérotype) ;
- le caractère pratiquement absolu de ces échecs (100 %) ;
- l'absence d'immunoatténuation de la maladie d'épreuve des animaux immunisés par rapport aux témoins non immunisés ;
- l'impossibilité d'une vaccination hétérologue de type à type.

**Jusqu'à maintenant, il a été reconnu 7 sérotypes immunologiquement distincts de virus aphteux :**

- **3 sérotypes « ubiquistes » :** les sérotypes **O** (Oise) et **A** (Ardennes) identifiés en 1922 par Vallée et Carré, puis en 1926 le sérotype **C<sup>2</sup>** (ordre alphabétique) identifié par Waldmann et Trautwein ;
- **4 sérotypes « exotiques » :** mis en évidence par le laboratoire de recherches sur les virus animaux de Pirbright en 1936 (Lawrence). Ce sont les sérotypes **Asia 1** et **SAT 1, SAT 2** et **SAT 3** (initiales de *South African Territories*).

TABLEAU I

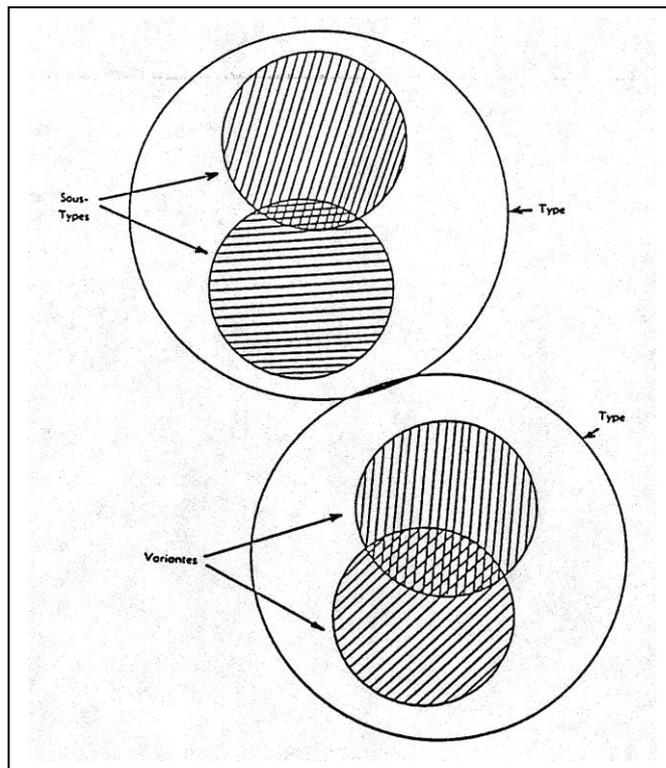
#### Interprétation des résultats des essais de vaccination-épreuve entre deux souches de virus aphteux

Epreuve	% Protection après vaccination		R	Interprétation
	Vaccin souche 1	Vaccin souche 2		
Souche 1	100	0	< 10	<u>Sérotypes</u> différents ou sous-types très différents
Souche 2	0	100		
Souche 1	100	0	10 à 30	<u>Sous-types</u> différents
Souche 2	30	100		
Souche 1	100	30 à 70	30 à 70	<u>Variantes</u>
Souche 2	30 à 70	100		
Souche 1	100	70	> 70	Souche 1 <u>dominante</u>
Souche 2	100	100		
Souche 1	100	100	> 70	<u>Identité</u>
Souche 2	100	100		

<sup>2</sup> Aucun foyer de F.A. à sérotype C n'a été identifié dans le Monde depuis une quinzaine d'années.

FIGURE 4

**Pluralité immunologique théorique de sérotypes, sous-types et variantes du virus aphteux**  
 [in L. Joubert et C. Mackowiak]



**Conséquences**

**Ces sérotypes sont immunologiquement distincts : la conséquence pratique de cette notion de type est la nécessité d'introduire dans un vaccin antiaphteux une souche du type contre lequel on veut protéger les animaux.**

**3.2. Notion de sous-type viral**

Au sein d'un même sérotype, il existe plusieurs souches, en évolution constante. La protection croisée peut être très faible, correspondant à une parenté immunologique limitée (R compris entre 10 et 30) (tableau I), due à une proportion réduite de co-immunogènes (figure 4). Il s'agit alors de souches appartenant à deux **sous-types** différents à l'intérieur d'un même type.

À l'intérieur d'un même type, le **sous-type viral est donc une individualité immunologique majeure**, seulement quantitative, qui s'objective par :

- la bilatéralité des échecs d'immunité lors de vaccination-épreuve ;
- le caractère relatif, mais cependant très élevé, de ces échecs (30 à 40 %) ;
- la réalité d'une certaine immunoatténuation de la maladie d'épreuve des animaux immunisés par rapport aux témoins non immunisés ;
- l'impossibilité pratique d'une vaccination hétérologue de sous-type à sous-type.

**Conséquences**

**Pour l'immunisation des animaux, la protection obtenue entre sous-types est insuffisante, le plus souvent, et il est nécessaire d'introduire dans le vaccin le sous-type contre lequel on veut protéger** (toutefois, pour des animaux vaccinés depuis plusieurs années, la protection peut être suffisante).

**3.3. Notion de variante**

La protection croisée peut être plus élevée (R compris entre 30 et 70) (tableau I et figure 4) : il s'agit alors de **variantes** différentes. Dans ce cas, les échecs sont encore bilatéraux, mais en faible nombre ; la quantité de co-immunogènes est importante : **l'introduction dans le vaccin de chacune des variantes n'est pas nécessaire, car la protection croisée obtenue peut être suffisante avec un vaccin concentré et puissant**. Cette notion de variante est de plus en plus délaissée en raison de l'impossibilité d'énoncer des critères objectifs de classification des variantes.

### 3.4. Notion de dominante

Il arrive également que la protection croisée soit unilatérale, complète dans un sens, incomplète dans l'autre (tableau I) : la souche qui protège complètement contre l'autre est appelée **dominante**, l'autre, dominée ; la dominante possède une « surface » immunologique supérieure à la dominée. Il est évident que l'on a intérêt à choisir des souches dominantes pour les formules des vaccins.

### 3.5. Notion d'identité

Enfin, la protection entre deux souches peut être totale (tableau I).

## 4. METHODES D'IDENTIFICATION DES SOUCHES VIRALES

Il existe plusieurs méthodes d'identification des sérotypes et des sous-types :

- **Parenté immunogénique** : Il est possible d'étudier deux souches de virus aphteux et de définir leur parenté sur le plan immunologique (souches très voisines ou très éloignées) à l'aide de la vaccination-épreuve.
- **Parenté sérologique** : À l'aide de la réaction de fixation du complément, ou à l'aide de la méthode ELISA, il est possible de définir la parenté sérologique entre deux souches de virus aphteux.
- **Inventaire des sérotypes et des sous-types** : La notion de sérotype dépend des propriétés antigéniques de certaines protéines virales ; elle est liée à la capacité de réaction d'un virus en présence d'un sérum contenant des anticorps neutralisants (*par exemple, les virus de sérotype O ne sont pas neutralisés par des sérums contenant des anticorps contre le sérotype Asia1*). Chaque sérotype de virus aphteux comprend divers sous-types ou variantes :
  - A (Ardennes) : 32 sous-types ou variantes dont A<sub>22</sub> (Moyen-Orient)
  - O (Oise) : 11 sous-types dont O Pan Asia
  - C (ordre alphabétique) : 5 sous-types
  - S.A.T.1 (South African Territories) : 6 sous-types
  - S.A.T.2 : 3 sous-types
  - S.A.T.3 : 4 sous-types
  - Asia<sub>1</sub> : 3 sous-types

La distribution géographique de ces sérotypes est variable : les sérotypes O, A, C sont ubiquistes ; les autres sérotypes sont qualifiés d'« exotiques », dans la mesure où ils sévissent uniquement en pays chauds (Afrique, Asie) (Voir paragraphe « Répartition géographique »). Le sérotype C n'a plus été identifié dans le monde depuis plus de 14 ans. Comme indiqué précédemment, les souches actuellement isolées sont surtout étudiées à l'aide de méthodes de biologie moléculaire.

- **Topotype** (notion de géographie) : la notion de topotype fait référence à des similitudes génétiques entre des souches isolées, dans le même endroit géographique. Le topotype EA désigne par exemple des souches isolées en Afrique de l'Est (East Africa), ayant des séquences génétiques identiques ou voisines.
- **Lignage** (notion de temps) : la notion de lignage en virologie est liée aux évolutions génétiques communes dans le temps. Les virus de la F.A. qui ont évolué de façon similaire appartiennent au même lignage.

## BILAN

Il existe 7 sérotypes de virus aphteux : 3 sérotypes dits « ubiquistes » (A, O, C) et 4 sérotypes dits « exotiques » (SAT1, SAT2, SAT3, Asia1). Chaque sérotype de virus aphteux possède une grande diversité de souches, qui peuvent être identifiées à l'aide de méthodes de biologie moléculaire.

Cette pluralité antigénique se caractérise par une absence de protection croisée entre les sérotypes viraux : un animal ayant été infecté par un sérotype viral peut donc être de nouveau infecté par un autre sérotype. Concernant la prophylaxie médicale, il est indispensable de connaître le ou les sérotype(s) contre le(s)quel(s) on souhaite protéger les animaux, afin d'adapter la formulation du vaccin : cela implique une surveillance constante des souches circulantes, et une possibilité de modification de la formulation du vaccin, dans le temps et dans l'espace. Il est également souvent nécessaire d'introduire dans le vaccin le sous-type contre lequel on souhaite protéger les animaux.

L'infection par un sérotype ne confère pas d'immunité contre un sérotype différent. Dans de nombreux pays où la F.A. est enzootique, plusieurs sérotypes circulent souvent en même temps. Dans ce contexte, il faudrait alors vacciner contre les différents sérotypes de virus aphteux pour être efficace.

## PATHOGÉNIE

### I. INCUBATION

À la suite d'une contamination, le virus se réplique au niveau du site d'entrée, généralement dans la muqueuse et les tissus lymphoïdes associés à l'appareil respiratoire supérieur. Le virus peut être détecté dans l'oropharynx un à trois jours avant le début de la virémie et l'apparition des signes cliniques.

La période d'incubation est d'environ un à 15 jours, mais elle est plus généralement de deux à cinq jours. Elle dépend de la dose virale, de la souche virale, de l'espèce, de l'existence d'une immunité préalable et de l'état physiologique.

Les animaux infectés commencent à excréter avant la fin de la période d'incubation, lors d'une phase d'excrétion virale présymptomatique 48h avant l'apparition des premiers signes cliniques. Ainsi, avant même les prodromes, le sujet est donc déjà contaminant par voie aérienne, l'invasion lymphohématogène et de l'oropharynx s'étant produite. Le virus a même été détecté dans le lait jusqu'à quatre jours avant les premiers signes cliniques.

### II. PHASE CLINIQUE

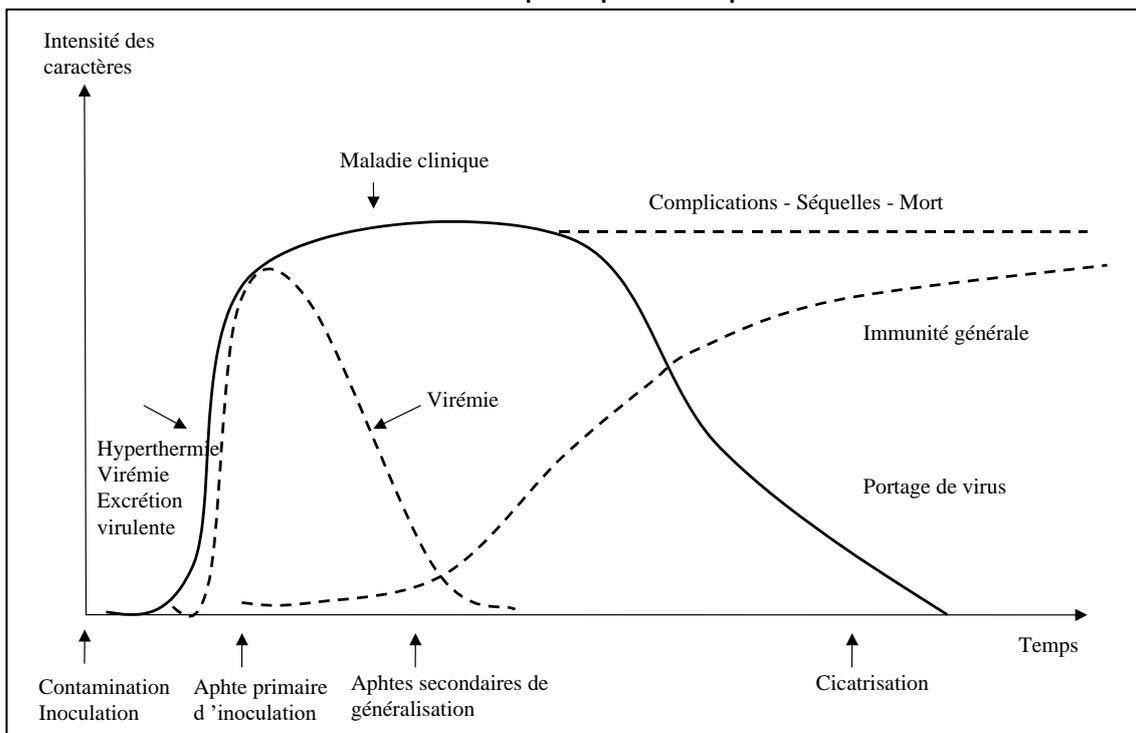
L'évolution clinique de la fièvre aphteuse s'accomplit généralement en une quinzaine de jours, alors que l'immunité post-infectieuse peut s'étendre sur de nombreux mois, sinon des années (figure 5). Cette évolution peut varier selon les espèces animales infectées.

Suite à la première réplication, le virus atteint la circulation sanguine où il peut circuler pendant trois à cinq jours. La phase fébrile se situe pendant cette phase virémique.

Une phase secondaire de réplication se produit alors dans les principaux sites de prédilection : la zone sans poils de la bande coronaire, l'espace interdité, la langue, les gencives, les trayons, la glande mammaire, et le cœur chez les jeunes animaux. Pendant cette phase, des vésicules (aphtes) se forment sur les sites de réplication secondaire. Au cours de la phase aiguë de la maladie, toutes les sécrétions et excréments des animaux infectés sont virulents (salive, urine, selles, lait, semence).

**FIGURE 5**

**Evolution théorique du processus aphteux**



---

### III. PHASE POST-CLINIQUE et PORTEURS SAINS

---

Excepté les complications septiques des aphtes, la mort des jeunes sujets et les séquelles cardiaques irréversibles, la convalescence s'amorce et la **guérison clinique** apparente est constatée en une dizaine de jours environ. L'excrétion du virus cesse habituellement environ 4-5 jours après l'apparition des vésicules, sauf dans les sécrétions oesophago-pharyngées (Alexandersen et al., 2003 ; Charleston et al., 2011).

Certains animaux peuvent présenter une **excrétion virale post-clinique tardive**. Ainsi, chez les ruminants (mais pas chez les porcs), le virus de la F.A. peut persister jusqu'à 28 jours après l'infection et au-delà dans l'oropharynx. Jusqu'à 50 % des ruminants peuvent demeurer infectés de manière persistante après la guérison clinique et cela, indépendamment du statut immunitaire de l'animal. Ces animaux, qui ne présentent pas de signes cliniques, sont appelés **porteurs sains**. La durée de persistance a été estimée jusqu'à 3,5 ans chez les bovins, neuf mois chez les ovins et au moins cinq ans chez les buffles africains. Ainsi, des observations de terrain entre 1989 et 1991 au Zimbabwe ont permis d'établir un lien entre des buffles africains porteurs sains et des foyers de F.A. chez des bovins alentours. L'excrétion du virus est alors intermittente, à un niveau faible, et diminue avec le temps (Alexandersen *et al.*, 2003 ; EuFMD, 2017).

---

### IV. IMMUNITÉ

---

L'immunité, principalement de nature humorale, est supportée par les IgG : elle est précoce (10<sup>ème</sup> au 15<sup>ème</sup> jour) et prolongée (plusieurs mois après vaccination, des années après la maladie). Les anticorps peuvent ainsi être détectés par ELISA 3 à 5 jours après les premiers signes cliniques, et des niveaux élevés d'anticorps sont atteints deux à quatre jours plus tard (soit cinq à neuf jours après l'apparition des signes cliniques). Le titre d'anticorps reste élevé pendant des mois après l'infection, et reste détectable pendant plusieurs années chez les ruminants. Il peut être détectable pendant quelques mois seulement chez les porcs, en particulier chez les jeunes animaux en pleine croissance (Alexandersen *et al.*, 2003).

**Cette immunité protège les animaux guéris ou vaccinés, vis-à-vis de la maladie provoquée par des souches homologues. Cependant, à l'instar de ce que l'on constate dans de nombreuses maladies virales, elle n'empêche pas la multiplication locale et restreinte de souches sauvages ayant pu contaminer les animaux guéris ou vaccinés.**

#### Conséquences

Ainsi, un bovin vacciné puis accidentellement contaminé demeure apparemment sain, mais peut assurer la multiplication du virus et son excrétion. Un tel bovin est donc dangereux sur un plan épidémiologique.

C'est cette notion qui a conduit le législateur à ordonner l'abattage de tous les animaux réceptifs présents dans un foyer, y compris les animaux vaccinés (en France, dans le passé) qui, certes demeureraient cliniquement sains, mais pourraient jouer le rôle de propageurs insidieux du virus.

## SIGNES CLINIQUES et LÉSIONS

En général, la F.A., quel que soit le type viral en cause, présente 3 caractères cliniques :

- **maladie éruptive**, elle se développe, après l'incubation, en 3 phases : fébrile initiale, éruptive secondaire, de complication septique des lésions ;
- ses manifestations, dues à un virus **dermotrope**, sont essentiellement cutanéomuqueuses, sous forme d'aphtes ;
- la composante **myotrope** du virus entraîne des séquelles cardiaques graves, surtout chez les jeunes.

L'incubation dure de deux à sept jours en moyenne, avec des extrêmes de 36 heures à 20 jours (intérêt majeur, autrefois, pour définir l'antériorité de la maladie à la vente dans les litiges commerciaux) (Alexandersen *et al.*, 2003). La durée de la période d'incubation dépend de la dose d'agent pathogène : une dose plus élevée est susceptible de conduire à une durée d'incubation plus courte. Elle est également dépendante de la souche du virus, de l'espèce animale, de l'existence ou non d'une immunité préexistante, de l'état physiologique de l'individu et de la voie de transmission.

### I. FORMES CLINIQUES RÉGULIÈRES

#### 1. CHEZ LES BOVINS

La période virémique (2 à 3 jours) et fébrile initiale se traduit par des signes généraux, notamment abattement, inappétence, irrégularité de la rumination, hyperthermie (40°C voire davantage). Les prodromes de l'éruption se manifestent alors (chaleur et rougeur de la peau et des muqueuses, surtout au mufle et dans la bouche).

Des **aphtes** apparaissent alors progressivement. Ils correspondent à des vésicules dont le centre est pâle et bombé, de forme arrondie ou ovale et de dimension variable -d'un grain de mil à une pièce de monnaie-, pouvant être confluentes. **Trois localisations principales** sont touchées :

- **Bouche** : l'ensemble de la muqueuse buccale peut être atteint (face interne des lèvres et des joues, gencives, bourrelet, palais, et plus particulièrement la langue dont l'épaisseur de muqueuse peut masquer les vésicules, qui sont alors surtout décelables à la palpation). Les lèvres, le mufle sont parfois atteints. En 3 à 5 jours, la lymphe aphteuse, claire et plus ou moins abondante, devient louche puis s'écoule après abrasion du couvercle de l'aphte en laissant un ulcère superficiel rouge vif, finement granuleux, rapidement cicatrisé.  
Les signes cliniques fonctionnels associés sont principalement une **sialorrhée** abondante et filante, un grincement des dents, une préhension difficile et une mastication lente et pénible.
- **Onglons** : les aphtes siègent sur la couronne et, surtout, dans l'espace interdigité ; plus petits et plus irréguliers en raison de l'épaisseur des téguments, rapidement abrasés et purulents par pollution bactérienne, ils évoluent en ulcères profonds. Parfois appelée « *mal des onglons* », la F.A. se manifeste alors par une **boiterie**, des piétinements sur place, et une extrême sensibilité à l'appui ou à la pression.
- **Mamelle** : Sous forme d'une thélite vésiculeuse ; les aphtes isolés ou confluentes siègent sur les trayons et à l'orifice du canal galactophore ; ils entraînent une douleur extrême et de **vigoureuses défenses à la mulsion**.

**Ainsi, les signes cliniques de la F.A. chez les bovins incluent : l'abattement, l'anorexie, la fièvre, la boiterie, la chute de production laitière, la sialorrhée, et l'existence de vésicules et/ou d'ulcères sur le mufle, à l'intérieur de la bouche, sur les pieds et les trayons.** Chez les vaches laitières, la chute de lait se produit souvent avant l'apparition d'autres signes cliniques. La salivation peut être abondante et les animaux infectés peuvent « mâcher » et grincer des dents à cause de la douleur au niveau de la bouche. Il peut également y avoir une mort subite chez les veaux, en raison d'une myocardite, et les vaches gestantes peuvent avorter (l'avortement est toutefois une complication rare chez les bovins).

La **guérison** locale par cicatrisation sous-crustacée des ulcères, et le rétablissement des fonctions digestives et de la production laitière, s'accomplit généralement en **8 à 15 jours** environ, sauf complications.

#### 2. CHEZ LES OVINS ET LES CAPRINS

Les signes cliniques sont souvent plus discrets. Les vésicules peuvent être présentes sur la langue et la gencive, mais sont souvent petites et peuvent être difficiles à voir. Au niveau des pieds, les vésicules sont présentes sur le bourrelet coronaire et dans l'espace interdigité, et se traduisent généralement par une **boiterie**, d'un seul membre le plus souvent.

À ce tableau général, sont généralement associés : des **avortements**, une **mortinatalité** élevée des agneaux et des chevreaux, pouvant constituer un signe d'appel.

Certaines souches peuvent n'entraîner qu'une **expression clinique discrète** chez les ovins ; ainsi, la souche Pan Asia de sérotype O sévissant en Grande-Bretagne en 2001 n'a entraîné qu'un taux de morbidité de l'ordre de 5 p. cent.

Puisque la FA chez les ovins est souvent moins grave cliniquement, ils peuvent être considérés comme des « **excréteurs silencieux** », donc transmettre la maladie sans montrer de signes cliniques évidents.

### **3. CHEZ LES PORCINS**

Au début de la maladie, les porcs sont silencieux, « trop » calmes. Les **localisations podales** sont **fréquentes et graves** ; elles constituent même parfois le seul signe clinique, illustrant l'extrême sensibilité de la région au virus aphteux. Des aphtes et/ou ulcères sont présents au niveau de la bande coronaire, sur le bulbe du talon ou dans l'espace interdigité. L'ensemble de l'onglon peut se détacher. Les porcs présentent une démarche caractéristique, on dit qu'« *ils marchent sur des aiguilles* », ou peuvent s'asseoir dans une position « *chien assis* ». Des vésicules peuvent également être visibles dans la bouche et à l'extrémité du groin.

Chez les porcelets, la mortalité est élevée (en raison d'une myocardite).

#### **BILAN**

**L'excrétion du virus peut commencer 2 jours avant l'apparition des signes cliniques. Le virus a même été détecté dans le lait jusqu'à 4 jours avant les premiers signes cliniques.**

**La F.A. se caractérise par la formation de vésicules puis d'ulcères dans la bouche et sur le mufler, les trayons et les pieds. La mortalité est faible chez les adultes, mais peut être fréquente chez les jeunes porcelets, veaux et agneaux.**

**La symptomatologie aphteuse est à retenir afin de reconnaître le plus précocement le premier cas dans un foyer, qui exige son extinction immédiate par abattage de tous les malades et contaminés. Les signes cliniques chez les porcs doivent notamment être bien connus, puisqu'ils peuvent excréter des grandes quantités du virus dans l'air exhalé et sont considérés comme des « amplificateurs » du virus. Les ovins peuvent être considérés comme des « excréteurs silencieux », donc transmettre la maladie sans présenter de signes cliniques évidents.**

*NB : L'infection par le virus de la F.A. peut être mortelle chez les jeunes, et peut engendrer la mort fœtale par avortement. En outre, les porcs SPF très sensibles, développent des lésions très prononcées (chutes d'onglons en 3 jours, lésions mammaires, vastes phlyctènes abdominales).*

---

## **II. COMPLICATIONS ET SÉQUELLES**

Les complications assombrissent le pronostic généralement bénin de la F.A., et légitiment la prophylaxie. Dérivant des lésions aphteuses surinfectées, elles concernent :

- **la bouche** (suppurations, ulcères, amaigrissement considérable par difficulté d'alimentation) ;
- **les onglons** (suppurations, décollement et chute de l'onglon chez le porc, nécrose des tendons et ligaments) avec état général profondément altéré et fonte musculaire ;
- **la mamelle** (mammite par rétention, fonte purulente).

Des complications générales peuvent également survenir (maladies de sortie : pasteurellose, salmonellose, theilériose...).

#### **Séquelles :**

La séquelle la plus grave est la myocardite post-aphteuse (insuffisance cardio-respiratoire, amaigrissement) responsable de la non-valeur économique des sujets guéris

---

## **III. LÉSIONS**

Deux types de lésions peuvent être constatés :

- Des **lésions éruptives**, dont la lésion fondamentale épithéliale, l'**aphte**, est une vésicule superficielle, localisée dans l'épiderme, n'entraînant aucune atteinte de la couche germinative et guérissant rapidement sans cicatrice, sauf complication septique. Les aphtes peuvent évoluer en **ulcères** (perte de substance plus ou moins profonde). **Compte tenu de la fragilité des vésicules, les ulcères sont généralement plus fréquemment rencontrés sur le terrain.**
- Des **lésions non éruptives** représentées essentiellement par une myocardite aiguë chez les jeunes (cœur mou, pâle, friable, marbré de taches gris-rouge ou jaunes) avec dégénérescence cirreuse (cœur tigré de Kitt). Une myosite peut également être présente.

**Datation des lésions**

Il est possible d'estimer « l'âge » d'une lésion de F.A., et donc d'estimer la date d'apparition des signes cliniques. Dater les lésions est important pour les enquêtes épidémiologiques : en effet, connaître l'âge d'une lésion permet d'établir une période au cours de laquelle les signes cliniques sont apparus, et donc, la période la plus probable d'infection. Cela permet également d'en déduire quand l'excrétion virale a probablement commencé, ce qui permet de tracer la propagation du virus. Lorsqu'on cherche à dater une lésion afin de déterminer la date probable de l'infection d'un groupe d'animaux, il est important d'examiner tous les animaux à la recherche des lésions les plus anciennes.

Chez les bovins et les ovins, pour dater les lésions, il est préférable d'utiliser les lésions au niveau de la bouche. En effet, les lésions au niveau des pieds sont souvent altérées par des infections secondaires, et sont souvent cachées par la saleté (il faut alors nettoyer et enlever les poils de la bande coronaire pour pouvoir les observer). Chez les porcs, les lésions au niveau du pied sont les plus utiles pour dater les lésions.

Le tableau II (adapté de Kitching et Mackay, 1995, pour les ruminants) décrit l'aspect approximatif des lésions considérant le jour 0 comme le moment où une lésion commence à se développer (EuFMD, 2017). La datation des lésions n'est qu'une **estimation** : il existe une marge d'incertitude, qui augmente à mesure que l'âge des lésions augmente. À titre indicatif, pour des lésions âgées jusqu'à 5 jours pour les bovins et les moutons, il est possible d'avoir une précision de  $\pm 1$  jour. La datation devient moins précise pour des lésions de 5 à 7 jours, et il est impossible de dater avec précision des lésions de plus de 7 jours.

**TABLEAU II**

**Estimation de l'âge des lésions de FA selon leur aspect** (adapté de Kitching et Mackay, 1995 ; Formation EuFMD 2017)

<b>Jour de maladie clinique</b>	<b>Aspect de la lésion</b>
<b>Jour 1</b>	Blanchissement de l'épithélium suivi par la formation de vésicules remplies de liquide
<b>Jour 2</b>	Vésicules récemment rompues caractérisées par un épithélium à vif. La lésion a un bord net et il n'y a aucun dépôt de fibrine.
<b>Jour 3</b>	Les lésions commencent à perdre leur démarcation nette et leur couleur rouge vif. Un dépôt de fibrine commence à se former.
<b>Jour 4</b>	Un dépôt de fibrine considérable s'est formé et la régénération de l'épithélium est évidente à la périphérie de la lésion.
<b>Jour 7</b>	Grande formation de tissu cicatriciel (guérison achevée). Des dépôts de fibrine sont en général toujours présents.

# ÉPIDÉMIOLOGIE

## I. ÉPIDÉMIOLOGIE DESCRIPTIVE

### 1. ALLURE DE LA MALADIE

Autrefois, la F.A. se présentait le plus souvent, en pays continentaux (France), comme une enzoo-épizootie, comprenant (figure 6) :

- une **enzootie** permanente, latente, et entretenue à bas bruit par les porteurs de virus,
- des **pics épizootiques**, se manifestant à intervalles variables.

Les variations d'incidence étaient conditionnées :

- **pour les périodes enzootiques** : par l'existence d'une immunité post infectieuse et de porteurs sains (sources permanentes de virus),
- **pour les flambées épizootiques** : par les rassemblements d'animaux (foires, marchés, commerce, ...) permettant des échanges de sérotypes viraux.

Parfois cependant, dans les pays protégés par leur insularité (comme la Grande-Bretagne par exemple), la F.A. était **de type épizootique pur intermittent**, les pics épizootiques étant séparés de périodes entièrement silencieuses (figure 6).

Dans différents pays, la F.A. demeure **enzootique** avec, parfois, des **pics épizootiques**.

Les épizooties de F.A. de faible ampleur rencontrées en Europe entre 1980 et 2000 ne correspondent plus à l'épidémiologie classique de la maladie, en raison des mesures de prophylaxie appliquées depuis plus de 30 ans (figure 7). Cette allure épidémiologique, artificiellement modifiée par les mesures de lutte largement appliquées, risque de faire oublier le visage épidémiologique habituel de la F.A. qui est celui d'épizooties sévères, à large diffusion dans l'espace et à incidence mensuelle ou annuelle très élevée. L'épizootie de Grande-Bretagne de 2001 a rappelé brutalement le potentiel épidémiologique de cette maladie (figure 8).

FIGURE 6

**Evolution de la fièvre aphteuse en France et en Grande-Bretagne de 1907 à 1963 (courbes semi-logarithmiques)**

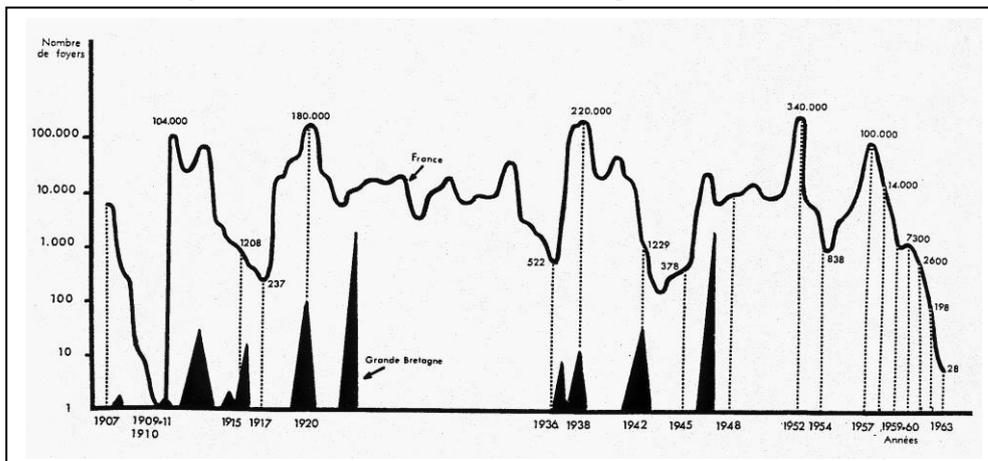


FIGURE 7

**Représentation schématique de l'incidence annuelle de la fièvre aphteuse en France de 1957 à 1984 (Remarquer la différence d'échelle entre les deux graphiques)**

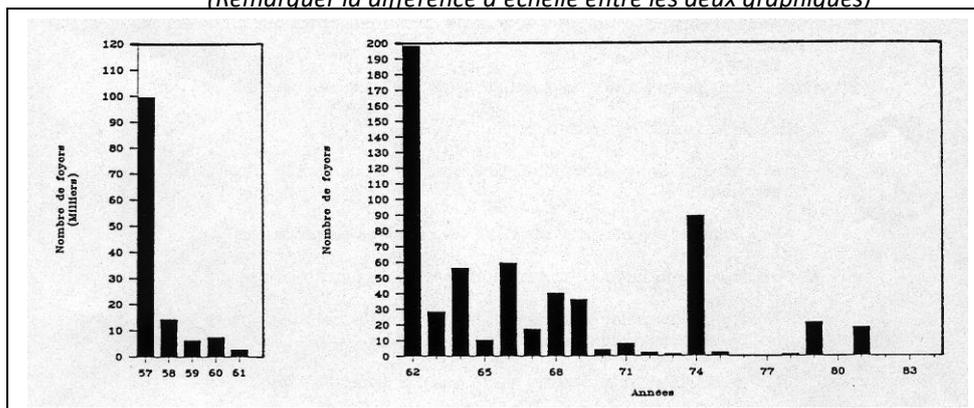
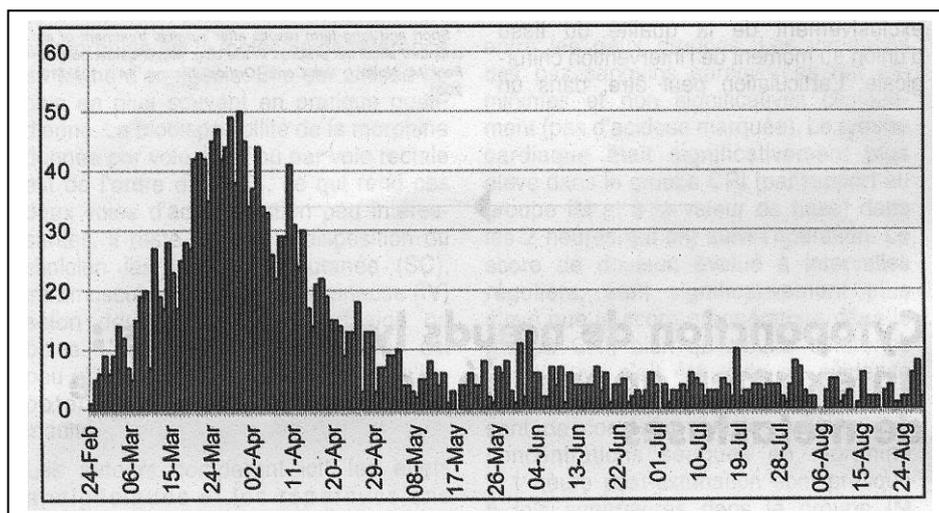


FIGURE 8

Evolution de l'incidence quotidienne des foyers de fièvre aphteuse en Grande-Bretagne de février à fin août 2001



## 2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE : EVOLUTION DE LA FIEVRE APTEUSE DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE

Dans le monde, la F.A. se développe d'une manière différente selon :

- l'importance et la répartition des populations sensibles,
- les mesures de lutte adoptées,
- la situation géographique des pays,
- les types viraux régionaux.

**Actuellement, la F.A. est présente dans plusieurs pays et constitue une menace pour d'autres. Les pays de l'Union Européenne sont indemnes depuis plusieurs années, mais la F.A. sévit à l'état enzootique dans de nombreux pays, notamment en Afrique et au Moyen-Orient (prévalence élevée), en Afrique du Sud, en Asie-Centrale et du Sud-Est et sur le continent Indien.**

### ➤ Europe

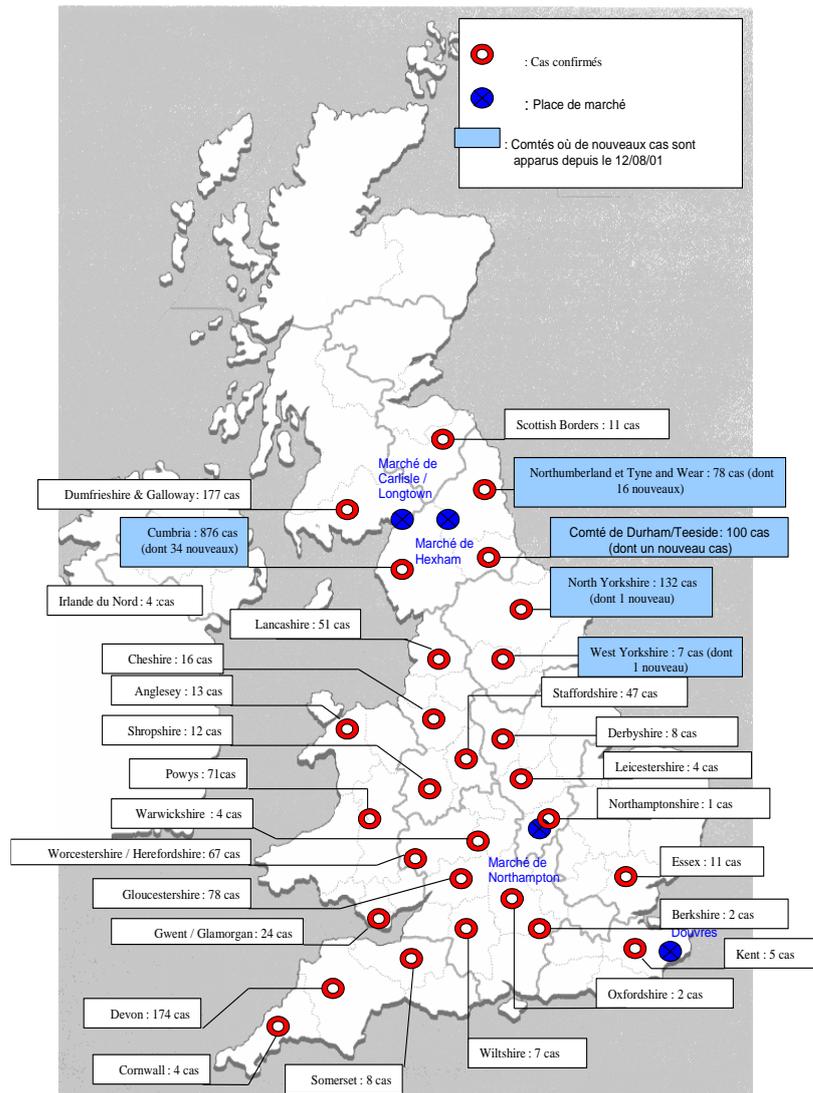
Dans le passé, **l'Europe** a connu la fièvre aphteuse de manière enzoo-épizootique. Suite aux mesures de contrôle, la situation s'est nettement améliorée, avec une disparition de la maladie, sauf quelques alertes en général vite maîtrisées. Cependant, l'existence de nombreux pays où la maladie sévit à l'état enzootique (Afrique, Proche-Orient, Moyen-Orient, Extrême-Orient, Amérique du sud) avec parfois des épizooties, associée à la mondialisation, constitue une **menace permanente pour l'Europe** ; menace concrétisée de façon spectaculaire au premier semestre 2001.

Ainsi, en **2001, l'épizootie de Grande-Bretagne**, à virus de sérotype O souche Pan Asia, a rappelé le potentiel explosif de la fièvre aphteuse en pays indemne ne vaccinant pas contre la maladie et surpris par une introduction méconnue pendant deux ou trois semaines, ayant abouti à une dispersion des foyers dans de nombreuses régions (figure 9). Plus de 2 000 foyers ont été identifiés en Grande-Bretagne, et plus de 6 millions d'animaux ont été abattus. Trois autres pays ont été touchés, mais de manière beaucoup plus restreinte : l'Irlande (1 foyer), la France (2 foyers) et les Pays-Bas (26 foyers). Les abattages massifs effectués en Grande-Bretagne (sans vaccination) et aux Pays-Bas (après vaccination d'urgence) pour juguler l'épizootie de 2001 ont heurté l'opinion publique.

Par ailleurs, en **août 2007**, quelques foyers ont été enregistrés dans la province du Surrey en **Grande-Bretagne** (sud de Londres) à proximité de deux laboratoires voisins (un public et un privé), de Pirbright. La souche identifiée dans les deux foyers confirmés étant identique à une souche de laboratoire manipulée par ces deux laboratoires pendant la période critique permet de suspecter fortement un défaut de biosécurité ayant conduit à une fuite du virus de l'un des deux laboratoires.

FIGURE 9

Carte de Grande-Bretagne indiquant la répartition géographique du nombre cumulé de foyers de fièvre aphteuse au 3 septembre 2001



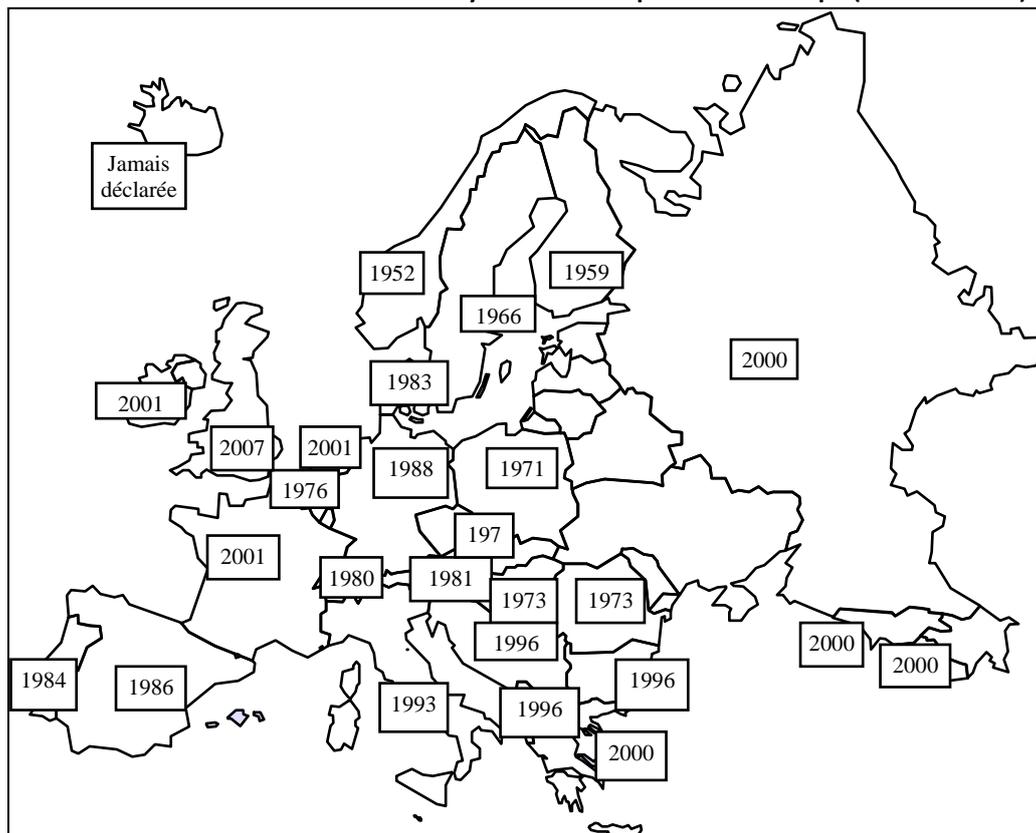
Les exemples cités ci-dessous illustrent certains cas d'introduction de F.A. en Europe au cours des dernières années :

- Sud et le nord de l'Italie (1993) : le virus aphteux semble y avoir été introduit par des animaux destinés en fait à la Bosnie comme aide alimentaire en provenance de Turquie.
- Grèce (1994, 1996, 2000) : c'est un pays particulièrement menacé dans la zone frontalière (Thrace) avec la Turquie, réservoir de diverses souches de virus aphteux.
- Balkans (1996) : sous-type A<sub>22</sub> en Albanie, en Macédoine, au Kosovo ; l'origine semble être une importation de viande bovine en provenance d'Inde ou d'Arabie saoudite.
- Bulgarie (2011) : foyers bovins dus à la circulation de sangliers infectés en provenance de Turquie.
- Partie européenne de la Russie (2016) : sérotype Asia 1, ayant induit la mise en place d'une vaccination d'urgence en périphérie du foyer.

La **France** a mis en œuvre un programme de prophylaxie médico-sanitaire de 1960 à 1991, et a réussi à obtenir, progressivement, comme dans la plupart des pays d'Europe, une disparition de la maladie et du virus. **La France a été reconnue officiellement indemne du 17 avril 1981 au 13 mars 2001**, et est **redevvenue indemne le 23 juin 2001** (3 mois après le dernier foyer issu d'une contamination par la Grande-Bretagne). La figure 10 indique la date d'enregistrement du dernier foyer pour chaque pays de l'Europe.

FIGURE 10

## Années des dernières déclarations de foyers de fièvre aphteuse en Europe (AFSSA LERPAZ).



### ➤ Proche-Orient

Le Proche-Orient est une zone d'enzootie, dangereuse en raison de l'augmentation de circulation des animaux dans le carrefour : Iran, Turquie, Géorgie, Arménie, Azerbaïdjan et de la dégradation économique de certains de ces pays. Les mouvements d'animaux, en particulier de moutons, peuvent être à l'origine de circulation du virus et de l'introduction de nouvelles souches. L'Europe est particulièrement menacée par cette région du monde, proche ; ainsi, en 2011 (janvier) des foyers ont été identifiés sur des sangliers en Bulgarie dans une zone proche de la Turquie.

Des foyers ont été identifiés en Israël en mai et juin 2017 (sérototype A, souche A/Asia/G-VII et sérototype O), puis en juillet 2017 (SAT-2), avril 2018 (sérototype O), et 2019 (sérototype O, topotype Middle East-South Asia), 2022 (sérototype O). Des foyers à sérototype O ont été identifiés en Jordanie en mars 2017 (les derniers cas déclarés dans ce pays dataient de 2006).

La Turquie est touchée en 2023 par une nouvelle épizootie : en juin, elle comptait 26 foyers de sérototype SAT-2, sérototype dont elle était indemne depuis 13 ans. Le sérototype O est quant à lui enzootique en Turquie depuis plusieurs années. Une vaccination d'environ 800 000 bovins et ovins contre le sérototype SAT-2 a été mise en place. Au total, 2,5 millions de doses d'un vaccin tétravalent (sérotypes O, A, Asia1 et SAT-2) ont été expédiées sur le terrain (BHVS Plateforme ESA du 23/05/2023).

En janvier 2023, le sérototype SAT-2 a également été détecté pour la première fois en Irak (~50 foyers en juin 2023) et en Jordanie (1 foyer), où les sérotypes O et A étaient déjà présents. Les premiers résultats ont permis d'identifier une souche étroitement apparentée à des souches qui circulent en Éthiopie. Le risque de propagation dans la région est considéré élevé du fait de l'absence de campagnes de vaccination préventive contre ce sérototype, et compte tenu de l'absence d'immunité croisée entre les sérotypes de fièvre aphteuse (BHVS Plateforme ESA du 23/05/2023).

### ➤ Asie

L'Asie comprend de nombreux pays où des virus aphteux circulent. La souche Pan Asia de sérototype O (O/ME-SA/Pan Asia) a beaucoup circulé dans cette région et à plus longue distance. Elle a été identifiée initialement dans le nord-est de l'Inde en 1990, et ultérieurement, au Népal (1993), au Bangladesh (1996), au Boutan (1998), en Chine (2023), à Taiwan, en Corée, au Japon (2000, après plus de 80 ans sans foyer, puis en 2010) et en Mongolie (2016, 2017, 2018, 2023). Des foyers à virus O (O/ME-SA/Ind2001d) ont été recensés en Russie en 2016, 2017, 2018. Des foyers à type A et O ont été détectés en 2018 en Chine. Les types Asia 1 et A circulent également dans certains pays d'Asie, comme en

Chine ou en Russie (2013), au Bangladesh (2012, 2013, 2017), à Myanmar (souche Asia1/ASIA/G-VIII, janvier 2017). Le Népal a présenté près de 45 foyers (types A et O) au cours du premier semestre 2017, puis des foyers dus au sérotype Asia ont été détectés pour la première fois depuis 2013 en janvier 2018. Des foyers à sérotype A ont été détectés en Chine en mai 2017. Récemment, une souche de sérotype A, topotype Asia, génotype VII (A/ASIA/G-VII) présente depuis plusieurs années en Asie du Sud, est devenue prédominante en Inde. En 2010, cette même souche a été rapportée à Myanmar, puis au Népal par exemple en août 2017 (événement considéré comme terminé). En 2015, elle est apparue pour la première fois au Moyen Orient et a été notifiée en Iran, Arabie Saoudite, Turquie et Arménie ; puis en Israël en 2017. La propagation de cette souche vers le Moyen-Orient constitue ainsi maintenant une menace pour l'Europe et l'Asie centrale (Bakkali Kassimi *et al.*, 2016). Les tests de concordance vaccinale réalisés *in vitro* par le laboratoire mondial de référence pour la fièvre aphteuse ont montré une très faible relation antigénique de cette souche avec les souches vaccinales de type A disponibles et utilisées dans la région (voir partie « *Prophylaxie médicale* »). De ce fait, la production d'un nouveau vaccin spécifique de cette souche a été initié (Bakkali-Kassimi *et al.*, 2016). La présence de la valence A/ASIA/G-VII(G-18) dans les banques d'antigènes des pays indemnes est fortement recommandée par le laboratoire mondial de référence pour la fièvre aphteuse. En 2023, des foyers (sérotype O) ont été détectés en Indonésie.

### ➤ **Afrique**

L'Afrique est également une zone d'enzoo-épizootie de F.A. Au sud du Sahara, différents types de virus aphteux circulent en entraînant des pertes sur les races locales. Par ailleurs, il existe un réservoir sauvage (buffle d'Afrique (*Syncerus caffer*) en Afrique australe).

L'Afrique du nord est menacée à partir des pays du Levant. Dans les pays du nord de l'Afrique, seuls le Maroc, l'Algérie et la Tunisie ne signalaient pas de foyers de fièvre aphteuse depuis 1999.

**L'Égypte, la Palestine et la Libye** ont connu en 2012 une épizootie importante liée à un virus de type SAT 2 (habituellement rencontré dans le sud de l'Afrique), ce qui a illustré que ce type viral pouvait, comme les autres, sortir de son berceau d'origine pour gagner d'autres territoires. Ce sérotype a été détecté en Égypte en mai et juin 2016 également. La **Libye** a également été touchée en 2013 par un virus appartenant au lignage O/ME-SA/Ind-2001. En 2020, des foyers ont été détectés au Nord-Ouest de la **Libye**, à une centaine de kilomètres de la Tunisie (sérotype A). Le sérotype A topotype A/Africa/G-IV avait été signalé en 2018 en Égypte et en Algérie, ainsi qu'en Tunisie en 2017. D'après le rapport trimestriel de la commission européenne de lutte contre la fièvre aphteuse (EUFMD), la source de ces foyers n'est pas identifiée mais les mouvements d'animaux depuis le sud du pays et le Tchad sont considérés comme un risque notable. En effet, une enquête sérologique et virologique récente a montré la circulation des sérotypes A, O, SAT1 et SAT2 - avec une prédominance de ce dernier, dans ce pays qui exporte chaque année de nombreux animaux vers la Libye. Du fait de l'insécurité en Libye, les troupeaux sont regroupés dans des zones de pâtures partagées dans le Nord du pays ce qui favorise la transmission. La commission EUFMD a par ailleurs indiqué que la vaccination n'est plus réalisée dans ce pays depuis 2016. De nouveaux foyers (sérotype O) ont été détectés au printemps 2023 en Libye, malgré les campagnes de vaccination ayant eu lieu l'année précédente.

Dans les pays du **nord de l'Afrique**, seuls le Maroc, l'Algérie et la Tunisie ne signalaient pas de foyers de fièvre aphteuse depuis 1999. Toutefois, la **Tunisie** est particulièrement menacée en raison des importations importantes de moutons en provenance d'Égypte et de Libye ; l'intensification de la circulation des moutons dans les semaines précédant la fête de l'Aïd-el-Kébir constituant un facteur de risque important. Ainsi, une importante épizootie a eu lieu en **Tunisie** en **2014** (au total 150 foyers entre avril et octobre), la souche identifiée (lignage O/ME-SA/Ind-2001) étant celle incriminée dans l'épizootie en Libye en 2013. La Tunisie pratiquait la vaccination chez les bovins contre les sérotypes O, A, SAT2 et chez les petits ruminants contre les sérotypes O et SAT2. Suite à l'identification du foyer, des mesures de contrôle ont été prises : abattage des animaux malades, vaccination des animaux contacts et dans un rayon de 5km, désinfection des véhicules, interdiction des mouvements d'animaux. Un foyer à sérotype A (souche A/Africa/G-IV originaire d'Afrique) a été identifié en Tunisie en 2017, ainsi que 14 foyers à sérotype O entre décembre 2018 et mars 2019. Des foyers (sérotype O) ont à nouveau été détectés en 2023 en Tunisie.

L'Algérie et le Maroc, après avoir fermé leur frontière à la Tunisie, ont renforcé les mesures de prévention des mouvements illégaux et la surveillance clinique par sensibilisation des acteurs. Malgré cela, en juillet **2014**, l'**Algérie** déclarait son premier foyer, dont l'origine a été attribuée à l'introduction illégale d'animaux en provenance de la Tunisie (même souche virale identifiée) : 420 foyers y ont ainsi été détectés entre juillet et septembre 2014 ; puis de nouveaux foyers sont apparus en mars **2015** (environ 12 foyers). Suite à l'apparition de ces foyers, une vaccination périfocale a été mise en place (~1 900 bovins et 100 000 petits ruminants, les petits ruminants étant vaccinés pour la première fois). L'Algérie avait retrouvé son statut indemne de F.A. (le dernier foyer recensé à sérotype O était daté du 3 mai 2015), mais des foyers à sérotype A ont été détectés en avril **2017** (souche A, lignage G-IV ; A/Africa/G-IV, souche originaire d'Afrique qui avait été identifiée au Nigeria en 2015). Au 23 mai 2017, le nombre de foyers algériens recensés était de 87. Une vaccination contre les sérotypes A et O a été mise en place en Algérie à partir entre avril et juillet 2017 (au total 67 300 bovins vaccinés, dont 44 900 contre le sérotype O uniquement et 22 400 contre les

sérotypes A et O), puis a été relancée en janvier **2018** (campagne de vaccination tous les 6 mois). Une nouvelle épizootie a touché l'Algérie entre le 28 juin 2018 et le 8 mai **2019** (317 foyers ont été recensés). Des souches de sérotype A et O semblent ainsi circuler (le génotypage des souches O a confirmé la présence du topotype O/EA-3). De plus, toutes les séquences virales prélevées dans les pays du Nord de l'Afrique ont montré de fortes similitudes (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 F.A. soulèvent la question de la connectivité transsaharienne entre les pays du Nord de l'Afrique et les routes précises par lesquelles les virus se transmettent de l'Ouest au Nord de l'Afrique (la route transsaharienne s'étend du Nigéria jusqu'en Algérie). De nouveaux foyers (sérotype O) ont été détectés en avril **2022** en Algérie, au nord-est du pays, trois mois après la détection de foyers à sérotype O en Tunisie. Les analyses phylogénétiques des souches tunisiennes ont confirmé le topotype EA-3, avec 99,4 % d'homologie avec des souches identifiées au Nigéria en 2021, et 97,1% d'homologie avec la souche O/EA-3 qui a circulé au Maghreb en 2018-2019. Ces éléments sont en faveur d'une nouvelle introduction de F.A. à partir de l'Afrique subsaharienne (Plateforme ESA, 2022).

Le **Maroc** a lui aussi signalé des foyers de même souche (6 foyers) entre octobre et novembre **2015**, ayant donné lieu à la vaccination de près de 40 000 bovins ; l'épisode étant considéré comme résolu depuis janvier 2016. Le Maroc avait relancé en 2014 une campagne de vaccination généralisée des bovins (cheptel estimé à 2,7 millions de têtes) d'août à septembre 2014 en deux étapes (la zone frontalière de l'Algérie puis le reste du territoire). Un rappel de vaccination avait eu lieu en février 2015 et devait être à nouveau mis en place en fin d'année. En raison de foyers algériens près des frontières orientales du Maroc, une campagne de vaccination préventive contre les sérotypes A et O a été initiée en juillet 2017, en raison notamment du mode de conduite des troupeaux, principalement pastoral, dans cette zone. En 2019, 45 foyers de F.A. ont été déclarés depuis le début de l'année (sérotype O, 299 ovins, 93 bovins et 24 caprins).

Des foyers à sérotype inconnu (non typés) ont été recensés en 2016, 2017, 2022 en **Namibie**, 2017 en **Zambie**, 2017 et 2018 au **Mozambique** et au **Zimbabwe**. Des cas ont été détectés pour la première fois dans un territoire de la République Démocratique du Congo en juillet 2017 (plus de 800 cas recensés). Le typage de la souche responsable n'a pas été réalisé et les bovins affectés ont été traités avec des antiseptiques et n'ont pas été abattus.

Des foyers ont été signalés en **Afrique du Sud** en août 2017 (sérotype SAT1) et 2022 (sérotype SAT3), et au **Kenya** en mai 2018 (sérotypes A, O, SAT1).

→ L'apparition de la F.A. en Tunisie et sa propagation à l'Algérie et au Maroc au cours des dernières années confirment à nouveau le **rôle des mouvements d'animaux** dans la diffusion de la maladie et l'importance de l'organisation des filières et des intérêts économiques en jeu. **Le Maghreb constitue également une source de danger potentiel pour l'Europe.**

→ Cet exemple illustre la diffusion du virus à partir de zones endémiques, souvent imprévisible. Ainsi, la souche O Ind-2001 (O/ME-SA/Ind-2001) a diffusé initialement à partir du sous-continent Indien où elle était prédominante (et présente depuis presque 15 ans) vers différents pays : les Emirats Arabes Unis (2009 et 2014), l'Arabie Saoudite (2013 et 2014), la Libye (2013 et 2014), la Tunisie (2014), l'Algérie (2015), le Maroc (2015), le Bahreïn (2015) et le Laos (2015).

→ Les analyses phylogénétiques sur les virus détectés en Afrique entre 1986 et 2019 ont montré de nombreuses introductions de souches O/EA-3 en Afrique subsaharienne au cours de ces dernières années, et au Maghreb en 2018-2019 (Plateforme ESA, 2022).

En juillet 2016, la F.A. a touché l'île Maurice et l'île Rodrigues, qui étaient indemnes depuis 1916. Plus de 150 foyers de F.A. ont été identifiés, une campagne de vaccination a été mise en œuvre sur les deux îles et la vigilance vis-à-vis de la F.A. a été renforcée pour La Réunion, située à 220 km de l'île Maurice. En 2021, de nouveaux foyers ont été déclarés à Rodrigues, sur de jeunes bovins non immunisés lors de la campagne précédente ; le nombre d'animaux infectés recensés était d'une centaine début juin 2021. Le type identifié (O/ME-SA/Ind-2001e) est différent de celui isolé en 2016, laissant supposer une nouvelle introduction. Une nouvelle campagne de vaccination a débuté en mai 2021. Aux Comores, plus de 150 cas répartis dans plus d'une cinquantaine de foyers (sérotype O) ont été recensés en 2019, et de nouveaux foyers ont été détectés en 2023 (SAT-1).

### ➤ **Amérique du Sud**

L'Amérique du sud, au prix d'efforts considérables, notamment de vaccination, a réussi à obtenir pour plusieurs pays le statut indemne de F.A. sans vaccination. Cependant, des pays infectés persistaient, tels que le Paraguay, à partir desquels les mouvements d'animaux étaient difficiles à contrôler. Ainsi, par exemple l'Argentine a été déclarée par

l'OMSA indemne de F.A., sans vaccination, en août 2000 ; puis, au cours de ce même mois, des bovins illégalement importés ont été contrôlés et, pour certains, trouvés infectés (isolement du virus A24). En 2001, des milliers de foyers sont apparus, contraignant l'Argentine à reprendre la vaccination sur une très large échelle. La même évolution a été enregistrée au sud Brésil et en Uruguay.

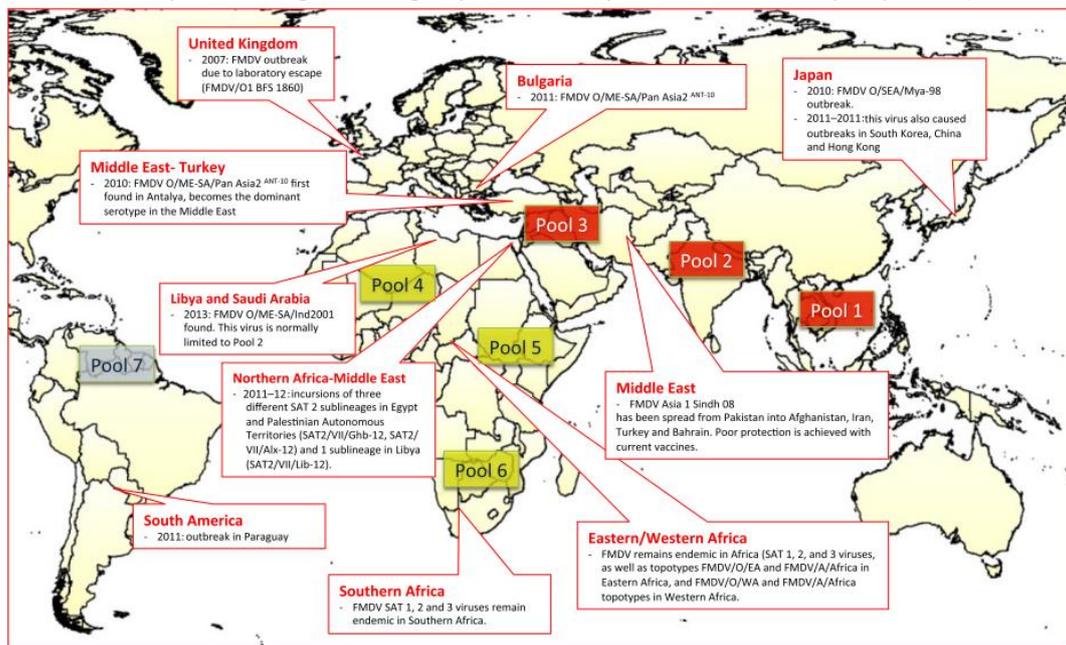
Actuellement, le Chili est reconnu indemne sans vaccination, tandis que l'Uruguay a été reconnu indemne avec vaccination. Parmi les autres pays, certaines zones sont reconnues indemnes, avec ou sans vaccination (Brésil, Argentine). Au Paraguay, le dernier foyer est survenu en 2011 et d'intenses campagnes de vaccination (15 millions d'animaux 3 fois par an) ont eu lieu. Deux zones de ce pays ont récupéré le statut d'indemne avec vaccination en novembre 2013.

Jusqu'en 2017, seul le Venezuela était considéré comme infecté et la Colombie, pays limitrophe, possédait des zones reconnues indemnes sans vaccination, le reste du pays étant considéré indemne avec vaccination. En 2017, quatre foyers (sérotypage O) ont été recensés en Colombie, la dernière occurrence dans ce pays datant de 2009, ce qui a conduit à la perte du statut indemne avec vaccination de ce pays. Une zone de confinement y a été instaurée localement, le reste de la Colombie conservant le statut de zone indemne de F.A. avec vaccination. L'introduction illégale d'animaux infectés a été incriminée.

Ainsi, en Amérique du Sud, certains pays sont reconnus indemnes avec vaccination (par exemple le Paraguay, l'Uruguay), et d'autres sans vaccination (le Pérou et le Chili par exemple). Dans certains pays, certaines zones ont un statut différent au sein du même pays (reconnu indemne avec ou sans vaccination : c'est le cas du Brésil, de l'Argentine et de la Bolivie par exemple) (OMSA, 2018).

Pour l'ensemble du Monde, la figure 11 présente les principales épidémies de F.A. recensées entre 2007 et 2014.

**FIGURE 11**  
**Principales épidémies de Fièvre Aphteuse recensées dans le monde entre 2007 et 2014 (Brito et al., 2015)**  
*(Les « pools » désignent des groupes de virus ayant des caractéristiques proches)*



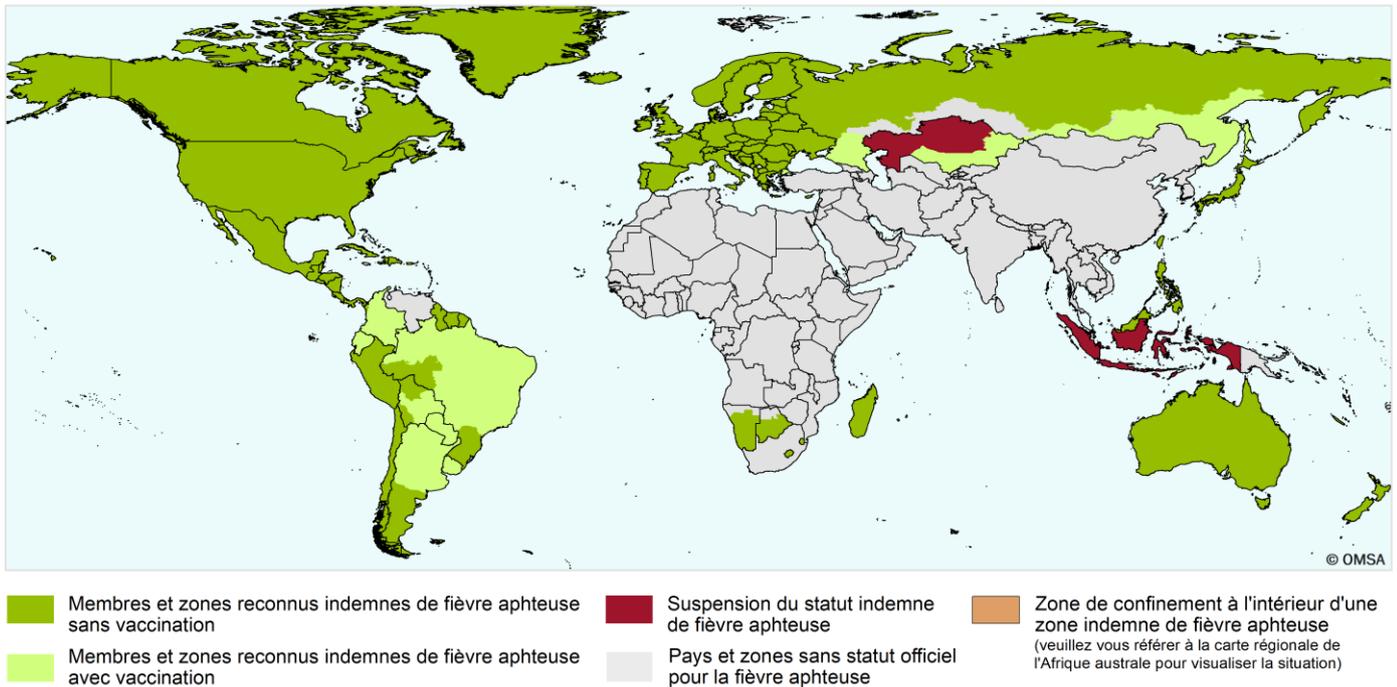
La figure 12 présente les statuts officiels des pays vis-à-vis de la F.A. d'après l'OMSA. **Sont aujourd'hui reconnus indemnes sans vaccination par l'OMSA : l'Amérique du Nord, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Japon, Madagascar et différents pays d'Europe (OMSA, 2022).**

FIGURE 12

Statuts officiels des Pays Membres de l'OMSA vis-à-vis de la fièvre aphteuse en 2023 (Source OMSA)

**Carte du statut officiel des Membres de l'OMSA vis-à-vis de la fièvre aphteuse**

Dernière mise à jour mai 2023



**BILAN**

La F.A. est une maladie cosmopolite : les pays épargnés sont généralement ceux qui bénéficient d'une position géographique particulière telle que l'insularité et qui sont peu importateurs d'animaux.

Absente depuis plusieurs années en Europe, la F.A. constitue toujours une menace, puisqu'elle reste enzootique dans des régions de l'Asie, de l'Afrique et du Moyen-Orient. La propagation du virus à partir de ces zones d'enzootie est souvent imprévisible. La caractérisation des souches isolées lors de l'apparition des foyers permet de suivre l'évolution de cette maladie dans le monde.

**II. ÉPIDÉMIOLOGIE ANALYTIQUE**

**1. SOURCES DE VIRUS**

**1.1. Animaux malades**

L'excrétion virale est massive, mais variable en intensité et en durée.

**Le principal élément contaminant est l'air expiré par les malades qui crée un véritable aérosol infectieux.**

Un bovin excrète  $10^5$  virus par jour et un porc 1 000 fois plus de particules virales infectantes qu'un bovin ; sachant que 10 particules suffisent pour infecter un bovin, un porc élimine ainsi l'équivalent de  $7 \times 10^4$  doses infectantes pour bovin par minute. Un cochon infecté peut produire jusqu'à 400 millions de doses infectieuses (TCID 50) par jour, les ruminants excrètent un maximum de 120 000 doses infectieuses par jour. C'est ainsi que les porcs sont de grands amplificateurs du virus de la FA, ayant la possibilité de produire de grandes quantités de virus aéroporté.

Cette excrétion est plus ou moins importante selon le type de virus.

**Toutes les sécrétions sont virulentes :**

- Les **aphtes** sont très riches en virus, mais leur virulence se tarit dès le 4<sup>ème</sup> jour après leur rupture ; déglutis, ils conditionnent la virulence des **excréments** ;

- La **salive** demeure contagieuse de 6 à 13 jours, de même que les larmes, le jetage et les liquides œsophagiens ;
- Le **sang** ne recèle habituellement plus de virus après 8 jours ;
- Le **lait** (et des dérivés, beurre, fromages frais, petit-lait), virulent précocement, le demeure de manière intermittente pendant 5 à 7 jours ;
- L'**urine** représente l'excrétion la plus dangereuse à long terme chez les sujets aphteux apparemment guéris mais encore excréteurs (cette excrétion a pu être mise en évidence jusqu'à 246 jours chez des buffles d'Afrique), et, par suite, les fumiers et lisiers sont virulents ;
- Les **avortons**, les eaux et les enveloppes fœtales sont virulents lors d'avortements dus au virus aphteux ;
- Le **sperme** et les embryons congelés sont également contaminants ;
- La laine des moutons est aussi contaminante.

Ainsi, l'excrétion du virus peut commencer deux jours avant l'apparition des signes cliniques ou lors de l'apparition des signes cliniques, mais le virus peut être détecté dans le lait jusqu'à 4 jours avant les signes cliniques. L'excrétion du virus cesse environ quatre-cinq jours après l'apparition des vésicules, sauf dans les sécrétions œsophago-pharyngées (Alexandersen *et al.*, 2003 ; Charleston *et al.*, 2011) (l'excrétion peut se poursuivre pendant plusieurs semaines ou mois chez certains individus, on parle alors de porteurs pharyngés chroniques). De grandes quantités de virus se trouvent dans l'air exhalé, en particulier chez les porcs. Le virus est présent dans le liquide des vésicules rompues et dans presque toutes les sécrétions et excréments, y compris sérum, salive et fluide du pharynx, urines, selles, sperme et lait. Il peut également être détecté dans la moelle osseuse, les ganglions et la viande des carcasses.

### 1.2. Viandes et sous-produits

Le problème est capital puisque des **contaminations intercontinentales** (Argentine – Europe, par exemple) ont été déplorées par commerce de viandes congelées. La résistance du virus aphteux dans ces produits conditionne la récupération des animaux abattus et peut expliquer des contagions à longue distance, insidieuses et surprenantes.

- Les **viandes et les abats** (langues) d'animaux infectés, **réfrigérés et congelés dès l'abattage**, conservent intégralement leur virulence pendant des mois. Les carcasses soumises à la maturation lactique (1 à 2 jours à 4°C avec un pH de 6,2, la rigidité étant un indice valable) sont en principe épurées. Toutefois, non seulement la sécurité n'est pas absolue, mais encore l'acidification ne porte que sur les muscles, à l'exclusion des **ganglions lymphatiques**, des **caillots**, des **graisses**, des **viscères** et de la **moelle osseuse** ;
- Les **conserves** carnées posent des problèmes similaires pour le porc (bacon virulent après 55 jours à 15°C) ;
- Les **produits de charcuterie** crus et salés comme les jambons restent virulents 190 jours ;
- Les **glandes endocrines** ont pu être accusées de contagion à longue distance (produits opothérapeutiques d'exportation) ;
- Les résidus de restauration collective distribués aux porcs risquent de créer des circuits épidémiologiques occultes sans mesure par rapport aux avantages économiques, d'où leur stérilisation thermique (ébullition) ou l'interdiction de leur commerce.

### 1.3. Porteurs de germes et véhicules

Ils représentent la source de contagion la plus dangereuse car occulte et prolongée.

- Les **porteurs précoces** excrètent du virus avant l'apparition des symptômes. Aussi, une prophylaxie exclusivement sanitaire et fondée sur l'abattage dans les foyers se borne à suivre l'épizootie, sans espoir de la précéder et de la maîtriser : elle est, certes, nécessaire dans les pays qui en ont les moyens mais, depuis quelques années, pour tenir compte de cette excrétion présymptomatique, s'est développé le concept de **l'abattage préventif** destiné à empêcher l'excrétion du virus par les animaux en incubation dans les futurs foyers, et par les animaux au cours des premières 24 heures de l'expression clinique (temps quasi incompressible entre l'alarme donnée par l'éleveur et la fin des opérations d'abattage).
- Les **porteurs sains** correspondent tout d'abord aux animaux **non vaccinés** qui font une infection inapparente ou sub-clinique. Leur proportion par rapport aux animaux malades (taux de morbidité) est très variable en fonction de la souche de virus et de l'espèce animale (exemple : 95 p. cent environ des moutons infectés par la souche O Pan Asia en Grande-Bretagne en 2001). L'existence de ce phénomène est un risque important de ne pas détecter des animaux ou des troupeaux infectés dans le voisinage de foyers identifiés et, par conséquent, augmente l'opportunité d'un abattage préventif périefocal de(s) l'espèce(s) animale(s) concernée(s).

Ils correspondent aussi aux animaux **vaccinés** puis **infectés**, qui bénéficient d'une immunité suffisante pour empêcher l'apparition de signes cliniques, mais qui peuvent assurer la multiplication du virus et son excrétion, du

moins temporaire. Leur existence est à la base de la méfiance légitime qui s'exerce à l'encontre des animaux en provenance de pays sans foyer déclaré de fièvre aphteuse, mais qui continuent à utiliser la vaccination.

Les **porteurs pharyngés chroniques** (comme les porteurs guéris) constituent un danger potentiel comme source de réapparition de foyers. Ils désignent les animaux chez lesquels le virus est toujours vivant et détectable 28 jours après l'infection (le virus ou le génome viral peut encore être isolé de fluides oesophago-pharyngés 28 jours après l'infection (Salt, 1993)). Plus de 50 % des bovins guéris deviennent porteurs chroniques. Leur existence explique l'instauration d'un dépistage par la technique du probang-test (recherche du virus par écouvillonnage pharyngé) lors d'exportation à partir de tels pays d'animaux vaccinés ou non vaccinés vers les pays indemnes de F.A. Le virus persiste plus ou moins longtemps dans la région de l'oropharynx selon les espèces : jusqu'à trois ans et demi chez les bovins (Grubman et Baxt, 2004), neuf mois chez les moutons, quatre mois chez les chèvres, et même cinq ans chez les buffles d'Afrique (Alexandersen *et al.*, s.d.). L'excrétion du virus est alors intermittente et à un niveau faible et diminue avec le temps. Ce portage prolongé n'a jamais été mis en évidence chez les porcs, qui éliminent le virus en trois à quatre semaines (Grubman et Baxt, 2004 ; Alexandersen *et al.*, 2003).

- Les **véhicules passifs** de virus aphteux se recrutent parmi les espèces non réceptives (chevaux, carnivores, oiseaux) et les arthropodes, d'où les mesures de surveillance ou d'interdiction de la sortie hors d'un foyer de toutes les espèces domestiques et de l'homme.
- En outre, les **supports inanimés** (véhicules, litières, locaux, ustensiles, aliments, emballages, terre, eau de boisson...) peuvent propager le virus et doivent être strictement désinfectés, en complément indispensable de l'abattage.
- Le **vent** est un véhicule passif particulier. L'hypothèse du transport aérien des aérosols aphteux formés dans les foyers (notamment porcins) permet d'expliquer des foyers secondaires de certaines épizooties.

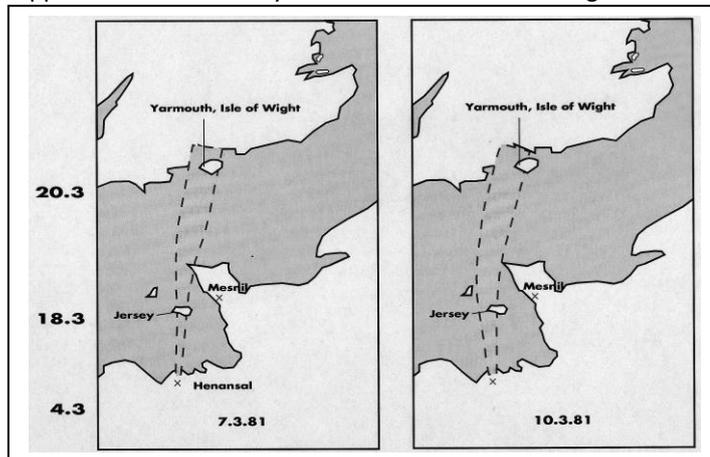
La diffusion de l'aérosol dépend de plusieurs facteurs : la température de l'air et de l'eau, la vitesse, la régularité et la direction du vent, l'humidité relative, le relief : la « meilleure » diffusion est obtenue lors de transport au-dessus des mers. Les particules virales sont si petites qu'elles ne sont pas soumises aux lois de la pesanteur et n'ont, par suite, aucun mouvement propre. La figure 13 illustre l'un des cas où la transmission aérienne a été jugée responsable de l'apparition de foyers à grande distance.

FIGURE 13

**Transmission aérienne du virus aphteux à grande distance : des Côtes-d'Armor à l'île de Wight en 1981**

L'infection a commencé le 4 mars dans une porcherie d'Henansal. La figure montre la transmission probable de l'aérosol infectieux en fonction de la direction du vent les 7 mars (à gauche) et 10 mars (à droite).

Un foyer est apparu sur l'île de Jersey le 18 mars et sur l'île de Wight le 20 mars.



**2. RESISTANCE 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 : Virkon<sup>ND</sup>) 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.

### 3. RECEPTIVITE

Les doses nécessaires pour infecter un animal par voie aérienne varient beaucoup en fonction de l'espèce (tableau III). **On y constate la grande réceptivité des bovins et des moutons par voie respiratoire, par rapport aux porcs, qui sont eux plus réceptifs par voie orale.** Compte tenu du volume d'air inhalé par ces espèces en 24 heures, leur degré de risque de contamination par voie aérienne est très différent et particulièrement élevé pour les bovins.

TABLEAU III

**Doses minimales de virus de la fièvre aphteuse transmis par voie aérienne nécessaires pour infecter différentes espèces au cours d'une période d'exposition de 24 heures [Donaldson et al., 2001]**

Espèce animale	Dose minimale <sup>1</sup>	Taux d'inhalation m <sup>3</sup> /24 heures	Seuil de concentration du nuage infectieux <sup>2</sup>
Bovins	10	150	0,07
Porcs	> 800	50	> 16
Moutons	10	15	0,7

<sup>1</sup> Exprimée en doses infectieuses 50 p. cent pour des cultures cellulaires.

<sup>2</sup> Exprimé en doses infectieuses 50 p. cent pour des cultures cellulaires par m<sup>3</sup>.

### 4. VOIES DE PENETRATION ET MODES DE CONTAGION

#### 4.1. Voies de pénétration

Les **voies de pénétration sont essentiellement muqueuses** dans les conditions naturelles (muqueuse **respiratoire, digestive** et, accessoirement, conjonctivale) : muqueuses et tissus lymphoïdes du pharynx ou de la région des amygdales notamment.

- **Voie respiratoire** : La principale voie d'entrée du virus chez les ruminants est le système respiratoire, où de très faibles doses de virus peuvent déclencher l'infection. Les porcs ont besoin d'environ 80 fois plus de virus de la F.A. que les ruminants pour être infectés par la voie respiratoire (Tableau II, Donaldson et al., 2001 ; Alexandersen et al., 2003) ; ils sont généralement plus résistants à l'infection par le virus F.A.

- **Voie orale** : Des doses plus élevées de virus sont nécessaires pour infecter des animaux par la voie orale par rapport à la voie respiratoire. Les porcs sont plus sensibles à l'infection par voie orale, tandis que chez les ruminants celle-ci est rare. L'alimentation par des déchets alimentaires non traités contenant des produits d'origine animale infectés est une source potentielle d'infection pour les porcs, comme cela a été suspecté dans l'épizootie de 2001 au Royaume-Uni.

- **Autres voies** : le virus peut également entrer par la peau ou les muqueuses blessées (par exemple lors de l'alimentation sur fourrages séchés, lésions au niveau du pied, traumatismes par les machines à traire) ; l'insémination artificielle ; l'usage de vaccins ou de médicaments contaminés ; l'utilisation de matériel contaminé.

**Ainsi, la principale voie d'entrée du virus chez les ruminants est le système respiratoire, tandis que les porcs sont plus sensibles à l'infection par voie orale.**

#### 4.2. Modes 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...

Dans des conditions atmosphériques favorables, **le virus peut être transporté par le vent sur des dizaines de km** (d'une dizaine de kilomètres, maximum, au-dessus de la terre, jusqu'à 200 km au-dessus de l'eau).

## BILAN

**En résumé, les caractéristiques épidémiologiques de la F.A. dans le temps et dans l'espace sont directement sous la dépendance des facteurs suivants :**

- **Incubation courte**, permettant à un sujet infecté de devenir « actif épidémiologiquement », c'est-à-dire excréteur de virus très rapidement après sa contamination, d'autant que l'excrétion virale commence avant les premiers signes cliniques (cette notion conduit, d'ailleurs, à la nécessité d'un abattage préventif et/ou d'une surveillance des animaux ayant été en contact avec des animaux en incubation de F.A. : animaux transportés, marchés...).
- **Excrétion massive** dans le milieu extérieur, liée à la localisation « périphérique » des lésions aphteuses et contamination importante des animaux et de tout l'environnement dont certaines composantes peuvent jouer un rôle de transporteur passif à courte ou moyenne distance (voire, grande distance par le vent), ainsi que **l'excrétion présymptomatique**, rapide après la contamination. Une excrétion insidieuse peut également être due à des porteurs sains.
- **Résistance marquée** du virus à la plupart des agents physiques et chimiques.
- **Nombreuses sources de virus et nombreux modes de transmission** : par contact direct entre animaux, *via* les produits animaux (lait, viande), par transmission mécanique à travers du matériel contaminé, le personnel (le virus est présent dans les sécrétions et excréments et persiste sur les chaussures, les vêtements, les véhicules, etc.), et par le vent (virus aéroporté ; la propagation du virus de la F.A. est possible sur de longues distances si les conditions météorologiques sont favorables, mais elle n'est pas aussi fréquente que la transmission par contact entre animaux ou à partir du matériel contaminé).

**Ces caractéristiques permettent de comprendre l'allure explosive de la maladie en milieu indemne et l'apparition de foyers :**

- dans l'environnement immédiat du foyer,
- à plusieurs dizaines de kilomètres (déplacements d'animaux ou de personnes),
- à plus d'une centaine de kilomètres du foyer le plus proche (exemple : contamination par voie aérienne de l'île de Wight à partir des foyers français en 1981),
- voire à plusieurs milliers de kilomètres (viandes ou denrées d'origine animale contaminées, puis utilisation de denrées alimentaires insuffisamment chauffées pour l'alimentation des porcs).

**Les animaux domestiques jouent un « rôle épidémiologique » différent selon l'espèce, en lien avec leur réceptivité et sensibilité vis-à-vis du virus de la F.A., notamment :**

- **les petits ruminants « introduisent » le virus**
- **les porcs « multiplient » (ou « diffusent ») le virus,**
- **les bovins « révèlent » la présence du virus.**

Enfin, la possibilité, pour un animal vacciné, d'assurer la multiplication et l'excrétion d'une souche sauvage, permet une circulation silencieuse, rare mais réelle, du virus sous le manteau vaccinal et explique certaines résurgences de la maladie, dans les pays qui utilisent la vaccination sans recourir à l'abattage.

---

## III. ÉPIDÉMIOLOGIE PROSPECTIVE

---

Elle peut être envisagée à la lumière de plusieurs facteurs :

Les pays indemnes ne peuvent le demeurer qu'au prix d'une application rigoureuse de précautions et du respect scrupuleux de l'interdiction d'importation d'espèces sensibles et de produits d'origine animale potentiellement dangereux à partir de pays infectés (vaccinant ou non). Ceci se heurte à de nombreuses difficultés, notamment en

raison d'importations illicites, accidentelles, de tourisme, ou sur une plus grande échelle en fonction de facteurs économiques (prix attractifs) ou sociaux (fêtes religieuses comme l'Aïd-el-Kébir par exemple).

De très nombreux territoires demeurent des zones de circulation, silencieuse ou cliniquement exprimée, de différentes souches de virus aphteux : Amérique du sud, Afrique, Proche-Orient, Moyen-Orient, Asie. Compte tenu de la mondialisation du commerce et de l'augmentation de la circulation des animaux et des aliments entre pays, le risque de transport involontaire de virus aphteux augmente.

Dans les pays indemnes, outre le respect scrupuleux des précautions citées ci-dessus, un système d'épidémiologie associant toutes les parties prenantes doit être maintenu opérationnel en permanence (afin d'éviter le renouvellement de la conjonction de circonstances ayant plongé la Grande-Bretagne dans une catastrophe économique et menacé gravement l'ensemble de l'Europe occidentale). La réponse en cas d'alerte doit être rapide, adaptée à la situation épidémiologique probable et massive. La mise en œuvre de l'abattage préventif doit être fondée sur des critères bien définis, avec la souplesse et l'adaptabilité nécessaires.

Un certain nombre de pays disposent à l'heure actuelle de programmes épidémiologiques et informatiques permettant de prévoir les risques d'apparition de foyers secondaires en fonction de l'espèce touchée dans un foyer, du nombre d'animaux atteints, de l'ancienneté présumée de la maladie, des conditions météorologiques, etc. On n'échappera probablement pas à l'organisation internationale concertée de la lutte contre la fièvre aphteuse et à la notion de protection des pays indemnes par l'aide à la lutte contre la maladie dans les pays infectés.

A défaut (ou même dans ce cas !), on n'échappera pas à l'apparition de foyer(s) primaire(s) en Europe occidentale, par différents mécanismes, le plus probable étant par l'intermédiaire des résidus alimentaires donnés aux porcs (procédé interdit en France depuis l'arrêté du 22 mars 1985, sauf dérogation – dont traitement thermique à 100°C pendant 1h).

La place de la vaccination aphteuse dans la lutte contre cette maladie, en l'absence ou en présence de foyers, est une problématique qui risque encore de susciter des débats dans les années à venir.

Des résultats récents de Donaldson *et al.* (2001) montrent les échelles de risque de contamination par voie aérienne en fonction de l'espèce excrétrice, de l'espèce réceptive, du nombre d'animaux atteints et de la distance (tableau IV). Les conclusions de ces auteurs en matière d'abattage préventif autour d'un foyer sont : abattage justifié pour les moutons exposés au risque (en raison de la faible efficacité de la surveillance clinique dans cette espèce) ; surveillance clinique intense pour les bovins exposés ; surveillance clinique normale pour les porcs exposés. Ces notions permettent de mettre en place des actions destinées à prévenir les foyers primaires d'importation et à limiter les foyers secondaires d'extension.

TABLEAU IV

**Action de l'espèce animale et du nombre d'animaux excréteur le virus aphteux sur le risque de contamination de différentes espèces animales situées dans la zone de diffusion de l'aérosol infectieux (Donaldson *et al.*, 2001)**

Espèce animale excréteur le virus	Distance (en km) dans la zone de diffusion correspondant à un risque pour les espèces animales		
	Bovins	Moutons	Porcs
• 1000 animaux infectés			
Porcs	6	2	< 0,2
Bovins	0,7	0,2	< 0,1
Moutons	0,7	0,2	< 0,1
• 100 animaux infectés			
Porcs	2	0,4	< 0,1
Bovins	0,2	< 0,1	< 0,1
Moutons	0,2	< 0,1	< 0,1
• 10 animaux infectés			
Porcs	0,5	0,1	< 0,1
Bovins	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Moutons	< 0,1	< 0,1	< 0,1
• 1 animal infecté			
Porcs	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Bovins	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Moutons	< 0,1	< 0,1	< 0,1

## DIAGNOSTIC

### I. DIAGNOSTIC SUR LE TERRAIN

Il sera orienté, selon les espèces animales, à l'aide d'un faisceau d'arguments épidémiocliniques et complété par un diagnostic différentiel.

#### 1. PRECAUTIONS A PRENDRE

Elles visent à éviter la diffusion du virus aphteux hors du foyer.

En cas de suspicion de F.A., il convient donc impérativement :

- de laisser son véhicule à distance de l'endroit où se trouvent les animaux malades ;
- que tous les examens soient pratiqués par un opérateur portant des gants, bottes et vêtements facilement désinfectables ou mieux, des protections à usage unique à détruire par le feu après usage ;
- de commencer l'examen clinique par une inspection attentive des muqueuses superficielles afin de rechercher la présence d'éventuelles lésions précieuses pour l'établissement du diagnostic et, pour ce faire, il faut éviter d'en altérer la morphologie, voire de les détruire lors des manœuvres de contention indispensables à l'examen de la langue et de la cavité buccale ;
- de rechercher la présence de lésions éventuelles sur les animaux voisins du ou des malades.

#### 2. ELEMENTS CLINIQUE

Il est important d'avoir une approche systématique à l'examen des animaux suspects de F.A. Il faut commencer par observer les animaux de loin, en notamment leur comportement général, la présence d'une salivation intense et filante et/ou d'une boiterie. Il est important de veiller à ce que les animaux soient correctement maintenus avant de commencer l'examen. Il est préférable de commencer par prendre la température de l'animal (sinon celle-ci peut s'élever artificiellement par le stress de l'examen). Il faut ensuite rechercher les lésions éventuelles en prenant soin de ne pas les léser. Dans la bouche, il faut examiner l'intérieur des lèvres et des joues, la gencive, le dessous de la langue et sur toute sa longueur. Toucher ou gratter la langue peut aider à identifier des vésicules qui sont en train de se former. L'examen des pieds peut nécessiter un lavage de ceux-ci, qui doit alors être réalisé avec précaution pour ne pas induire la rupture des vésicules si elles sont présentes.

La suspicion de F.A. portera systématiquement :

- sur toute salivation avec bruit de succion et présence de vésicules et/ou ulcères buccaux (pointe de la langue, gencives, bourrelet gingival, naseaux, palais) ;
- sur tout piétinement ou boiterie, avec présence de poils agglutinés à la couronne plantaire et vésicules ou ulcères interdigités, sur toute douleur mammaire à la mulsion et présence de thélite vésiculaire.

Elle deviendra une quasi-certitude devant :

- la coexistence des trois localisations de lésions chez un même animal ;
- la simultanéité d'une ou plusieurs lésions chez des sujets de même espèce voisins des animaux malades, les atteintes podales étant plus fréquentes chez les petits ruminants et le porc. Des lésions récentes doivent être recherchées ainsi que l'élévation de la température rectale ;
- la simultanéité de l'atteinte d'animaux des diverses espèces réceptives de l'exploitation ;
- la coexistence d'avortements, de mortalité chez les jeunes.

Il n'existe pas de critère clinique pathognomonique d'une suspicion de F.A., en raison du polymorphisme aux divers stades évolutifs de l'infection. Au contraire, des boiteries apparemment anodines du mouton ou du porc peuvent révéler l'origine aphteuse d'avortements au pâturage et de mortalité chez les jeunes alors que les lésions aphteuses étaient demeurées inaperçues.

#### 3. ELEMENTS EPIDEMIOLOGIQUES

Il s'agit d'une maladie de haute contagiosité, avec un taux élevé de morbidité, un faible taux de létalité (sauf chez les jeunes animaux) et une atteinte simultanée des quatre espèces sensibles (si présentes dans un même élevage).

En outre, il est indispensable de tenir compte :

- du degré d'ancienneté des lésions observées et de leur fréquence au sein du cheptel suspect : des lésions anciennes survenant uniquement sur un ou deux animaux sont en défaveur d'une suspicion de F.A. ;

- **du mode d'élevage de l'exploitation** : en élevage intensif, hors-sol, la surveillance quotidienne des animaux permet de révéler le caractère contagieux d'une affection dans des délais brefs ;
- **des mouvements récents** d'animaux (introduction et origine géographique des animaux introduits) ;

**Il est ainsi important de recueillir les commémoratifs auprès de l'éleveur** : quels signes cliniques a-t-il remarqué ? Quand les signes cliniques ont-ils commencé ? Quels sont les animaux affectés ?

Enfin, la F.A. se manifeste en tout lieu mais, cependant, certains endroits ont une position privilégiée (autour des ports, des gares frontalières, le long des grands axes routiers, ferroviaires, en alpage, à proximité d'un Institut producteur de vaccin anti-aphteux ...). Cependant, l'absence de menace géographique directe ne constitue souvent qu'une fausse sécurité.

L'absence de foyer pendant plusieurs années ne doit pas entraîner un sentiment de fallacieuse sécurité. La F.A. risque de se manifester à tout moment. Aussi est-elle à suspecter – au moins pour l'exclure – devant toute manifestation morbide s'en rapprochant. En France, pays indemne, en cas d'apparition de foyers, des informations sont diffusées (internet, presse, courrier...) sur l'extension géographique de la F.A. et les opérations de prophylaxie.

#### **4. DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL**

Diverses maladies peuvent prêter à confusion chez les espèces réceptives et selon les formes et les localisations de la maladie (tableaux V à VII).

##### **4.1. Localisations buccales**

De nombreuses **stomatites** banales, infectieuses, plus ou moins contagieuses, entraînant des lésions aphtoïdes et/ou ulcératives, avec ou sans autres localisations, et contagieuses ou non à d'autres espèces, doivent être différenciées de la F.A., en particulier la nécrobacillose chez le porc.

##### **4.2. Localisations podales**

Chez les ruminants, le panaris et le piétin, enzootiques, sont strictement localisés.

Chez le porc, la maladie vésiculeuse des suidés est indiscernable de la F.A. D'une manière plus générale, dans cette espèce, toute lésion podale ou cutanée (de type vésiculaire) doit faire penser à une suspicion de F.A.

##### **4.3. Localisations mammaires**

Chez la vache, le cowpox (vaccine) et le pseudo cowpox (nodule des trayeurs) se manifestent par des vésico-pustules poxvirales, sans atteinte générale. La thélite ulcérate herpétique n'entraîne pas de lésion buccale ni podale.

**Devant la gravité épidémiologique et la rapidité de diffusion de la F.A., apparaît la nécessité absolue, et, du reste, d'obligation réglementaire, d'une confirmation de laboratoire précise et rapide de toute suspicion clinique.**

TABLEAU V

## Tableau récapitulatif des éléments du diagnostic différentiel entre la F.A. et les principales maladies infectieuses des bovins pouvant prêter à confusion (lésions buccales)

Présence en France	Maladies	Epidémiologie	Clinique
OUI	Maladie des muqueuses	N'atteint que les bovins. Sporadique.	Absence de vésicules. Diarrhée fréquente.
	Coryza gangreneux	N'atteint que les bovins, surtout les jeunes. Sporadique.	Inflammation des muqueuses pituitaire et oculaire. Atteinte de l'état général. Absence de vésicules. Fièvre élevée.
	Stomatite papuleuse	N'atteint que les bovins. Contagiosité plus lente.	Absence de vésicules. Présence de papules, souvent de grande taille. Pas de lésion podale.
	Fièvre catarrhale ovine (à BTV 8)	Arbovirose (surtout l'été)	Absence de vésicules. Altération marquée de l'état général. Signes divers dont œdème de la tête ou des membres, congestion/pétéchies/ulcères muqueuse buccale, hypersalivation, conjonctivite, larmolement, érosions/ulcères/croûtes sur le mufle, jetage nasal, thélite.
NON	Stomatite vésiculeuse	Localisée au continent américain. Atteint également les équidés. Arbovirose.	Identique à la F.A.
	Peste bovine	Considérée comme éradiquée par l'OMSA et la FAO	Atteinte importante de l'état général. Absence de vésicules. Mortalité élevée. Jetage nasal muco-purulent. Diarrhée abondante.

TABLEAU VI

## Tableau récapitulatif des éléments du diagnostic différentiel entre la fièvre aphteuse et les principales maladies infectieuses du mouton pouvant prêter à confusion

Présence en France	Maladie	Epidémiologie	Clinique
OUI	Ecthyma	N'atteint que les ovins et caprins. Contagiosité élevée.	Pustules puis croûtes ; absence de vésicules. Lésions fréquemment surinfectées.
	Piétin	N'atteint que les ovins.	Evolution lente ; absence d'ulcérations buccales. Caractère purulent et nécrotique des lésions podales.
	Nécrobacillose	Sporadique dans une région. Enzootique en élevage.	Lésions podales surtout. Ulcères nécrosants profonds. Mauvais état général.
	Fièvre catarrhale ovine	N'atteint habituellement (exception pour le BTV8) cliniquement que les ovins. Arbovirose.	Absence de vésicules. Altération marquée de l'état général. Œdème de l'auge.
NON	Clavelée	N'atteint que les ovins.	Papules et pustules sur tout le corps. Altération marquée de l'état général ; mort possible des adultes.

TABLEAU VII

Tableau récapitulatif des éléments du diagnostic différentiel entre la F.A. et les principales maladies infectieuses du porc pouvant prêter à confusion

Présence en France	Maladie	Epidémiologie	Localisation		Clinique
			Podale	Buccale	
OUI	<b>Nécrobacillose</b>	Sporadique dans une région. Enzootique dans un élevage.	Ulcère nécrosant du bourrelet coronaire de l'onglon (+ ulcères de la sole plantaire).	Ulcères profonds	Affection ulcérate et nécrosante.
	<b>Maladie vésiculeuse des suidés</b>	N'atteint que les suidés	Lésions ulcéreuses sur le bourrelet coronaire de doigts.	Aphtes sur le groin	Très proche de la F.A.
NON	<b>Stomatite vésiculeuse</b>	Amérique seulement. Equidés peuvent être atteints.	Identique à F.A.	Identique à F.A.	Ressemble à la F.A.
	<b>Exanthème vésiculeux</b>	Amérique seulement. N'atteint que les porcins.	Ulcères du bourrelet et de la muraille des onglons.	Identique à F.A.	Ressemble à la F.A.

## II. DIAGNOSTIC DE LABORATOIRE

Il est d'une **importance capitale** et permet :

- la confirmation précise et rapide d'une suspicion clinique,
- l'identification précoce du sérotype viral et de la souche, éléments importants pour les enquêtes épidémiologiques.

Le Laboratoire de santé animale de Maisons-Alfort (ANSES) est laboratoire national de référence pour la F.A., a été désigné en 2015 laboratoire de référence de l'OMSA et, est, depuis janvier 2019, laboratoire de référence de l'Union Européenne en partenariat avec le Centre belge d'Etude et de Recherches Vétérinaires et Agrochimiques (CERVA).

### 1. PRELEVEMENTS

Il est primordial de collecter les échantillons appropriés et de les collecter de telle manière qu'ils soient utilisables pour le diagnostic.

#### 1.1. Pour la recherche virologique

La source la plus riche de virus pour sa détection est le liquide vésiculaire ou l'épithélium de lésions fraîches. Il faut prélever en priorité des aphtes récents, non encore rompus. La calotte épithéliale d'une ou plusieurs vésicules est détachée (ou saisie délicatement avec une pince puis coupée) : il faut prélever (1g environ au total, soit 1 cm<sup>2</sup> environ). Attention, la collecte d'épithélium ou d'échantillons de fluides vésiculaires de la bouche d'un animal vivant peut être difficile : il faut s'assurer que l'animal est correctement immobilisé avant de réaliser les prélèvements. Attention également à ne pas confondre un caillot de fibrine avec de l'épithélium (la fibrine s'effrite plus facilement que l'épithélium, et est peu susceptible de contenir du virus puisque les anticorps ont éliminé une grande partie du virus de la circulation au moment où celle-ci se forme).

Il est possible, mais rare, de pouvoir ponctionner la lymphe d'un aphte non encore rompu. Dans le cas de nombreux animaux présentant des lésions fraîches, des prélèvements provenant d'environ 5 animaux sont suffisants pour assurer un diagnostic. Toutefois, certains virus entraînent une nécrose rapide de la lésion et le prélèvement doit alors porter sur de nombreuses vésicules pour être suffisant mais sans les mélanger. Le virus peut également être isolé à partir du sang mais ce n'est pas le prélèvement de choix pour la recherche virologique, car le virus n'est présent dans le sang que pendant la phase virémique, relativement courte. Le plus souvent, le personnel qualifié du laboratoire et de la DDecPP collabore avec le praticien à l'exécution du prélèvement.

Le prélèvement doit être placé dans un flacon sec, dûment étiqueté et emballé sous couvert du froid (+ 4°C), avec des précautions pour éviter la diffusion du virus au cours du transport. Il est adressé en express ou par porteur spécial (ce qui est plus rapide) au laboratoire national de référence que la DDecPP aura pris soin de prévenir par téléphone. La DDecPP est responsable du conditionnement final (triple emballage) et de l'acheminement des prélèvements selon l'organisation pré-établie localement (le laboratoire local peut être sollicité pour cela).

*Coordonnées de l'Anses Maisons-Alfort : Laboratoire de santé animale  
22 rue Pierre Curie, B. P. 67, 94703 Maisons-Alfort Cedex  
(Tél. 01.49.77.13.00).*

### **1.2. Pour la recherche sérologique**

En cas de maladie datant de plus de 15 jours, 10 mL de sang sur tube sec doivent être prélevés. Dans ce cas (si des animaux sont soupçonnés d'être en incubation de la maladie ou si les lésions sont trop anciennes et ne permettent plus la collecte d'épithélium), au moins 10 animaux doivent être échantillonnés, en donnant la priorité à ceux avec des signes cliniques (fièvre, chute de production du lait) ou ceux présentant des signes de lésions cicatrisées.

## **2. DIAGNOSTIC VIROLOGIQUE**

### **2.1. Diagnostic d'urgence**

Dès l'arrivée au laboratoire, celui-ci procède simultanément à la recherche de virus infectieux, à la détection d'antigènes viraux et de l'ARN génomique viral.

1. **L'isolement du virus** est effectué à partir du broyat d'aphtes, sur cellules de langue de chèvre (cellules ZZ) 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 cytopathique n'est observé, un second passage est réalisé avant que le prélèvement puisse être déclaré négatif, portant le délai de réponse à 96 heures. Si un effet cytopathique est observé, l'identification du virus est alors effectuée à l'aide de la technique ELISA sandwich, de la technique RT-PCR. Le délai d'obtention des résultats est de 1 à 2 jours.
2. **L'ELISA Ag** (sandwich) pour la détection des protéines virales est réalisé vis-à-vis des sept sérotypes (sept antisérums), soit sur le prélèvement d'aphtes, soit sur le surnageant des cultures cellulaires après isolement viral. Il permet la détection et le typage du virus en même temps (à l'aide de sept anti-sérums spécifiques). Le délai d'obtention des résultats est de 4h minimum.
3. **La fixation du complément (FC)** permet de rendre un résultat en deux heures, mais les réactifs ne sont disponibles que pour les sérotypes O, A, C. Ce test est de moins en moins pratiqué.
4. **La RT-PCR** (amplification en chaîne par polymérase), pour la détection de l'ARN génomique viral, est réalisée avec différents couples d'amorces :

- amorces dans la polymérase 3D et/ou amorces dans la partie non traduite du génome (IRES), ces amorces sont situées dans des régions génétiquement stables qui permettent la détection des sept types viraux ;
- amorces dans la protéine structurale VP1 pour séquençage et analyse phylogénétique de la souche.

Ce test peut permettre la détection de l'ARN viral 1 à 2 jours avant l'apparition des signes cliniques. Le délai pour l'obtention des résultats est de 4 à 5 heures minimum. L'ARN du virus est extrait, soit à partir du liquide d'aphtes, soit à partir du surnageant de culture.

Les résultats de l'amplification du génome viral à partir des tissus biologiques ou du surnageant de cultures de cellules sont obtenus en 24 heures.

NB : il existe un dispositif d'immuno-détection sur bandelette (« Penside test » ou « Penside lateral flow device », LFD), qui permet de tester très rapidement (environ 10 à 30 minutes pour l'obtention des résultats) la présence de l'antigène viral. Il est très spécifique et possède une sensibilité semblable à celle de l'ELISA antigène réalisé au laboratoire. Toutefois, ce test n'est actuellement pas reconnu par l'OMSA comme test de confirmation pour la F.A., et il n'est actuellement pas disponible en France pour l'utilisation sur le terrain.

### **2.2. Recherche des porteurs de virus**

Le dépistage des porteurs de virus pharyngés s'effectue par la méthode dite du « **probang test** ». Le raclage de la muqueuse pharyngienne est inoculé à des cultures de cellules thyroïdiennes de veau (les plus sensibles au virus aphteux) (délai : 5 jours). Cette méthode n'est pas utilisée en France.

### **3. DIAGNOSTIC SEROLOGIQUE**

Les anticorps pour la F.A. sont induits contre les protéines structurales et non structurales. Les protéines structurales sont celles qui se trouvent sur la capsid virale. Les protéines non structurales sont celles qui sont utilisées lors de la réplication du virus mais qui ne font pas partie de la capsid virale.

Quand un vaccin purifié est produit, le processus de purification permet d'enlever les protéines non structurales. Ainsi, la vaccination avec un vaccin purifié induit des anticorps uniquement contre les protéines structurales. Les tests DIVA permettent de distinguer les animaux infectés naturellement (présence d'anticorps contre les protéines structurales et les protéines non structurales) des animaux vaccinés avec un vaccin purifié (présence d'anticorps contre les protéines structurales uniquement).

#### **3.1. Détection des anticorps induits par les protéines structurales**

Les anticorps anti protéines structurales sont induits par la vaccination et l'infection naturelle. Ils commencent à apparaître environ 3 à 4 jours après les signes cliniques. Ils sont relativement spécifiques de sérotype.

**L'ELISA en phase solide** (SPCE ou solid phase compétitive ELISA) donne une réponse en 12-24 heures. Les sérums positifs doivent être confirmés par séroneutralisation.

**La séroneutralisation (SN)** nécessite la manipulation de virus infectieux. Le sérum doit être prélevé stérilement. C'est la méthode de référence et de confirmation. La réponse est obtenue en trois jours. Si les titres en anticorps sont faibles ou se situent à des valeurs proches du seuil de lecture, l'interprétation des résultats sérologiques peut être délicate. De plus, certains sérums peuvent induire des réactions faussement positives.

Si les prélèvements ont été effectués 10 à 15 jours après infection, les anticorps neutralisants peuvent facilement être mis en évidence (sous réserve que l'antigène utilisé corresponde au sérotype du virus circulant).

Pour ce qui concerne la spécificité, 4 à 5 % de réactions faussement positives peuvent être obtenues de par la présence d'inhibiteurs sériques non spécifiques du virus aphteux.

#### **3.2. Détection des anticorps induits par les protéines non structurales**

**Les anticorps dirigés contre les protéines non structurales sont induits par l'infection et par un vaccin non purifié. Ils ne sont pas induits par un vaccin purifié. La présence des anticorps induits par les protéines non structurales signe la réplication du virus (ces anticorps ne sont normalement pas présents chez les animaux vaccinés).**

La détection d'anticorps dirigés contre les protéines non-structurales dont la présence peut permettre de différencier les sérums d'animaux infectés de ceux des animaux vaccinés, peut être réalisée à l'aide de différentes trousse de diagnostic basées sur des techniques immuno-enzymatiques de type ELISA.

Ces anticorps ne sont pas spécifiques de sérotype : ainsi, les tests de détection de ces anticorps peuvent détecter des infections causées par n'importe lequel des 7 sérotypes. Ils apparaissent 6 à 7 jours après les signes cliniques. La réponse anti protéines non structurales peut être réduite ou retardée dans le cas d'une infection après la vaccination.

## 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.

### I. EN PAYS INDEMNES

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.

Le maintien d'un bon niveau de vigilance passe par :

- une sensibilisation régulière des éleveurs, avec participation des groupements d'éleveurs ;
- une incitation à la signalisation par les éleveurs de toute maladie faisant penser à la F.A. (avec prise en charge totale des coûts par l'Etat afin de lever l'obstacle financier) ;
- un système d'épidémiologie efficace associant vétérinaires sanitaires et éleveurs ;
- l'application rigoureuse des mesures concernant les eaux grasses (interdiction d'emploi ou chauffage effectif à un niveau permettant l'inactivation des agents pathogènes classiques) ;
- une permanence de laboratoire(s) spécialisé(s) et entraîné(s) capable(s) d'effectuer le diagnostic de la F.A. par les méthodes les plus rapides, 365 jours par an, 24h/24 ;
- des exercices d'alerte destinés à tester la réactivité du dispositif de veille sanitaire en matière de F.A.

Par ailleurs, à ces mesures destinées à détecter le plus rapidement possible un premier foyer de F.A., doivent être associés des **dispositifs permettant de supprimer le plus vite possible les espèces animales sensibles dans un tel foyer** et celles des exploitations considérées comme contaminées (en amont et en aval du foyer primaire identifié) :

- disponibilité dans chaque zone (en France, par département) d'un plan d'urgence mis à jour régulièrement et pouvant être activé à tout moment, permettant l'application des mesures réglementaires prévues (abattage, destruction des carcasses, blocage ou limitation de la circulation dans certains périmètres, rotoluves, etc.) ;
- disponibilité (par région) de matériel pour l'abattage et le transport d'un nombre élevé d'animaux (camions spéciaux...), de désinfectant ;
- disponibilité de personnel pouvant intervenir pour de telles opérations.

Il est presque inévitable que l'absence de foyer de F.A., pendant plusieurs années, dans un pays ou sur un continent, entraîne un relâchement de la vigilance et de la capacité à une mobilisation intense en quelques heures. Il est en effet difficile, et coûteux (et sans doute frustrant) de conserver parfaitement opérationnel à tout moment un dispositif demeurant inemployé pendant des années. D'une certaine manière, opportunément, les foyers qui apparaissent parfois près de l'Europe (ou en Europe) jouent un rôle de stimulation de la vigilance et de relance de l'application de l'ensemble des mesures nécessaires.

---

## II. EN PAYS INFECTÉ

---

L'application d'une prophylaxie sanitaire exclusive est justifiée lors d'apparition de foyers en pays antérieurement indemne et pendant toute la période au cours de laquelle les autorités responsables de la lutte jugent que le recours à la vaccination n'est pas nécessaire.

Les problèmes soulevés par l'apparition de foyer(s) de F.A. sont multiples. Les actions à appliquer sont diverses. L'exemple récent de la Grande-Bretagne en a été une parfaite illustration.

### 1. LES OBJECTIFS

Ils sont :

- d'identifier le plus rapidement possible les exploitations contaminées (et pas seulement celle(s) où la maladie a été cliniquement exprimée) ;
- d'abattre le plus rapidement possible tous les animaux en train de produire du virus aphteux et de détruire leurs carcasses ;
- de désinfecter toutes les zones, matières, objets, etc. ayant pu être en contact avec du virus aphteux ;
- d'empêcher la circulation des animaux pouvant être en incubation ou pouvant se contaminer au contact de virus encore présent dans le milieu extérieur (ou sur des véhicules, des animaux résistants, des personnes...) ;
- de fournir des informations en temps réel aux médias et au public. Ce dernier objectif est important car il conditionne en grande partie les réactions de leurs destinataires et donc l'acceptabilité générale des mesures sanitaires qui, *a priori*, sont inquiétantes, impressionnantes et, donc, génératrices de réactions de rejet et d'opposition.

### 2. LES MESURES

#### 2.1. L'abattage dans les foyers

Il doit survenir **le plus rapidement possible** après l'identification du foyer. L'objectif affiché en Grande-Bretagne en 2001 a été de ne pas dépasser **24 heures** entre l'alerte donnée par le propriétaire et la fin des opérations d'abattage. Cet objectif a été atteint de façon variée au cours du temps (il est plus facile à atteindre lorsqu'il y a deux nouveaux foyers par jour que lorsqu'il y en a 50 !), mais il a été clairement démontré qu'il représente un facteur essentiel de maîtrise d'une épizootie.

La définition d'un foyer peut varier au cours du temps : pour les premiers foyers, la confirmation par le laboratoire est nécessaire ; ultérieurement, le diagnostic clinique peut suffire.

Les modalités sont diverses et fonction du nombre d'animaux et de leur taille. Il doit se faire à la fois en limitant la souffrance animale, en prévenant les risques d'accidents pour les équipes qui interviennent et avec le souci d'empêcher la diffusion du virus à cause de ces opérations. Il est précédé par un recensement et une estimation des animaux, destinés au règlement ultérieur des indemnités.

Bien sûr, **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 (chevaux, chiens, chats...) doivent être séquestrés.

Les opérations de dépeuplement doivent être conduites sur place (toute mise à mort sur un autre site que l'exploitation doit être exceptionnelle et avoir reçu l'aval de la DGAI). Un soutien psychologique de l'éleveur et des personnes impliquées dans les opérations de dépeuplement peut être mis en place.

#### 2.2. La 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 (par exemple, écoulement de liquides pendant le transport). Le recours à **l'incinération** des cadavres sur des bûchers ou leur **enfouissement** ne doivent pas être retenus en première intention.

En effet, l'enfouissement (dans des conditions précisées par la réglementation) ne peut se faire que dans la mesure où il est considéré qu'il n'y a pas de danger de pollution de la nappe phréatique. L'incinération prend davantage de temps pour la préparation et la destruction des cadavres. Par ailleurs, elle semble conduire à la production de dioxines, d'autant plus que le nombre de bûchers et d'animaux est élevé. Elle a été accusée de risquer de favoriser une dispersion du virus aphteux, mais ce risque paraît négligeable. Elle a également l'inconvénient majeur de frapper l'imaginaire et est souvent mal acceptée par l'opinion publique.

### 2.3. Les mesures de 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. La soude caustique (hydroxyde de sodium) pourrait être efficace (et a d'ailleurs été utilisée pendant de nombreuses années), mais elle n'est plus autorisée au sens du règlement communautaire (UE) 528/2012. Elle n'est ainsi plus incluse dans la liste des désinfectants autorisés depuis 2007, car elle est irritante et corrosive pour la peau, les yeux, les voies respiratoire et digestive pour l'Homme et représente également un danger pour l'environnement. Toutefois, la note de service 8112 du 7 mai 2007 autorise l'utilisation de la soude si aucune autre substance active efficace n'est disponible, pour une durée de 120 jours maximum.

La désinfection est effectuée en général par des entreprises spécialisées. 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. Ils sont arrosés au jet, de façon que la désinfection soit uniforme. Dans un souci tant sanitaire que psychologique, il ne doit subsister aucune trace de sang.

Quant à l'exploitation, ses murs et ses abords sont décapés au jet sous pression par de l'eau sodée à 8 p. mille. Les bâtiments clos peuvent aussi être désinfectés à l'aide de bombes au formol par exemple.

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). Des chercheurs ont en effet démontré que le virus aphteux peut résister aux températures employées pour la fabrication de la poudre de lait.

Le lisier reste très longtemps virulent (lambeaux d'aphtes buccaux et podaux riches en virus, urine et fèces). La désinfection est vivement recommandée en agissant sur le pH. Le virus est détruit pour des valeurs de pH inférieures à 3 ou supérieures à 11 ; ceci est obtenu avec 20 à 30 litres d'acide nitrique pur ou 7 à 22 kg de chaux vive par mètre cube selon la constitution du lisier à traiter. Dans les deux cas, les cuves à lisier ne doivent pas être remplies à plus des 2/3 pour laisser place au dégagement important de mousse et de gaz. Ainsi traité, le lisier peut être répandu sur les champs sans risque de contamination.

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. Les personnes doivent changer de vêtements. Il est conseillé de prendre une douche (y compris nasale, car le virus aphteux peut être hébergé dans les cavités nasales pendant plusieurs heures) et, notamment pour les vétérinaires, de ne pas aller dans des exploitations saines le jour même et pendant les 3 jours suivants.

### 2.4. L'interdiction de la circulation des animaux

Outre les mesures mises en œuvre dans le foyer, 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. Une taille minimale est prévue dans la réglementation, mais elle peut être agrandie en fonction de différents facteurs de risque. Les mouvements de personnes, les rassemblements doivent y être limités autant que possible. Les mesures mises en œuvre 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.

Le maintien en élevage des animaux et les limitations de mouvements des personnes et véhicules entraînent certaines contraintes :

- dans les élevages, les animaux peuvent arriver en fin de vie économique et/ou être détenus dans des conditions où le bien-être animal ne peut plus être garanti. Il est parfois alors nécessaire, sous dérogation et avec autorisation de la DDecPP de les déplacer (en respectant des précautions sanitaires drastiques) vers un abattoir, ou de procéder à un abattage préventif sur place.

NB : Les déplacements de personnes et véhicules (en lien avec les élevages et parfois tout public) peuvent constituer un risque majeur de diffusion de la maladie. Ils doivent donc être réduits autant que possible, soumis à des mesures de désinfection et les circuits de collecte ou itinéraires doivent être révisés ; le principe étant d'aller d'une zone de plus faible risque vers une zone à plus fort risque, voire le blocage ou le contournement d'un périmètre donné.

## 2.5. Les enquêtes épidémiologiques amont et aval

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.

Pour l'enquête épidémiologique aval : Il faut tout d'abord identifier, dans l'élevage suspect ou reconnu infecté de F.A., la fourchette de dates possibles de contamination du foyer (figure 14).

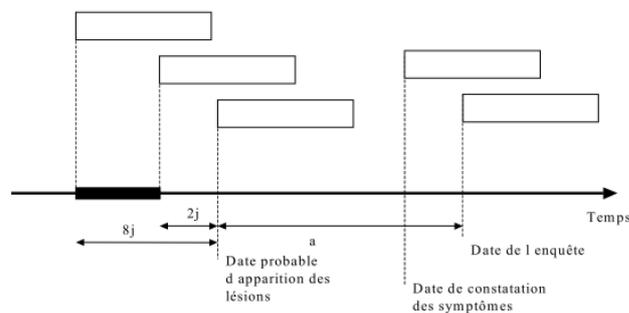
FIGURE 14

**Estimation d'une fourchette de dates possibles de contamination du foyer lors de l'enquête épidémiologique** (Note de service DGAL/SDSPA/N2003-8050 du 10 mars 2003)

<sup>(a)</sup> Détermination de la fourchette de dates possibles de la contamination du foyer :

1. Déterminer la date x : date la plus ancienne qui est déterminée par la date d'apparition des symptômes et par l'âge de la lésion la plus ancienne
2. la fourchette de dates possibles de la contamination correspond à la date x moins 2 à 8 jours (exemple : date x = le 20 février : fourchette = 12 au 18 février).

Schéma à compléter (remplir les rectangles)



Exemple :

Date de l'enquête : 28 février  
 Date de constatation des symptômes : 27 février  
 Age probable de la lésion la plus ancienne à la date de l'enquête : 8 jours  
 Date probable d'apparition des lésions :  $X = 28 - 8 = 20$  février  
 Fourchette de dates possibles de contamination de l'exploitation : de  $X - 8$  à  $X - 2$ , soit du **12 au 18 février**.

Les sorties d'animaux (réceptifs ou non) doivent être recensées au cours des trois semaines précédant la date x, jusqu'au jour de l'enquête. Concernant les personnes vivant sur l'exploitation, salariés de l'exploitation et toute personne ayant visité les animaux (vétérinaire, marchand d'aliments, inséminateur, collecteur de porcelets, équarrisseur...), il faut recenser les mouvements susceptibles d'avoir contaminé une autre exploitation agricole pendant les 10 jours précédant la date x jusqu'au jour de l'enquête. Il faut également recenser les produits sortis de l'exploitation au cours des 10 jours précédant la date x, jusqu'au jour de l'enquête (aliments destinés à la consommation humaine produits sur l'exploitation -lait, fromage, viande...-, aliments pour bétail pouvant être commercialisés à partir de l'exploitation -foin, paille-, les déjections animales -fumiers, lisiers). Même chose pour chaque véhicule ou matériel de l'exploitation (voiture, camionnette...) sortis vers d'autres exploitations agricoles, foires, marchés ou expositions d'animaux au cours des 10 jours précédant la date x jusqu'au jour de l'enquête.

Pour l'enquête épidémiologique amont, les facteurs de risque d'introduction explorés sont, par ordre décroissant : l'introduction d'animaux infectés, l'introduction de produits contaminés, la contamination par voie aérienne, l'introduction de véhicules pouvant être vecteurs mécaniques du virus et l'introduction de personnes pouvant être vecteurs mécaniques du virus. Pour chaque espèce réceptive, les entrées réalisées au cours du mois précédant la

date x jusqu'au jour de l'enquête doivent être recensées (et au cours des 15 jours précédant la date x pour les animaux non réceptifs). Les produits (eaux grasses, sous produits laitiers, foin, aliments pour bétail...) introduits dans l'élevage au cours des trois semaines précédant la date x jusqu'au jour de l'enquête doivent être recensées. Pour chaque véhicule ou matériel en relation avec l'activité agricole (voiture, camionnette, camion, véhicule agricole...), indiquer les introductions en provenance d'autres exploitations agricoles, des foires, des marches ou des expositions d'animaux ou de toute activité en relation avec l'élevage pendant les 10 jours précédant la date x jusqu'au jour de l'enquête :

## 2.6. L'abattage préventif

Il y a quelques années, lorsque la prophylaxie appliquée était de nature médico-sanitaire (par exemple, en France, jusqu'en 1991), la mesure exécutée en urgence autour des foyers était la vaccination (rappel dans les exploitations déjà vaccinées, c'est-à-dire les bovins, primovaccination dans les autres exploitations). Depuis l'arrêt de la vaccination préventive contre la F.A., la vaccination périfocale n'a plus le même intérêt que par le passé car elle ne peut agir qu'en tant que primovaccination au lieu de l'effet rappel obtenu antérieurement, notamment chez les bovins.

Le raisonnement ayant conduit à la notion d'abattage préventif par rapport à un foyer identifié de F.A. est donc très simple, et logique, dans son principe : entre le moment où des animaux de ce foyer commencent à excréter du virus (c'est-à-dire de quelques heures à quelques jours avant l'identification du foyer) et la fin de l'abattage de tous les animaux des espèces réceptives de ce foyer, il s'écoule un temps variable pendant lequel, par des mécanismes divers, des animaux d'autres exploitations peuvent être contaminés. On ne dispose pas de moyen médical (traitement, vaccination, car la vaccination d'animaux déjà en incubation n'empêche pas la multiplication du virus) permettant de neutraliser le rôle épidémiologique de ces animaux contaminés.

**La seule solution possible est de les sacrifier, et cela dès que possible** (pour tenir compte de la brièveté de l'incubation et de l'existence d'une excrétion présymptomatique) en espérant que cet abattage précoce surviendra **avant** qu'ils aient commencé à excréter du virus.

À la simplicité (et à la logique) du principe s'oppose la complexité de la fixation de l'étendue (ou des limites) de la réalisation de l'abattage préventif. Tout repose en effet sur des **hypothèses** de contamination, avec des probabilités parfois très approximatives et donc des risques d'erreur, par défaut (apparition d'un nouveau foyer par exemple) ou par excès (abattage inutile des animaux sains d'une exploitation) élevés et à répercussions graves à très graves.

On peut essayer d'analyser les critères d'aide à la décision dans ce domaine délicat, en sachant que le recul d'expérience est limité, qu'un même pays a pu faire varier les modalités appliquées au cours du temps et que demeurera, quoiqu'il arrive, une composante inéluctable de « **pari** » dans la décision prise.

- Le premier critère, le plus solide, pour établir l'existence d'une **relation épidémiologique** entre un foyer et une exploitation est la révélation (la constatation) de transport d'animaux, de matériel, de personnes entre le premier et la seconde au cours des jours précédant l'identification du foyer. Pour ce premier critère, la distance n'intervient pas (elle peut même être de plusieurs centaines de kilomètres : exemple des moutons abattus en France de façon préventive car importés de Grande-Bretagne à partir du 1<sup>er</sup> février 2001).
- Le deuxième critère, logique, prend en compte la notion de **voisinage**, c'est-à-dire les exploitations directement au contact du foyer, en l'absence de relation épidémiologique avérée. Ce critère repose notamment sur le risque de diffusion aérienne du virus, à courte distance.
- Le troisième critère repose également sur le risque de **diffusion aérienne**, mais tenant compte des résultats d'un **programme épidémiologique informatisé** ayant intégré l'espèce animale touchée dans le foyer, le nombre d'animaux atteints et les conditions météorologiques (direction du vent...). Deux difficultés au moins sont rencontrées : la première est qu'en fonction des données (et de leur incertitude) introduites dans le modèle, on obtient des cartes avec un gradient de probabilité de diffusion de doses suffisantes pour contaminer des animaux de différentes espèces et qu'il demeure difficile de choisir le degré de probabilité à retenir. La deuxième est la difficulté probable d'effectuer ce travail lorsque l'incidence quotidienne est de 50 foyers de F.A.
- Pour se libérer de ces difficultés, une solution, adoptée au moins passagèrement en Grande-Bretagne, a été d'appliquer l'abattage préventif de **façon systématique** dans un périmètre autour de chaque foyer : il en a été par exemple ainsi en Ecosse où l'abattage a été effectué de manière systématique pour tous les moutons, porcs et chèvres hébergés dans des fermes situées dans un rayon de trois kilomètres autour d'un foyer. Ce principe semble avoir été également appliqué (du moins, en partie) aux Pays-Bas. Toutefois, on ne peut qu'être inquiet lorsque l'on apprend par exemple que dans un tel périmètre autour d'un foyer des Pays-Bas il y avait 60 exploitations, ou bien, qu'en Grande-Bretagne plus de 30 p. cent des exploitations considérées comme des foyers (et donc ayant conduit à l'application de l'abattage préventif) n'ont pas été confirmées comme tels à la suite des examens de laboratoire !

Ainsi, les décisions dans ce domaine sont difficiles, d'autant qu'elles doivent être prises dans une certaine précipitation et que les conséquences des inévitables paris sont très lourdes comme déjà indiqué : hécatombe d'animaux (avec tous les problèmes corollaires du devenir des cadavres) si le principe de précaution est poussé à l'extrême<sup>3</sup> ou, sinon, apparition de nouveaux foyers.

Il n'en demeure pas moins que l'abattage préventif, qui a été appliqué avec succès en France en mars 2001 et qui a été introduit dans la réglementation sanitaire française, devient à la fois l'arme décisive pour la maîtrise d'un début d'épizootie de fièvre aphteuse, une arme de maniement délicat et une source potentielle d'incompréhension du public et d'actions en justice ; d'où l'importance des actions de communication.

## 2.7. Les actions de communication

Compte tenu de l'hypersensibilité progressivement acquise du public en général vis-à-vis des facteurs de risque pour la santé, ainsi que de la recherche permanente du sensationnel de la part de nombreux médias, les mesures de lutte décidées et appliquées pour maîtriser une maladie épizootique majeure comme la F.A. doivent faire l'objet d'actions particulièrement adaptées de communication de la part des autorités sanitaires responsables. Cela passe par des moyens les plus divers (sites Internet, communiqués de presse, entrevues, etc.), en temps réel et dans la transparence.

### Bilan

Ainsi, pour assurer un contrôle efficace et rapide de la F.A., maladie très contagieuse qui se propage par différentes voies, il est nécessaire :

- De mettre en place des mesures de prévention adaptées pour limiter l'introduction sur un territoire et en élevage (mesures aux frontières, biosécurité en élevage...);
- D'assurer une vigilance clinique permanente permettant de détecter le plus précocement possible toute introduction du virus aphteux sur le territoire ;
- De mettre en place des mesures de lutte, en cas de détection d'un foyer, qui soient à la fois rapides, efficaces et énergiques pour éliminer le plus rapidement possible la source infectieuse et ainsi ralentir sa diffusion.

## PROPHYLAXIE MÉDICALE

Elle repose sur l'emploi de vaccins. Elle peut être utilisée indépendamment ou associée à la prophylaxie sanitaire (*cf. chapitre sur la prophylaxie médico-sanitaire*).

### I. LES VACCINS

#### 1. GENERALITES

La quasi-totalité des vaccins aphteux utilisés dans le monde sont des vaccins à virus inactivé et adjuvé (sauf dans certains pays où sont utilisés des vaccins à virus vivant modifiés sur lapereaux).

Des recherches se poursuivent pour mettre au point des vaccins peptidiques et des vaccins recombinants, mais, pour l'instant, les résultats correspondants restent souvent confidentiels (brevets).

Les vaccins à virus inactivé disponibles dans le commerce ont continué à bénéficier de diverses améliorations. Les progrès réalisés au cours des dernières années ont porté essentiellement sur une meilleure **purification** qui entraîne deux conséquences favorables :

- une **diminution des réactions** constatées après la vaccination (chute de production lactée, répercussion sur la courbe de prise de poids des porcelets, avortements,...) ;

<sup>3</sup> Deux écoles de pensée dans ce domaine s'opposent en Grande-Bretagne :

- Celle de **Ferguson et al.** (2001) qui militent en faveur d'un abattage périofoyal dans les 48 heures suivant l'identification du foyer. Ces auteurs ont calculé la probabilité moyenne pour une ferme de devenir infectée de F.A. en fonction de sa distance par rapport à un foyer (unique) de F.A. :
  - Pour une distance de 0,5 km : probabilité de 26 p. cent
  - Pour une distance de 1 km : probabilité de 6 p. cent
  - Pour une distance de 1,5 km : probabilité de 2 p. centEn fonction d'un tel type de gradient de probabilité, où mettre la barre de décision de l'abattage préventif ? La mettre à 10 % signifie que de l'ordre de 90 % des effectifs abattus l'auront été de manière inutile (et coûteuse) ; *a fortiori*, si l'on descend à 5 %, voire à 1 %.
- Celle de **Donaldson et al.** (2001) qui considèrent qu'en dehors des relations épidémiologiques, le risque de diffusion aérienne de voisinage est assez faible (sauf à partir d'un foyer porcin identifié tardivement) et que seul l'abattage préventif des moutons des fermes voisines serait justifié (la surveillance clinique pouvant suffire pour les bovins et les porcs).

- la possibilité (au moins théorique pour l'instant en attendant la disponibilité des réactifs) de **distinguer les animaux vaccinés**, indemnes de virus sauvage, **des animaux infectés** (vaccinés ou non), par recherche d'anticorps contre des protéines non structurales, absentes dans les vaccins (sauf des traces de protéine 3d) et témoins d'une multiplication du virus.

Par ailleurs, la possibilité de conserver intacts par congélation les antigènes, matière première des vaccins, pendant plus de 10 ans a introduit une grande souplesse de production d'urgence de millions de doses vaccinales en 4 jours seulement, en cas de crise grave.

## 2. CARACTERISTIQUES DES VACCINS

Le virus est produit par culture sur cellules BHK 21 pendant 24 heures. Après filtration, il subit une double inactivation par l'éthylène-imine binaire<sup>4</sup>. Une concentration et une purification par chromatographie permettent l'obtention d'une suspension antigénique concentrée et purifiée stockée à -100°C en vapeurs d'azote.

Pour la production du vaccin, l'antigène est décongelé et remis en suspension avec de l'adjuvant (soit hydroxyde d'aluminium purifié et saponine, soit double émulsion : eau dans huile dans eau).

**La composition du vaccin (type, sous-type) doit être strictement adaptée à la nature de la souche ou des souches sauvages circulant dans le pays où l'on vaccine les animaux.**

Le vaccin se conserve un an à +4°C ; il ne doit être ni congelé ni laissé à température ordinaire. Avant emploi, il est nécessaire d'homogénéiser le vaccin contenant de l'hydroxyde d'aluminium.

---

## II. LA VACCINATION

---

### 1. PROTOCOLE DE VACCINATION

Pour la primovaccination 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.

### 2. RESULTATS

La protection apparaît à une vitesse variable en fonction de l'espèce animale et de la puissance du vaccin (exprimée en doses protectrices 50 %) :

- Chez les bovins, un vaccin titrant 6 doses protectrices 50 % (les vaccins commerciaux titrent 3 DP50 %) entraîne un début de protection au 4<sup>ème</sup> jour. La protection augmente ensuite pour être plus solide vers le 15<sup>ème</sup>-20<sup>ème</sup> jour.
- Chez les porcs, la protection apparaît plus lentement.

Chez les animaux primo-vaccinés, la protection devient insuffisante au bout de quelques mois. Après un premier rappel, la protection dure environ un an.

Un animal vacciné résiste à une épreuve virulente faite à l'aide d'une souche homologue. La protection clinique se révèle donc satisfaisante vis-à-vis de souches semblables ou proches.

Cependant, comme pour d'autres maladies virales touchant notamment les muqueuses, **cette protection clinique n'empêche pas la multiplication du virus d'épreuve dans les muqueuses de l'animal vacciné puis éprouvé. Par suite, les animaux vaccinés et entrant spontanément en contact avec une souche de virus sauvage peuvent, dans certains cas, devenir porteurs du virus sauvage dans leur pharynx.** Ce portage peut se poursuivre pendant plusieurs mois, sans manifestation clinique (figure 15).

L'absence de cas clinique de F.A. dans des troupeaux vaccinés ne permet donc pas d'affirmer l'absence de circulation du virus sauvage au sein de ces troupeaux.

---

<sup>4</sup> Cette double inactivation se justifie par la nécessité absolue de ne pas risquer de conserver du virus virulent dans le vaccin, comme cela avait été observé dans le passé. Ainsi, dans le rapport Mac Sharry qui a été utilisé par la Commission de Bruxelles pour la décision d'interdiction de la vaccination dans la C.E.E, on pouvait lire que sur les 34 foyers primaires de fièvre aphteuse dénombrés entre 1977 et 1987, 13 foyers étaient « *probablement associés soit à un virus échappé des laboratoires, soit à la production et à l'utilisation de vaccin mal inactivé* ».

De même, le Ministère français de l'agriculture et de la pêche indique sur son site internet : « *Le dernier épisode de fièvre aphteuse en Bretagne en 1981 était dû au passage du virus vaccinal (mal inactivé) d'un cheptel de bovins (qui régulièrement vaccinés, étaient immunisés) à une exploitation porcine voisine.* »

Ce phénomène est à la base de la méfiance montrée par les pays indemnes et ne vaccinant pas contre la F.A., vis-à-vis des animaux des pays dits indemnes (au sens de l'OMSA), mais utilisant la vaccination.

Après emploi des vaccins purifiés actuels, qui ne comprennent que des protéines structurales, et à l'aide de techniques sérologiques (notamment ELISA) permettant la recherche d'anticorps dirigés contre les protéines non structurales, **il est possible d'identifier les troupeaux infectés parmi une population de troupeaux vaccinés.**

**La présence d'anticorps contre les protéines non structurales (autres que 3D) signe la multiplication du virus chez l'animal correspondant.**

Toutefois, l'absence de tels anticorps chez un animal ne permet pas d'affirmer qu'il n'est pas infecté par une souche sauvage (à cause de l'existence de réactions faussement négatives, bien connues également dans d'autres cas comme celui des vaccins déléétés : maladie d'Aujeszky, rhinotrachéite infectieuse bovine). **Les résultats négatifs de la recherche des anticorps anti-protéines non structurales ne doivent donc s'interpréter qu'au plan d'un troupeau et non pas au plan individuel.**

FIGURE 15

**Persistence du virus O<sub>1</sub> Lausanne dans le pharynx de bovins vaccinés puis éprouvés [Doel et al., 1994].**

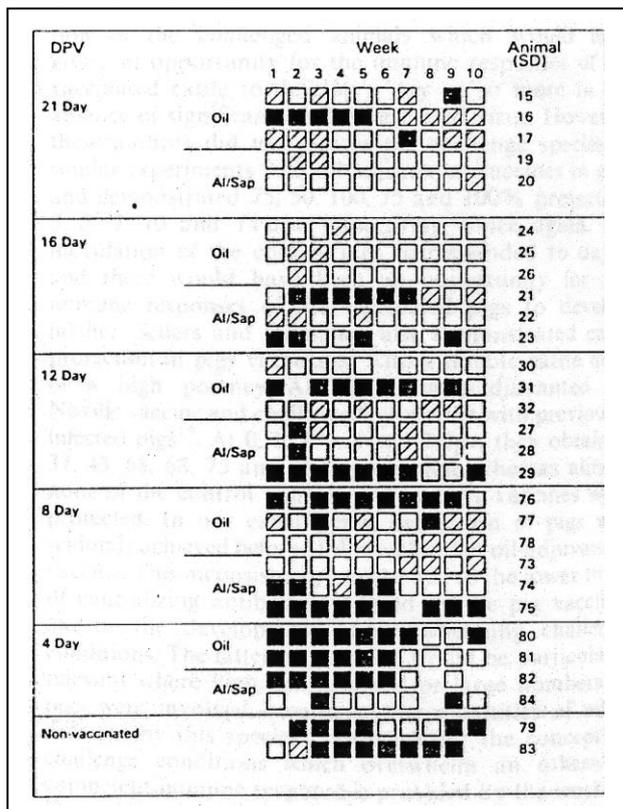
Chaque carré indique le résultat du probang test en nombre de tubes de culture ayant permis l'isolement du virus (de 4 à 0 tube, de noir à blanc) sur l'animal correspondant.

Les prélèvements ont été faits chaque semaine pendant les 10 semaines suivant l'épreuve virulente

DPV : indique le nombre de jours entre la vaccination et l'épreuve virulente.

Oil : vaccin huileux

Al/Sap : vaccin adjuvé par hydroxyde d'aluminium et saponine.



**3. POLITIQUES D'EMPLOI DE LA VACCINATION**

**3.1. 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).

Cependant, dans certains pays en développement où les mesures de prophylaxie sanitaire ne peuvent guère être respectées, la vaccination peut être employée seule, le plus souvent pour limiter une épizootie naissante. Ce fut le cas en Afrique du nord au cours de ces dernières années.

La vaccination systématique de tous les animaux réceptifs dans des zones infectées ou menacées par le virus aphteux permet d'empêcher le développement d'une épizootie (à la double condition que le vaccin contienne une souche

adaptée à la souche sauvage qui circule et que la vaccination de masse soit effectuée très rapidement, compte tenu du délai nécessaire pour l'installation de la protection).

### 3.2. En pays indemne

La question capitale posée à l'heure actuelle est celle de l'éventualité (et de l'opportunité) de la vaccination en pays indemne de F.A., avec, comme objectif, la protection des populations réceptives et, par conséquent, la prévention de l'apparition de foyers de F.A.

La réponse à cette question est difficile et doit prendre en considération un ensemble d'éléments d'information.

Une telle analyse a été faite par l'Union européenne, il y a quelques années (dans l'autre sens, car il ne s'agissait pas de savoir s'il fallait commencer à vacciner dans des pays indemnes, mais si l'on pouvait interdire la vaccination dans les pays indemnes où elle était obligatoire chez certaine(s) espèce(s)).

**La question de la vaccination en pays indemne doit prendre en compte des éléments épidémiologiques, des éléments immunologiques, des éléments économiques et des éléments d'ordre sociaux (acceptabilité notamment).**

Parmi les **éléments d'ordre épidémiologique**, on peut citer :

- l'estimation du **risque d'introduction du virus aphteux** dans le(s) pays concerné(s) ;
- le **risque de circulation silencieuse** du virus en pays utilisant la vaccination ;
- par suite, la nécessité de **vérifier par sondages** l'absence d'anticorps vis-à-vis de protéines non structurales dans les effectifs vaccinés ;
- **l'importance des effectifs** des animaux réceptifs (par exemple, 40 millions pour la France ; 300 millions pour l'Union européenne) et la **hiérarchie de l'opportunité de leur vaccination** : en France, quelle(s) espèce(s) serai(en)t à vacciner en priorité ? Les bovins, comme avant 1991 ? Les porcins, en raison de leur rôle potentiel dans l'apparition du foyer initial (eaux grasses) ? Les ovins, en raison de l'insidiosité de leur infection (cf épizootie de Grande-Bretagne) ?
- etc.

Parmi les **éléments d'ordre immunologique**, on peut évoquer :

- Le **choix des souches** à introduire dans le vaccin. Dans la mesure où il s'agit d'une vaccination préventive de manière « générale » et non pas vis-à-vis d'un virus précis présent dans le pays, ce choix est très difficile car il repose sur une estimation du risque (probabilité) relatif à chaque type viral ou à chaque sous-type majeur. Or, avec l'augmentation des échanges à travers le monde, le risque que certains types classiquement exotiques (SAT<sub>1</sub>, SAT<sub>2</sub>, SAT<sub>3</sub>, Asia1) puissent apparaître n'importe où dans le monde a augmenté.

Cette vaccination préventive ne demeurera efficace que dans la mesure où la couverture vaccinale correspond à la souche introduite (alors que les mesures d'abattage, non spécifiques, s'appliquent à n'importe quelle souche virale) ;

- Le **calendrier vaccinal**. Pour les bovins, la vaccination initiale devrait probablement comporter deux injections à quelques mois d'intervalle, suivies de rappels annuels. La vaccination des porcs et des moutons risque à la fois de laisser une partie non négligeable des effectifs sans protection (âge minimal pour la vaccination, délai d'installation de la protection immunitaire pour les animaux de boucherie) et demanderait des interventions étalées au cours de l'année.

Les **éléments économiques** correspondent essentiellement :

- au **coût** de la vaccination (il est facile à calculer car on dispose de tous les éléments pour le faire) ;
- surtout, dans les conditions actuelles des règles de l'OMSA (certes susceptibles d'évoluer, mais dans quel sens et à quelle vitesse ?), aux pertes entraînées par les **entraves aux exportations** à partir des pays vaccinant contre la F.A. (cf. encadrés « classification des pays par l'OMSA en matière de fièvre aphteuse » et « Recouvrement du statut indemne de F.A. par un pays initialement indemne, avec ou sans vaccination »).

Des estimations ont été faites, pour la France, à propos de ces pertes potentielles. Selon le Ministère de l'agriculture et de la pêche (cité par le Rapport du Sénat, 2001, N° 405, page 108), si, à cause de la vaccination « *la France perdait son statut indemne de fièvre aphteuse sans vaccination, la perte d'exportations est estimée entre 9,8 milliards de francs -1,5 milliards d'euros- par an (si l'Union européenne perdait également ce statut) et 26,3 milliards de francs - 4 milliards d'euros - (si l'Union européenne le conservait) ».*

Ces éléments économiques « négatifs » de la vaccination préventive sont à opposer et à comparer aux coûts directs et indirects de l'alternative de lutte anti aphteuse qu'est la prophylaxie sanitaire avec abattage, blocage des mouvements des animaux et de diverses activités, etc. L'estimation des coûts indirects est difficile et rend la comparaison elle-même délicate.

□ **Les éléments d'ordre social** comprennent :

- **l'émoi** provoqué chez une grande partie de la population par l'abattage et la destruction de millions d'animaux (avec des images spectaculaires) ;
- **l'incompréhension** de la décision d'absence de recours à la vaccination alors que des vaccins existent et que les campagnes de publicité en médecine humaine ont solidement ancré dans l'esprit du public qu'en présence d'un danger infectieux, il faut se faire vacciner (notamment, l'exemple des campagnes annuelles, saisonnières, en faveur de la vaccination contre la grippe humaine) ;
- les aspects de **protection de l'environnement** par rapport aux risques découlant de la destruction de millions de cadavres, tant vis-à-vis de la nappe phréatique (en cas d'enfouissement) que de la production de produits toxiques comme les dioxines (lors de bûchers).

## PROPHYLAXIE MÉDICO-SANITAIRE

Il s'agit de la **combinaison de méthodes sanitaires de lutte** (mesures aux frontières, abattage, désinfection, restriction des mouvements d'animaux, etc.) **et de la vaccination**.

Cette prophylaxie médico-sanitaire peut être appliquée dans des situations diverses, selon plusieurs scénarios.

### I. EN PAYS INDEMNÉ

Il peut s'agir de l'association :

- de la vaccination aphteuse d'une ou de plusieurs espèce(s) animale(s),
- et de contrôles sur les importations, d'épidémiologie, de sensibilisation périodique des différents acteurs (éleveurs, vétérinaires, laboratoires...), etc.

Cette formule a été appliquée en France de 1981 (après la dernière mini-épizootie française au 20<sup>ème</sup> siècle) à 1991 (date d'interdiction de la vaccination, antérieurement obligatoire sur tous les bovins de plus de 6 mois et sur les ovins, occasionnellement, en région frontalière exposée). Avant 1992 (date de l'interdiction de la vaccination aphteuse en Europe, 1<sup>er</sup> janvier 1992, la France ayant avancé la décision au 1<sup>er</sup> avril 1991), l'apparition de la F.A. entraînait l'application de mesures associées d'abattage des animaux dans les foyers et de vaccination en anneau autour des foyers (sauf en Grande-Bretagne et en Irlande où la vaccination n'a jamais été utilisée). Les pertes économiques correspondantes étaient importantes. Les abattages massifs effectués en Grande-Bretagne (sans vaccination) et aux Pays-Bas (après vaccination d'urgence) pour juguler l'épizootie de 2001 ont heurté l'opinion publique.

### II. EN PAYS INFECTÉ

Les scénarios diffèrent selon que l'abattage est appliqué ou non dans les foyers.

L'abattage dans les foyers est fonction des possibilités économiques du pays (pays développé, pays en développement) et du nombre de foyers.

#### 1. **ABSENCE D'ABATTAGE**

La vaccination régulière, ou renforcée dans les zones des foyers, peut être associée à différentes mesures sanitaires comme les contrôles des importations, la limitation des mouvements des animaux dans les zones des foyers, etc.

#### 2. **ABATTAGE**

➤ Pays pratiquant une vaccination anti-aphteuse

Il peut d'agir **d'un pays pratiquant une vaccination** collective d'une ou de plusieurs espèces et au sein duquel, lors d'apparition de foyers, les animaux des espèces sensibles (vaccinés ou non) présents dans les foyers sont abattus. Ce scénario peut être complété par la vaccination périefocale avec rappel sur les animaux déjà vaccinés et primovaccination d'urgence sur les autres. Ce scénario a été appliqué en France de 1962 à 1981.

➤ Pays ne pratiquant pas la vaccination anti-aphteuse

Il peut s'agir **d'un pays ne pratiquant pas la vaccination** anti-aphteuse et dans lequel naît une épizootie.

En début d'épizootie, la décision peut être de n'appliquer qu'une prophylaxie sanitaire avec abattage dans les foyers (et, éventuellement, abattage préventif). En cas de développement, apparemment incontrôlable, de l'épizootie, le recours à la vaccination plus ou moins large (seulement périefocale ou dans certaines zones) peut être décidé.

Cette vaccination périfocale (ou plus large) peut ultérieurement être accompagnée de l'abattage de tous les animaux vaccinés (on parle alors parfois de vaccination « suppressive ») afin de retrouver un statut de pays indemne ne vaccinant pas (cf. Encadré « Classification des pays par l'OMSA en matière de fièvre aphteuse »), ou non (on parle alors de « vaccination préventive »). En effet, la réglementation communautaire (Directive 2003/85/CE du Conseil du 29 septembre 2003) a été récemment modifiée en vue de permettre une vaccination d'urgence non suivie automatiquement d'un abattage des animaux vaccinés.

La décision de recourir à la vaccination périfocale dans un tel pays est délicate<sup>5</sup>. En témoigne l'exemple de la Grande-Bretagne en 2001, avec plus de 2 000 foyers et 5 millions d'animaux abattus, qui n'a pas utilisé la vaccination alors qu'elle avait sollicité de l'Union européenne et obtenu l'autorisation de la faire.

**Compte tenu du délai incompressible pour l'apparition de la protection après la vaccination, tous les animaux déjà contaminés avant la vaccination ou contaminés dans les jours suivants celle-ci ne seront pas protégés et seront donc malades** (ou infectés de façon inapparente pour une proportion élevée de moutons contaminés). Par suite, la vaccination périfocale en pays n'utilisant pas antérieurement la vaccination (il s'agit donc d'une primo-vaccination) ne peut pas protéger les animaux déjà contaminés à partir du foyer. Elle ne peut en fait que protéger les animaux d'exploitations qui seraient exposées à une contamination à partir de foyers secondaires résultant du foyer identifié.

Par ailleurs, la vaccination périfocale est en compétition avec la surveillance et la détection de foyers, en ce qui concerne le personnel disponible.

**Enfin dans le protocole de lutte, il faut tenir compte du délai de fabrication et de mise à disposition du vaccin sur le terrain** (à partir de la banque européenne d'antigènes ce délai est de l'ordre d'une huitaine de jours).

**Si l'abattage préventif n'est pas mis en œuvre** (c'est-à-dire dans les probables ou possibles foyers secondaires supposés d'après les caractéristiques du foyer identifié ou d'après la règle retenue pour un abattage préventif systématique), **il importe de vacciner assez largement autour du foyer identifié puisque l'efficacité de cette vaccination n'est à espérer que pour la « génération » potentielle suivante de foyers** (prévention des foyers « tertiaires »). Et si le pays souhaite retrouver son statut de pays indemne sans vaccination, ce qui implique l'abattage de **tous** les animaux vaccinés, cette vaccination périfocale large a comme conséquence défavorable... l'augmentation du nombre d'animaux qu'il faudra finalement abattre !

On voit donc le **dilemme** pour le décideur qui a à fixer le rayon de la vaccination périfocale dans une telle situation :

- rayon trop faible, risquant d'être inefficace pour la prévention des foyers « tertiaires » et inutile pour les foyers « secondaires » ;
- rayon plus important, pouvant se révéler utile pour la prévention des foyers « tertiaires », mais en même temps augmentant le nombre d'exploitations dans lesquelles l'abattage sera à appliquer.

**Diverses simulations ont été effectuées pour comparer différents scénarios de lutte.**

Martinez-Lopez *et al.* (2010) ont comparé l'efficacité relative de plusieurs stratégies de lutte dans une région d'Espagne : ils ont montré que l'application de stratégies alternatives (abattage des élevages voisins dans un rayon de 1km ou vaccination dans un rayon de 3km autour de l'élevage infecté) permettait de réduire significativement le nombre d'élevages infectés par rapport à la stratégie réglementaire imposée par la législation (abattage des foyers seulement). Schoenbaum et Disney (2003) ont montré que la stratégie optimale dépendait de la virulence de la souche et des caractéristiques démographiques des populations animales (densité d'élevage, taux de contact entre élevage...). D'après Tomassen *et al.* (2002), une stratégie vaccinale serait économiquement optimale dans les zones à forte densité animale, mais pas dans les zones peu denses, pour lesquelles une stratégie d'abattage serait davantage conseillée. **Toutefois, en Europe, la stratégie vaccinale n'est pas souvent considérée comme économiquement optimale à termes**, en raison des restrictions commerciales imposées par les autres pays et des pertes à l'export (Berentsen *et al.*, 1992 ; Mahul et Durand, 2000 ; Ferguson *et al.*, 2001 ; Garner *et al.*, 2002).

Ainsi, par exemple, Mahul et Durand (2000) ont comparé trois scénarios en France : abattage dans les foyers [1], abattage dans les foyers et dans les exploitations menacées [2], abattage dans les foyers associés à une vaccination périfocale [3]. Ils ont conclu que le deuxième scénario serait le moins coûteux (abattage dans les foyers et abattage préventif). Ferguson *et al.* (2001) ont fait de même. Ils arrivent à la conclusion que, pour arriver au même résultat, le scénario 3 exige la vaccination (et donc l'abattage ultérieur) d'un nombre d'animaux nettement plus élevé que celui des animaux à abattre dans le scénario 2.

**Si l'abattage préventif est mis en œuvre suffisamment tôt, l'opportunité de la vaccination périfocale est, en principe, quasi nulle.**

<sup>5</sup> Pour pouvoir appliquer une vaccination en anneau autour des foyers, il est nécessaire de disposer de vaccins prêts à l'emploi (avantage : disponibilité immédiate ; inconvénient : péremption chaque année) ou d'antigènes dans des banques d'antigènes (avantage : conservation pendant plusieurs années ; inconvénients : délai de 4j pour la préparation du vaccin, coût du stockage).

#### ENCADRE 1

##### Classification des pays par l'OMSA en matière de fièvre aphteuse

Afin de déterminer les droits et des devoirs des différents Etats concernés soit par l'importation, soit par l'exportation d'animaux, et menacés par la fièvre aphteuse, le code zoosanitaire de l'OMSA distingue :

- les **pays indemnes de fièvre aphteuse où n'est pas pratiquée la vaccination** ;
- le **pays indemnes de fièvre aphteuse où est pratiquée la vaccination** ;
- les **pays infectés de fièvre aphteuse**.

Les **pays indemnes sans vaccination** doivent :

- faire preuve de célérité et de régularité dans la déclaration de la maladie ;
- ne pas avoir déclaré de foyer depuis 12 mois au moins ;
- disposer d'un « système efficace de surveillance sanitaire » et d'un « dispositif réglementaire complet de prévention et de lutte contre la maladie » ;
- n'avoir importé aucun animal vacciné depuis la cessation de la vaccination.

Les **pays indemnes où est pratiquée la vaccination** sont tenus :

- d'avoir fait preuve de célérité et de régularité dans la déclaration des maladies animales ;
- d'attester l'absence de foyer au cours des deux dernières années, et l'existence d'un système efficace de surveillance sanitaire et d'un dispositif réglementaire complet de prévention et de lutte contre la F.A.
- de pratiquer la vaccination de façon systématique dans les conditions prévues par l'OMSA ;
- de disposer d'un système de surveillance intensive et répétée pour détecter toute activité virale.

#### ENCADRE 2

##### Recouvrement du statut indemne de fièvre aphteuse par un pays initialement indemne (avec ou sans vaccination)

Le délai réglementaire de recouvrement du statut indemne varie selon le scénario de lutte choisi (Directive 2003/85/CE).

Le code zoosanitaire de l'OMSA prévoit **les conditions dans lesquelles un pays indemne de fièvre aphteuse peut retrouver ce statut dans le cas où un foyer de fièvre aphteuse viendrait à y apparaître**. Il distingue le cas des pays indemnes sans vaccination de celui des pays indemnes avec vaccination.

Les **pays indemnes sans vaccination retrouvent leur statut** après qu'un foyer aphteux est apparu :

- **3 mois après le dernier cas**, là où sont appliqués l'abattage sanitaire et une surveillance sérologique ;
- **ou 3 mois après l'abattage du dernier animal vacciné**, là où sont appliqués l'abattage sanitaire, une surveillance sérologique et une vaccination d'urgence « suppressive » ;
- **ou 6 mois après le dernier cas ou la dernière vaccination**, si la vaccination d'urgence est « préventive », avec recherche d'anticorps contre les protéines non structurales.

Les **pays indemnes où est pratiquée la vaccination retrouvent, quant à eux, leur statut sous réserve d'une « surveillance efficace »** :

- **6 mois après le dernier cas**, si abattage sanitaire, vaccination d'urgence et recherche des anticorps contre les protéines non structurales ;
- **ou 12 mois après le dernier cas** là où l'abattage sanitaire est pratiqué ;
- **ou 2 ans après le dernier cas** en l'absence d'abattage sanitaire.

#### BILAN

On dispose donc de plusieurs moyens pour lutter contre la F.A. Ces moyens peuvent être diversement combinés. **Il n'existe pas un plan universel de lutte, applicable quels que soient le pays et la situation épidémiologique**. Les mesures de lutte retenues doivent être déterminées en fonction d'un ensemble varié d'informations et d'objectifs. Pour un même pays, elles peuvent et doivent évoluer au cours du temps en fonction de la situation. **Les considérations d'ordre économique sont capitales, même si elles peuvent être influencées par des considérations d'ordre social**.

Après l'épizootie de 2001, l'Europe s'est repenchée sur sa politique de lutte contre la F.A. ; elle a confirmé que le choix fait en 1991 demeurait le bon mais a introduit des mesures destinées à faciliter le recours à la vaccination d'urgence, sans abattage systématique ultérieur des animaux vaccinés. La Directive correspondante a été publiée en 2003.

## LÉGISLATION SANITAIRE

La lutte contre cette maladie est réglementée depuis plusieurs décennies en France : **la F.A. était classée comme danger sanitaire de première catégorie pour toutes les espèces sensibles depuis le 29 Juillet 2013 en France, et soumise à un plan national d'intervention d'urgence (anciennement M.L.R.C, Art. 224 du Code rural). Depuis l'entrée en vigueur de la loi de santé animale (LSA) en 2021, la F.A. est désormais considérée à l'échelle européenne comme maladie de catégorie A (soumise à éradication immédiate), D (soumise à des mesures lors des échanges et mouvements intra-UE) et E (soumise à des mesures de surveillance) (Règlement 2016/429 du Parlement Européen et du Conseil du 9 mars 2016).**

La prophylaxie médico-sanitaire appliquée de façon collective pendant 30 ans a été transformée en prophylaxie exclusivement sanitaire en 1991 (arrêté du 29 mars 1991), en application de la directive N° 90/423 du 26 juin 1990, en vue de permettre la libre circulation des animaux au sein de la CEE.

### I. BASES REGLEMENTAIRES

Les principaux textes en vigueur à l'heure actuelle sont les suivants :

- Arrêté du 29 mars 1991 : interdisant la vaccination anti-aphteuse chez toutes les espèces animales (J.O. 6 avril 1991).
- Loi N° 91-939 du 10 juillet 1991 : relative à la lutte contre la fièvre aphteuse et portant modification du code rural et du code pénal (J.O. 12 juillet 1991).
- Décret N° 91-1318 du 27 décembre 1991 : relatif à la lutte contre la fièvre aphteuse (J.O. 29 décembre 1991).
- Arrêté du 18 mars 1993 : fixant diverses mesures financières relatives à la lutte contre la fièvre aphteuse (J.O. 26 mars 1993).
- Arrêté du 5 avril 2001 : modifiant l'arrêté du 23 novembre 1994 (J.O. 26 avril 2001).
- **Note de service DGAI/SDSPA/SDSSA/N 2003-8050 du 10 mars 2003** : plan d'urgence contre la fièvre aphteuse (note de service de plus de 100 pages fournissant tous les détails du plan de lutte).
- **Directive 2003/85/CE du Conseil du 29 septembre 2003** établissant des mesures communautaires de lutte contre la fièvre aphteuse, abrogeant la directive 85/511/CEE et les décisions 84/531/CEE et 91/665/CEE et modifiant la directive 92/46/CEE.
- Arrêté du 22 mai 2006 fixant les mesures techniques et administratives relatives à la lutte contre la fièvre aphteuse (J.O. 30 mai 2006) et modifiant l'Arrêté du 23 novembre 1994.
- **Note de service DGAL/MUS/2017-585 du 29 novembre 2017** présentant les plans nationaux d'intervention sanitaire d'urgence dans le domaine de la santé animale

➤ **Loi du 10 juillet 1991** : La loi du 10 juillet 1991 prévoit les principales mesures suivantes en ce qui concerne la fièvre aphteuse :

- interdiction de la vaccination (dérogation possible en cas d'épizootie à caractère extensif) ;
- obligation de déclaration au Maire et à un vétérinaire sanitaire de toute suspicion ou contamination de F.A. ;
- mesures prises par le Préfet en cas de suspicion ou de constatation de F.A. avec déclenchement d'un plan d'intervention préparé ;
- emprisonnement de un à cinq ans et amende de 50 000 F à 1 000 000 F pour toute personne ayant **volontairement** contribué à propager la F.A. (environ 7 500 à 150 000 €) ;
- emprisonnement de 2 mois à 2 ans et amende de 20 000 F à 200 000 F pour toute personne ayant **involontairement** contribué à propager la F.A. (environ 3 000 à 30 000 €) ;
- emprisonnement de 2 mois à 2 ans et amende de 10 000 F à 100 000 F pour toute personne ayant acquis, détenu, cédé ou utilisé du vaccin anti aphteux ou manipulé du virus aphteux (en dehors de certaines conditions) (environ 1500 à 15000 €) ;
- emprisonnement de 2 mois à 2 ans et amende de 10 000 F à 100 000 F pour toute personne tenue de faire la déclaration et qui ne l'aura pas faite (environ 1500 à 15000 €).

➤ **Décret du 27 décembre 1991 et arrêté du 22 mai 2006** : Le décret du 27 décembre 1991 et l'arrêté du 22 mai 2006 prévoient les différentes mesures à appliquer en cas de suspicion ou de confirmation de F.A. L'arrêté du 22 mai 2006 retranscrit les mesures minimales établies dans la Directive 2003/85 en droit national. **L'essentiel de ces mesures est résumé dans l'encadré ci-dessous.** Pour les détails, voir les textes placés en annexe.

- **Arrêté du 5 avril 2001** : introduit la notion de l'abattage préventif.
- **Note de service du 10 mars 2003** : fournit tous les détails concernant la lutte contre la fièvre aphteuse.
- **Directive 2003/85/CE du Conseil du 29 septembre 2003** : décrit les mesures minimales qui doivent être prises en réponse à un foyer de FA dans un pays de l'Union Européenne.
- **Aspects financiers**

#### **Prise en charge par l'Etat**

L'Etat prend en charge financièrement :

- l'indemnisation des éleveurs (propriétaires d'animaux abattus et des denrées et produits détruits sur ordre de l'Administration), ainsi que les frais d'expertise permettant d'évaluer la valeur marchande objective des animaux (pertes directes liées à l'abattage dans un foyer : décret du 27 décembre 1991, article 20 et arrêté du 22 mai 2006). Un arrêté du 30 mars 2001 fixant les modalités de l'estimation des animaux abattus sur ordre de l'administration (quelle que soit la cause : ESB, fièvre aphteuse ou autre) a institué un mécanisme complexe aboutissant, en principe, au plafonnement du montant des estimations.
- les opérations de police sanitaire réalisées par les vétérinaires mandatés (visites d'exploitations, enquêtes épidémiologiques, prélèvements, euthanasie, vaccination d'urgence, déplacements...)
- les analyses de laboratoire
- les opérations de décontamination

*NB : Les frais d'équarrissage et de transport des cadavres d'animaux abattus dans les foyers pour raisons sanitaires, ou de produits d'animaux ou d'origine animale détruits sur ordre de l'administration ne relèvent pas financièrement du service public de l'équarrissage et donc également prises en charge par l'Etat*

#### **Cofinancement d'urgence européen**

Les coûts de gestion et d'indemnisation résultats des mesures prises à la suite de la confirmation de la détection d'une maladie soumise à PNISU peuvent faire l'objet de demandes de subvention auprès de la Commission européenne, au titre des mesures d'urgence. Les dépenses éligibles concernent les coûts d'indemnisation des propriétaires d'animaux abattus ou éliminés, ou des coûts opérationnels (acheminement et mise à mort des animaux, transport et destruction des carcasses, œufs et lait, destruction des aliments, destruction du matériel contaminé, nettoyage, désinfection, vaccination).

#### **Fonds de solidarité professionnels**

Le fonds national agricole de mutualisation des risques sanitaire et environnemental (FMSE) peut contribuer, depuis 2013 (arrêté du 24 septembre 2013, article L. 361-3 du CRPM), à l'indemnisation d'un producteur (affilié au fonds) ayant subi des pertes économiques en raison de l'apparition d'un foyer (notamment pertes indirectes, qui ne sont pas prises en charges par l'Etat, liées par exemple à l'absence de commercialisation des élevages situés dans des zones soumises à des mesures réglementaires).

---

## **II. PRINCIPES GENERAUX DES PLANS NATIONAUX D'INTERVENTION SANITAIRE D'URGENCE**

---

La note de service DGAL/MUS/2017-585 du 29 novembre 2017 présente les principes généraux d'organisation de la gestion d'un événement sanitaire majeur (« gestion de crise ») à travers l'actualisation du plan national d'intervention sanitaire d'urgence (PNISU). Ce PNISU vise à définir le cadre national de la préparation et de la réponse sanitaire aux menaces que représentent certains dangers sanitaires, et doit être mis en œuvre et décliné dans chaque département dans le cadre du dispositif ORSEC (Organisation de la réponse de sécurité civile) prévu par le code de la sécurité intérieure en vue de la protection de la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.

### **1. Le dispositif ORSEC**

Placé sous l'autorité unique du préfet, le dispositif ORSEC est conçu pour mobiliser et coordonner l'ensemble des acteurs, au-delà du niveau de réponse courant ou quotidien des services. L'objectif est de mettre en place une organisation opérationnelle permanente et unique de gestion, constituant un outil de réponse commun à des événements graves, quels qu'ils soient (épizooties, catastrophes naturelles...). Ce dispositif opérationnel doit prendre en compte de manière pragmatique et précise tous les aspects nécessaires à son fonctionnement : organisationnels, humains, techniques et matériels.

Pour être pleinement efficace, cette organisation s'appuie sur des acteurs formés. Elle ne doit pas se découvrir lorsque l'événement survient mais être rodée par des entraînements et des exercices. Il s'agit d'aboutir à une maîtrise partagée entre tous les acteurs et à une pérennisation d'un savoir-faire opérationnel.

## **2. L'articulation du PNISU et du dispositif ORSEC**

L'article D.201-5-1 précise que le PNISU doit être arrêté par le ministre de l'agriculture et adapté et mis en œuvre dans le cadre de chaque dispositif ORSEC. Les dispositions générales de chaque dispositif ORSEC départemental doivent être complétées par des dispositions spécifiques, intégrant les éléments de gestion particuliers aux risques sanitaires épizootiques. En ce qui concerne la gestion des épizooties, les mesures étant réglementées aux échelles européennes et nationales, il y a souvent peu d'adaptations du dispositif à l'échelle locale.

Il convient de préciser qu'en application de ce dispositif, le préfet dispose de pouvoirs étendus en matière de gestion de crise. Le préfet peut ainsi mobiliser ou réquisitionner tous les moyens nécessaires (article L742-2 du Code de la sécurité intérieure).

### **Les acteurs**

Le réseau habituel des acteurs ORSEC (service interministériel de défense et de protection civile, services de secours et de sécurité, autres services de l'État) peut être élargi à d'autres intervenants : entreprises, associations qui seraient en capacité d'apporter une prestation ou un appui dans les actions techniques de lutte sanitaire (par exemple relais d'information, regroupement et contention des animaux, décontamination de bâtiments, matériels, véhicules...).

Dans le domaine spécifique des épizooties, les organismes tels que les OVS (Organismes à Vocation Sanitaire) et OVVT (Organisation Vétérinaire à Vocation Technique) sont des acteurs particulièrement impliqués. Cela suppose de bien définir, au préalable, le cadre de collaboration avec les acteurs en situation d'urgence (organisation et modalités d'alerte, délai de mobilisation ou de réponse...). Il peut être utile de fixer et de formaliser ce cadre par des conventions. Si le préfet dirige et coordonne l'ensemble des intervenants, il appartient néanmoins à chaque acteur recensé dans le dispositif ORSEC de se préparer en interne en prenant en compte dans son organisation propre, les missions et les actions dont il aura la responsabilité dans la gestion de l'événement.

### **L'organisation des niveaux de responsabilités et chaînes de commandement**

La chaîne de commandement est celle du ministère de l'intérieur, et s'appuie sur les préfets. La communication dite technique, en cas d'événement sanitaire, est indispensable entre l'administration centrale (DGAL) et les services opérationnels départementaux (DDecPP, DDT(M)) ou les services régionaux (DRAAF-SRAL). En situation de crise, le niveau régional apporte un soutien au niveau départemental. Ainsi, la DRAAF doit dans ce domaine exercer pleinement ses missions, notamment en matière de coordination, d'appui, d'expertise et de synthèse. Elle apporte un appui budgétaire et économique surtout en situation post accidentelle et de retour à la normale. Elle constitue ainsi une ressource à destination du département, de l'administration centrale et de la zone de défense.

## **3. Généralités du PNISU sur la gestion d'une suspicion**

La Figure 16 présente les différentes étapes théoriques de la suspicion d'un danger sanitaire soumis à PNISU.

La gestion d'une suspicion débute à la réception par le DDecPP d'une information évocatrice d'une épizootie (appelé à ce stade **signalement**). Le signalement peut être réalisé par un éleveur, un technicien d'élevage, un vétérinaire, ou un chargé d'inspection à l'abattoir, qui aurait constaté des signes cliniques par exemple, ou faire suite à l'obtention d'un résultat d'analyse par un laboratoire ou à une enquête épidémiologique.

Après avoir collecté les premiers éléments d'information, il est nécessaire **d'évaluer la plausibilité de ce signalement**. La responsabilité de la DDecPP est de décider si le signalement constitue une **suspicion** ou non. Cette décision doit se fonder sur un recueil d'informations cliniques et épidémiologiques, en fonction notamment de la visite du vétérinaire sanitaire et de l'avis éventuel d'un expert technique. La visite de l'élevage, à l'origine du signalement ou diligentée par la DDecPP (si le signalement émane de l'éleveur suite à l'observation de signes cliniques dans son élevage), doit être effectuée par le vétérinaire sanitaire et complétée par des éléments épidémiologiques et de contexte propres à l'élevage. Le vétérinaire sanitaire doit disposer, en permanence, du matériel nécessaire pour faire face à un signalement, à savoir :

- un dispositif de biosécurité afin d'éviter la diffusion de la maladie et assurer la protection des opérateurs,
- le matériel pour étayer une demande d'appui auprès d'un expert,
- le matériel de prélèvement au cas où la DDPP validerait le signalement.

Sur la base des éléments collectés (informations lors du signalement initial, conclusions de la visite par le vétérinaire, éventuel avis de l'expert technique), le DDecPP arrête la position définitive retenue :

- soit le signalement ne constitue pas une suspicion : fin des actions, enregistrement du signalement pour estimer le niveau de sensibilité du système de surveillance,
- soit la suspicion est jugée plausible et peut être qualifiée de faible ou forte : investigations et mesures conservatoires.

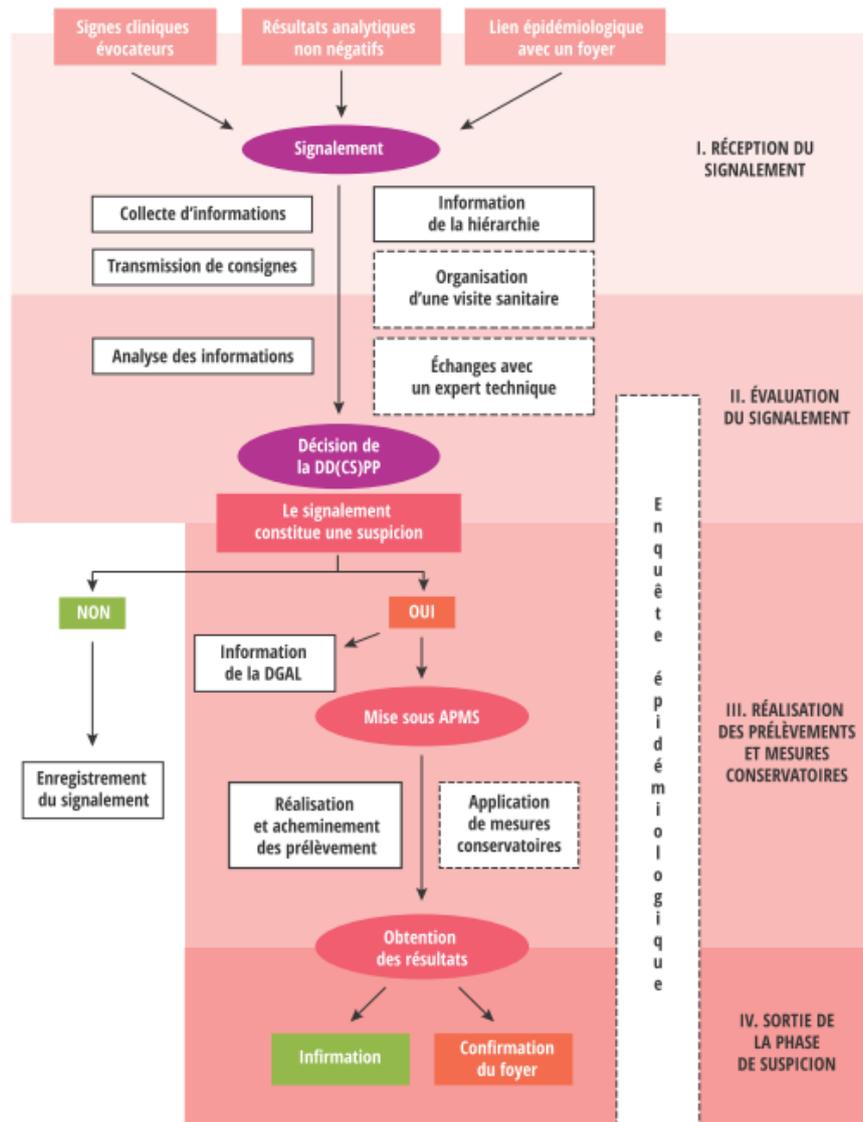
L'enjeu crucial de la phase d'évaluation du signalement est d'arriver à trouver un équilibre entre deux types de risque : celui de ne pas détecter une épizootie débutante et celui de mettre en place des mesures conservatoires par excès.

Si le signalement constitue une suspicion, la DGAL doit en être informée et des actions doivent être engagées pour obtenir le plus rapidement possible la **confirmation ou l'infirmité de la suspicion**. La DDecPP est responsable du conditionnement et de l'acheminement des **prélèvements** et doit prendre contact avec le laboratoire pour l'informer de l'expédition des prélèvements et s'assurer de leur bonne réception. En parallèle, des **mesures conservatoires** doivent être prises dans l'exploitation suspecte, qui est placée sous arrêté préfectoral de mise sous surveillance (**APMS**), afin de limiter le risque de diffusion de la maladie.

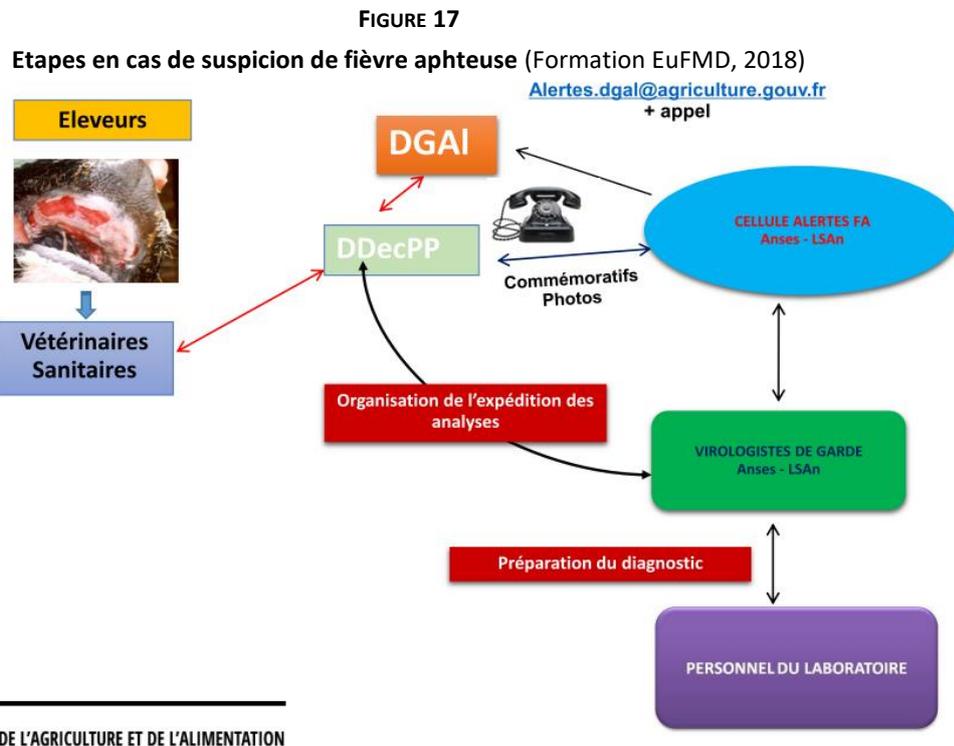
La phase de suspicion se termine soit par l'infirmité de la suspicion soit par sa confirmation par des résultats de laboratoire. L'infirmité de la suspicion se traduit par la levée de l'APMS. La confirmation de la suspicion se traduit par la prise d'un arrêté préfectoral portant déclaration d'infection (**APDI**), qui abroge l'APMS.

FIGURE 16

Etapes de la suspicion d'un danger sanitaire soumis à PNISU (note de service DGAL/MUS/2017-585)



La figure 17 présente les étapes en cas de suspicion de fièvre aphteuse dans un élevage. Classiquement, l'éleveur contacte en premier lieu son vétérinaire sanitaire, qui se rend donc dans l'élevage pour réaliser une visite (en pratique, actuellement, le signalement n'est pas systématiquement déclaré à la DDecPP). Le vétérinaire sanitaire, suite à sa visite dans l'élevage, décide généralement à ce stade de déclarer (ou non) une suspicion, en fonction des éléments épidémiologiques, cliniques et lésionnels recueillis.



### III. MESURES EN CAS DE SUSPICION DE FIEVRE APHTEUSE (Arrêté du 22 mai 2006) – voir détails en annexe

Le vétérinaire sanitaire suspectant un cas de fièvre aphteuse **est tenu d'avertir sans délai le directeur départemental des services vétérinaires du département où se situe l'animal suspect**. Le directeur départemental des services vétérinaires peut notamment charger le vétérinaire sanitaire de :

- contacter directement le laboratoire de diagnostic agréé ;
- réaliser les prélèvements nécessaires ;
- recenser tous les animaux présents sur l'exploitation ;
- prescrire à l'éleveur toutes les mesures propres à éviter la propagation de l'infection à l'intérieur comme à l'extérieur de l'exploitation.

Le vétérinaire sanitaire prend toutes les précautions nécessaires, au cours de sa visite et à la suite de celle-ci, pour éviter de participer à la dissémination du virus de la fièvre aphteuse.

Lorsqu'une suspicion de fièvre aphteuse est établie, le préfet prend immédiatement vis-à-vis de l'exploitation concernée un **arrêté préfectoral de mise sous surveillance (APMS)**, qui est remis en main propre au responsable de l'exploitation et qui entraîne, si cela n'a pas encore été réalisé, l'application des mesures suivantes :

- le **recensement de toutes les catégories d'animaux** présentes dans l'exploitation et, pour chacune des espèces sensibles, le nombre d'animaux déjà morts et le nombre d'animaux suspects d'être contaminés ou d'être infectés ;
- le **relevé de tous les stocks** de lait, produits laitiers, viandes, produits à base de viande, cuirs et peaux, laines, poils, soies, semence, embryons, ovules, lisier, fumier, déchets d'origine animale, aliments pour animaux et litière se trouvant dans l'exploitation ;

**- L'interdiction d'entrée et de sortie de l'exploitation :**

- des **animaux d'espèce sensible** (sauf dans le cas d'exploitations constituées d'ateliers épidémiologiquement distincts et sur autorisation délivrée par le directeur départemental des services vétérinaires), qui doivent par

ailleurs être maintenus dans leurs locaux d'hébergement ou dans un lieu permettant leur confinement et leur isolement,

- des **espèces non réceptives au virus aphteux**,
- des **personnes**,
- des **véhicules**,

Les introductions doivent ainsi être limitées au strict nécessaire. La visite de personnes, l'entrée de véhicules, si elles sont nécessaires, doivent être soumises aux mesures de décontamination prévues lors de leur sortie.

- **L'interdiction de sortie de l'exploitation :**

- de **cadavres, viandes, produits à base de viande, laits et produits laitiers**, semence, ovules et embryons d'animaux des espèces sensibles,
- d'aliments pour animaux, ustensiles, objets ou autres matières, telles que laines, cuirs et peaux, poils, soies, déchets animaux, lisier, fumier,
- de **toute autre substance susceptible de transmettre le virus de la fièvre aphteuse**,

Toute sortie nécessaire doit être contrôlée afin d'éviter la diffusion involontaire de l'agent pathogène : nettoyage des mains, changement de vêtements et de chaussures, abstention ultérieure de contact avec tout animal extérieur, inactivation des produits animaux, désinfection des supports inertes, désinfection des roues de véhicules...

- L'utilisation de **moyens appropriés de désinfection aux entrées et sorties** des bâtiments ou locaux hébergeant des animaux des espèces sensibles, ainsi qu'à celles de l'exploitation ;

- La **réalisation de prélèvements** nécessaires au diagnostic ;

- La **réalisation d'une enquête épidémiologique**.

*NB : ces mesures peuvent être étendues, sur décision du Préfet après avis du DDPP, à d'autres exploitations si leur localisation, la configuration des lieux ou l'existence de contacts, directs ou indirects, avec les animaux de l'exploitation suspecte laissent craindre une contamination.*

*NB : Les délais pour la période d'incubation retenus par la réglementation Européenne sont de 14 jours pour les bovins et les porcs, et de 21 jours pour les ovins, les caprins et tout autre animal d'une espèce sensible (l'OMSA retient également 14 jours pour ces espèces). Ces délais sont importants pour le calcul des fenêtres épidémiologiques.*

*NB : Une zone de contrôle temporaire peut être établie dans la zone suspecte, ce qui peut impliquer une interdiction des mouvements d'animaux pendant 72 heures.*

*NB : Les autorités vétérinaires peuvent décider de mettre en œuvre un abattage préventif au niveau de l'exploitation en question. En d'autres termes, s'il y a de très fortes suspicions de FA, les autorités peuvent choisir de ne pas attendre que la maladie soit confirmée avant de procéder à l'abattage des animaux.*

*NB : Pendant cette phase, un travail de préparation doit être débuté pour anticiper les mesures en cas de confirmation : préparation des zones (cartographie, recensement des exploitations, abattoirs, centres de rassemblement, couvoirs, marchés...); préparation de l'abattage des animaux (estimation du nombre d'animaux à abattre et leur poids, choix de la technique d'abattage, informations pour l'organisation du chantier d'abattage...).*

---

## II. MESURES EN CAS DE CONFIRMATION DE FIEVRE APHTEUSE

(Arrêté du 22 mai 2006) – voir détails en annexe

---

Lorsqu'un cas de fièvre aphteuse est officiellement confirmé dans une exploitation, le préfet prend immédiatement vis-à-vis de l'exploitation concernée un **arrêté préfectoral portant déclaration d'infection (APDI)**.

Cet arrêté délimite un périmètre interdit comprenant :

- l'exploitation reconnue infectée ou **foyer** ;

- une **zone de protection d'un rayon minimal de 3 kilomètres** autour du foyer ;

- une **zone de surveillance s'étendant sur une distance d'au moins 7 kilomètres** au-delà du périmètre de la zone de protection.

La délimitation géographique de ces zones tient compte des barrières naturelles, des facilités de contrôle et des connaissances et moyens épidémiologiques permettant de prévoir la dispersion possible du virus aphteux par voie aérienne ou autre ; elle peut être modifiée, si nécessaire, en fonction d'éléments nouveaux. Les zones de protection et de surveillance sont signalées par des panneaux placés à leur entrée sur les axes routiers. Tous les animaux qui ont été déplacés hors de ces zones à partir d'au moins 21 jours avant la date estimée de la première infection doivent être tracés, ainsi que les produits d'origine animale expédiés avant cette même date.

Par ailleurs, le préfet met en place une cellule de crise (poste de commandement fixe ou PCF), qui, sous son autorité, organise les opérations. Cette cellule est dirigée par le directeur de cabinet et comprend le DDecPP et les représentants des autres services de l'administration participant à la lutte.

### **1. Mesures applicables dans l'exploitation infectée (foyer)**

- **mise à mort sur place** de tous les animaux des espèces sensibles ;
- **destruction des cadavres** des animaux des espèces sensibles, afin d'éviter tout risque de propagation du virus aphteux. La méthode doit être choisie en fonction de la situation locale selon l'ordre de préférence suivant :
  - équarrissage (en prenant les précautions nécessaires pour éviter la dissémination du virus lors du transport des cadavres),
  - enfouissement sur place (permet de limiter la diffusion du virus, si elle est compatible avec les contraintes de la protection de l'environnement et de l'hygiène publique),
  - enfouissement sur un site situé hors de l'exploitation (mais cumule les inconvénients de l'enfouissement et du transport, et nécessite en général la réquisition du terrain avant de recevoir les cadavres),
  - incinération (généralement mise en œuvre si aucune des autres méthodes n'est possible) ;
- **isolement de toute substance susceptible de transmettre le virus de la fièvre aphteuse** (cadavres, viandes, produits à base de viande, produits laitiers, semence, ovules et embryons d'animaux des espèces sensibles, aliments pour animaux, ustensiles, objets ou autres matières, telles que laines, cuirs et peaux, poils, soies, déchets animaux, lisier, fumier) jusqu'à l'infirmité de la suspicion, leur traitement de manière à assurer la destruction du virus aphteux, ou leur destruction ;
- **nettoyage et désinfection** des bâtiments utilisés pour l'hébergement des animaux des espèces sensibles, leurs abords, des véhicules utilisés pour le transport des animaux et tous les autres bâtiments et matériels susceptibles d'avoir été contaminés. Une seconde désinfection doit être réalisée 15 jours après la première. Ces opérations doivent être effectuées sous contrôle des services vétérinaires ;
- **enquête épidémiologique**. Cette enquête doit permettre d'identifier depuis combien de temps la maladie était présente, d'où elle aurait pu provenir et quels sont les mouvements des animaux, personnes, véhicules ou autres vecteurs passifs qui auraient pu propager la maladie.

La levée de l'APDI et le repeuplement ne peuvent intervenir qu'au plus tôt **30 jours** après la fin des opérations de nettoyage et désinfection.

Les opérations de dépeuplement doivent respecter les principes suivants : intervenir rapidement ; intervenir dans des conditions assurant la sécurité des personnes ; intervenir dans des conditions permettant de limiter la souffrance animale.

Les animaux réceptifs ayant quitté l'exploitation **moins de 5 jours** avant l'apparition des premiers signes cliniques doivent également être mis à mort.

### **2. Mesures applicables dans la zone de protection**

- **recensement** des exploitations détenant des animaux des espèces sensibles et recensement des animaux détenus dans ces exploitations ;
- **visites régulières** par un vétérinaire sanitaire de ces exploitations (vérification du recensement, des mesures appliquées afin d'empêcher l'introduction ou la diffusion du virus aphteux, inspection clinique, réalisation éventuelle de prélèvements) ;
- **interdiction d'entrée et de sortie des animaux des espèces sensibles** (sauf dérogation) ;
- **interdiction des rassemblements d'animaux des espèces sensibles** (foires, marchés, expositions...), de la monte publique naturelle ou artificielle des animaux des espèces sensibles (sauf dérogation). Ces interdictions peuvent être étendues, sur décision du Préfet après avis du DDPP, **aux mouvements des animaux d'espèces non réceptives, aux rassemblements de personnes pouvant donner lieu à des contacts directs ou indirects avec des animaux des espèces sensibles, à la monte artificielle des animaux des espèces non réceptives, aux déplacements de moyens de transport destinés au transport d'animaux et au transit d'animaux à travers la zone de protection**. Par ailleurs, toute personne entrant ou sortant d'une exploitation située dans la zone de protection doit subir une décontamination et tous les véhicules quittant ou traversant la zone doivent être désinfectés ;
- **interdiction de mise sur le marché de viandes fraîches, préparations de viandes ou de produits à base de viande et de lait ou produits laitiers** issus d'animaux des espèces sensibles (sauf dérogation et traitement approprié) ;
- interdiction de mise sur le marché de semences, ovules et embryons issus d'animaux des espèces sensibles ; de cuirs et de peaux d'animaux d'espèces sensibles ; d'aliments pour animaux, de fourrages, de foin et de paille provenant de la zone de protection ;
- interdiction du transport et de l'épandage de fumier et d'effluents issus d'exploitations situées dans la zone de protection et détenant des espèces sensibles.

Les mesures applicables dans la zone de protection ne peuvent être levées que **15 jours** après la fin des opérations de nettoyage et désinfection de l'exploitation infectée et qu'après qu'une enquête épidémiologique conduite dans toutes les exploitations détenant des animaux des espèces sensibles de la zone de protection ait conclu à une absence de suspicion ou de cas de fièvre aphteuse. Les mesures applicables dans la zone de surveillance s'appliquent alors, jusqu'à la levée de ces dernières.

NB : si, dans cette zone, des signes cliniques sont observés dans un élevage détenant des espèces sensibles, le DDecPP déclare l'animal atteint sans attendre les résultats du laboratoire, et l'exploitation est placée sous APDI et assainie sans délai.

### **3. Mesures applicables dans la zone de surveillance**

- **recensement** des exploitations détenant des animaux des espèces sensibles et recensement des animaux détenus dans ces exploitations ;
- **visites régulières** par un vétérinaire sanitaire de ces exploitations (vérification du recensement, des mesures appliquées afin d'empêcher l'introduction ou la diffusion du virus aphteux, inspection clinique, réalisation éventuelle de prélèvements) ;
- **interdiction de circulation des espèces sensibles et de rassemblement des animaux des espèces sensibles et non sensibles** (sauf dérogations, plus nombreuses qu'en zone de protection, notamment en ce qui concerne les équidés) ;
- **interdiction de mise sur le marché de viandes fraîches, préparations de viandes ou de produits à base de viande et de lait ou produits laitiers** issus d'animaux des espèces sensibles (sauf dérogation et traitement approprié) ;
- interdiction de mise sur le marché de semences, ovules et embryons issus d'animaux des espèces sensibles ; de cuirs et de peaux d'animaux d'espèces sensibles ;
- interdiction du transport et de l'épandage de fumier et d'effluents issus d'exploitations situées dans la zone de surveillance et détenant des espèces sensibles.

Les mesures appliquées dans la zone de surveillance ne peuvent être levées qu'après un délai de **30 jours** au moins après la fin des opérations de nettoyage et désinfection de l'exploitation infectée et qu'après qu'une enquête épidémiologique conduite dans toutes les exploitations détenant des animaux des espèces sensibles de la zone de surveillance ait conclu à une absence de suspicion ou de cas de fièvre aphteuse.

NB : si, dans cette zone, des signes cliniques sont observés dans un élevage détenant des espèces sensibles, le DDecPP déclare l'animal atteint sans attendre les résultats du laboratoire, et l'exploitation est placée sous APDI et assainie sans délai.

### **4. Régionalisation et vaccination**

Des zones au sein desquelles des restrictions sont imposées aux mouvements ou échanges de certains animaux ou de leurs produits afin d'empêcher la propagation du virus aphteux peuvent être définies : on parle alors de **régionalisation**.

**La vaccination et l'administration de sérums hyper-immuns contre la fièvre aphteuse sont interdites, sauf dans le cas de la vaccination d'urgence.** La décision de recourir à la vaccination d'urgence peut être prise lorsqu'au moins une des conditions suivantes est remplie :

- La fièvre aphteuse est présente sur le territoire français et menace de s'y étendre.
- La France est menacée par d'autres Etats membres ou pays tiers eu égard :
  - à la situation géographique des foyers de fièvre aphteuse signalés dans ces Etats membres ou pays tiers ;
  - aux conditions météorologiques y prévalant ;
  - aux liens épidémiologiques existant entre des exploitations françaises et des exploitations détenant des animaux des espèces sensibles se trouvant dans cet Etat membre ou ce pays tiers infecté par la fièvre aphteuse.

La vaccination d'urgence peut revêtir deux formes :

- La **vaccination préventive** qui est la vaccination d'urgence pratiquée dans les exploitations situées dans des zones désignées afin de protéger les animaux des espèces sensibles se trouvant dans ces zones de la propagation aérienne du virus aphteux ou des matières contaminées, avec l'intention de maintenir les animaux en vie après vaccination ;
- La **vaccination suppressive** qui est la vaccination d'urgence pratiquée exclusivement dans les exploitations concernées par un APDI vis-à-vis de la fièvre aphteuse, lorsqu'il est impératif de réduire de toute urgence la quantité de virus circulant et le risque de propagation du virus au-delà des limites de ces exploitations, avec mise à mort différée des animaux concernés après vaccination.

Si une vaccination d'urgence est mise en œuvre, un arrêté doit préciser les limites administratives de la zone géographique concernée, l'espèce et l'âge des animaux à vacciner, la durée de la campagne de vaccination, et les modalités d'identification et d'enregistrement des animaux vaccinés. Dans la zone de vaccination, la sortie des animaux vivants des espèces sensibles des exploitations est interdite jusqu'à 30 jours après la fin de la vaccination. Les viandes fraîches et produits à base de viande, le lait et les produits laitiers issus d'animaux vaccinés et abattus peuvent être mises sur le marché sous certaines conditions (traitement thermique du lait notamment). Par la suite, une

enquête clinique et sérologique doit être conduite dans la zone de vaccination, au plus tôt 30 jours après la fin des opérations de vaccination, afin d'identifier les troupeaux pouvant avoir été en contact avec le virus aphteux. Les tests utilisés permettent la détection d'anticorps dirigés contre les protéines non structurales du virus aphteux. Ces examens concernent soit l'ensemble des animaux des espèces sensibles vaccinés et de leurs descendants non vaccinés appartenant à tous les troupeaux de la zone de vaccination, soit un échantillon d'animaux défini par instruction du ministre de l'agriculture.

Une zone de surveillance vaccinale, d'au moins 10 km au-delà de la zone de vaccination, doit également être créée, où la vaccination est interdite. Les mouvements des animaux y sont contrôlés, et les exploitations détenant des animaux des espèces sensibles doivent être soumises à une surveillance renforcée. Ces mesures sont maintenues jusqu'à ce que le statut d'indemne de fièvre aphteuse soit rétabli.

### **5. Rétablissement du statut indemne au regard de la fièvre aphteuse dans les zones réglementées**

- En l'absence de vaccination d'urgence

En l'absence de mise en œuvre d'une vaccination d'urgence, le statut indemne est recouvré minimum **3 mois** après le dernier cas, et si une surveillance clinique et des examens de laboratoire ont confirmé l'absence d'infection par le virus aphteux.

- En cas de vaccination d'urgence

Si une vaccination d'urgence a été mise en œuvre, le statut indemne est recouvré :

- soit minimum **3 mois** après l'abattage du dernier animal vacciné (et mise en œuvre d'une surveillance sérologique) ;  
- soit minimum **6 mois** après le dernier cas ou la fin de la vaccination d'urgence, et la réalisation d'une enquête sérologique fondée sur la détection des anticorps dirigés contre les protéines non structurales du virus aphteux qui a démontré l'absence d'infection chez les animaux vaccinés.

- Mouvements d'animaux vaccinés après le rétablissement du statut indemne de fièvre aphteuse

Tout échange intracommunautaire d'animaux des espèces sensibles vaccinés contre la F.A. est interdit.

### **6. Fièvre aphteuse chez les espèces sauvages**

- Suspicion de F.A. chez des espèces sauvages

Dès que des animaux de la faune sauvage sont suspectés d'être infectés par la fièvre aphteuse, le ministre chargé de l'agriculture prend par arrêté toutes les mesures appropriées pour confirmer ou infirmer la présence de la maladie en faisant procéder à des examens et à des tests de laboratoire sur tous les animaux sauvages des espèces sensibles capturés, abattus par des chasseurs ou trouvés morts. Les directeurs départementaux des services vétérinaires informent les détenteurs d'animaux des espèces sensibles et les chasseurs de l'existence d'une suspicion d'infection.

- Confirmation de F.A. chez des espèces sauvages

Dès que l'existence d'un cas de fièvre aphteuse chez les animaux de la faune sauvage est confirmée, le ministre chargé de l'agriculture fait immédiatement appliquer par arrêté un plan d'éradication de la fièvre aphteuse chez les animaux sauvages et peut prendre, par arrêté, toutes mesures visant à limiter la propagation de la maladie. Les directeurs départementaux des services vétérinaires informent les détenteurs d'animaux des espèces sensibles et les chasseurs de l'existence dudit cas.

## POUR EN SAVOIR PLUS...

### Ressources internet générales :

- Site de l'Anses : <http://anses.fr>
- Site de la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale : <http://www.plateforme-esa.fr/>
- Bulletin épidémiologique de l'Anses et de la DGAI : <http://bulletinepidemiologique.mag.anses.fr/>
- Textes réglementaires : <http://www.legifrance.gouv.fr>
- Code rural : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006071367>
- Code terrestre (OMSA) : <https://www.woah.org/fr/ce-que-nous-faisons/normes/codes-et-manuels/acces-en-ligne-au-code-terrestre/>
- Situations sanitaires nationales (WAHIS) : [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home)

### Ressources internet spécifiques :

- Portail OMSA spécial F.A. : <https://www.woah.org/fr/maladie/fievre-aphteuse/>
- Page dédiée à la F.A. (site de la Plateforme ESA – actualités sanitaires, veille internationale) : <http://www.plateforme-esa.fr/fi%C3%A8vre-aphteuse-actualit%C3%A9s>
- Site internet de l'Eu FMD : <https://eufmdlearning.works/>



## TESTEZ VOS CONNAISSANCES

### INFORMATIONS DE BASE

1. Quelles sont les espèces animales sensibles à la F.A. ?
2. Combien existe-t-il de sérotypes de virus aphteux ? Lesquels ? Lequel a sévi en 2001 en Europe ?
3. Nombre approximatif de foyers en 2001...
  - Au Royaume-Uni ?
  - Aux Pays-Bas ?
  - En France ?
4. Quel est le taux de morbidité intra troupeau ovin atteint par la F.A. en Grande-Bretagne en 2001 ?
5. Quelle est l'espèce animale excréant par voie aérienne le plus de virus aphteux ?
6. Quelle est l'espèce animale la plus réceptive par voie aérienne ?

### SUSPICION DE F.A.

7. Devant quel tableau clinique suspectez-vous la F.A....
  - Chez les bovins ?
  - Chez les porcins ?
8. Quels sont les éléments de diagnostic différentiel de la F.A. avec...
  - La maladie des muqueuses ?
  - Le coryza gangreneux ?
  - La fièvre catarrhale ovine ?
  
  - La maladie vésiculeuse des suidés ?
9. Quels sont les prélèvements à réaliser en cas de F.A. ? Quel est le laboratoire destinataire ?
10. Vous avez envoyé des prélèvements pour diagnostic de F.A. au laboratoire compétent :
  - a) que faites-vous en attendant ?
  - b) dans combien de temps aurez-vous une réponse ?

### COMMUNICATION

11. Comment explique-t-on l'apparition de la F.A. en Angleterre en février 2001 ?
12. Quel est le danger pour l'Homme de consommer de la viande d'animaux abattus en état d'incubation de fièvre aphteuse ?
13. Pourquoi ne consomme-t-on pas la viande des animaux non malades abattus dans les foyers de fièvre aphteuse (ou autour des foyers, ou en prévision de l'éventuelle apparition de foyers) ?
14. Pourquoi a-t-on interdit la vaccination des bovins contre la fièvre aphteuse en France en 1991 alors qu'auparavant elle était obligatoire ?
15. Pourquoi ne pas laisser les animaux guérir spontanément (ou avec des traitements symptomatiques) dans un foyer de fièvre aphteuse ?
16. Pourquoi ne pas avoir utilisé la vaccination contre la fièvre aphteuse en anneau autour des foyers en France en 2001 alors qu'elle l'a été aux Pays-Bas ?
17. Pourquoi interdire les déplacements des chevaux en France lors d'apparition d'un foyer de fièvre aphteuse ?
18. Comment justifier en France l'abattage de 30 000 animaux AVANT l'apparition des premiers foyers de fièvre aphteuse en mars 2001 ?



## BIBLIOGRAPHIE

- Alexandersen S., Zhang Z., Donaldson A.I., Garland A.J. (2003) The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *J. Comp. Pathol.* **129**(1), 1-36.
- Arnaud P., Emorine J.P. (2000-2001) Santé animale : La lutte contre la fièvre aphteuse, du risque sanitaire à l'enjeu économique. *Les rapports du Sénat*. N° 405, 170 p.
- Baralon P., Gary F. (2001) Conséquences socio-économiques de l'épizootie de fièvre aphteuse. *Bulletin des GTV*. N° 10, 241-243.
- 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.
- Bauer K. (1997) Foot-and-mouth disease as zoonosis. *Arch Virol.* 13(suppl):95-7.
- Bekkali Kassimi L., Zanella G., Zientara S. (2016) Une nouvelle souche de fièvre aphteuse (A/ASIA/G-VII) s'échappe du sous-continent Indien. Plateforme ESA.
- Berentsen P.B.M., Dijkhuizen A.A., Oskam A.J. (1992) A dynamic model for cost-benefit analyses of foot-and-mouth disease control strategies. *Prev. Vet. Med.* **12**, 229-243.
- Brito B.P., Rodriguez L.L., Hammond J.M., Pinto J., Perez A.M. (2015) Review of the global distribution of foot-and-mouth disease virus from 2007 to 2014. *Transboundary and Emerging Diseases*. doi:10.1111/tbed.12373
- Charleston B., Rodriguez L. (2011) Understanding foot-and-mouth disease virus early pathogenesis and immune responses. *Transbound. Emerg. Dis.* **58**(4), 1865-1682.
- Dekker A., Moonen P., Pol J.M.A (2005) Linear hoof defects in sheep infected with foot-and-mouth disease. *Vet. Rec.* **156**, 572-575.
- Doel T.R., Williams L., Barnett P.V. (1994) Emergency vaccination against foot-and-mouth disease: rate of development of immunity and its implications for the carrier state. *Vaccine.* **12**(7), 592-600
- Donaldson A., Alexandersen S., Sorensen J.H., Mikkelsen T. (2001) The relative risks of the uncontrollable (airborne) spread of foot-and-mouth disease. *Vet. Rec.* 148, 602-604.
- EuFMD (2018) Formation en ligne sur la fièvre aphteuse
- Ferguson N.M., Donnelly C.A., Anderson R.M. (2001) The foot-and-mouth epidemic in Great Britain: pattern of spread and impact of interventions. *Science.* **292**, 1155-1160.
- Garner M.G., Fisher B.S., Murray J.G. (2002) Economic aspects of foot and mouth disease: perspectives of a free country, Australia. *Rev. Sci tech. Off. Int. Epiz.* **21**(3), 625-635.
- Gourreau J.M. (1982) La fièvre aphteuse : Quand doit-on la suspecter ? *Le Point Vétérinaire.* **13** (62), 7-14.
- Gourreau J.M. (1999) La fièvre aphteuse : Diagnostic clinique et différentiel. *Bulletin des GTV*. N° 4, 271-275.
- Gourreau J.M. et al. (2004) Vademecum fièvre aphteuse à l'usage des vétérinaires sanitaires. 2<sup>ème</sup> édition, DGAI, 64 p.
- Grubman M.J., Baxt B. (2004) Foot-and-mouth disease. *Clin. Microbiol. Rev.* **17**(2), 465-493.
- Hyslop N.S. (1973) Transmission of the virus of foot and mouth disease between animals and man. *Bull World Health Organ.* 49(6):577-85.
- Joubert L., Mackowiak C. (1968) La fièvre aphteuse, Ed. Fondation Mérieux, Expansion scientifique. 3 vol. 552 p.
- Kim Y.J., Remond M. (2000) Le virus de la fièvre aphteuse. *Virologie.* **4**, 393-404.
- Kitching et Mackay (1995) *State Vet J.* **5**(3), 4-8.
- Mahul O., Durand B. (2000) Simulated economic consequences of foot-and-mouth disease epidemics and their public control in France. *Prev. Vet. Med.*, **47**, 23-38.
- Martinez-Lopez B., Perez A.M., Sanchez-Vizcaino J.M. (2010) A simulation model for the potential spread of foot-and-mouth disease in the Castile and Leon region of Spain. *Prev. Vet. Med.* **96**, 19-29.
- Moutou F. (1993) La fièvre aphteuse : passé, présent et avenir. *Le Point Vétérinaire.* **25**, 477-484.
- Moutou F. (1999) La fièvre aphteuse : Les grands foyers de la décennie ou réflexion de géoépidémiologie. *Bulletin des GTV*. N° 4, 261-266.

- OMSA (2022) Liste des pays membres indemnes de Fièvre Aphteuse (<https://www.woah.org/fr/maladie/fievre-aphteuse/#ui-id-2>).
- Prempeh H., Smith R., Müller B.(2001) Foot and mouth disease: the human consequences. The health consequences are slight, the economic ones huge. *BMJ*. Mar 10;322(7286):565-6.
- Salt J.S. (1993) The carrier state in foot and mouth disease – an immunological review. *The British Veterinary Journal*. **149**, 2017-223.
- Schoenbaum M.A., Disney W.T. (2003) Modeling alternative mitigation strategies for a hypothetical outbreak of foot and mouth disease in the United States. *Prev. Vet. Med.* **58**, 25-52.
- Tenzin, Dekker A., Vermooij H., Bouma A., Stegeman A. (2008) Rate of foot and mouth disease virus transmission by carriers quantified from experimental data. *Risk Anal.* **28**, 303-309.
- Thiry E., Baazizi R. (1999) La fièvre aphteuse : les propriétés du virus expliquent sa grande contagiosité. *Bulletin des GTV*. N° 4, 267-270.
- Toma B. (2001) Les leçons d'une épizootie. *Bulletin des GTV*. N° 10, 229-233.
- Tomassen F.H.M., de Koeijer A., Mourits M.C.M., Dekker A., Bouma A., Huirne R.B.M. (2002) A decision-tree to optimise control measures during the early stage of a foot and mouth disease epidemic. *Prev. Vet. Med.* **54**, 301-324
- VSI Plateforme ESA (2017a) Deux nouveaux foyers de fièvre aphteuse de sérotype A en Algérie. Plateforme ESA.
- VSI Plateforme ESA (2017b) Tunisie : confirmation d'un foyer de fièvre aphteuse de type A. Plateforme ESA.
- Waters R.A., Wadsworth J., Mioulet V., Shaw A.E., Knowles N.J., Abdollahi D., Hassanzadeh R., Sumption K., King D.P. (2021) Foot-and-mouth disease virus infection in the domestic dog (*Canis lupus familiaris*), Iran. *BMC Veterinary Research*, 17:63. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02769-1>
- Yang P.C., Chu R.M., Chung W.B., Sung H.T. (1999) Epidemiological characteristics and financial costs of the 1997 foot and mouth disease epidemic in Taiwan. *Vet. Rec.* **145**(25), 731-734.

**Des numéros spéciaux de revues ont été récemment consacrés à la fièvre aphteuse :**

- Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases, 2002, **25** (5/6), 113 p.
- Revue scientifique et technique de l'Office international des épizooties, 2002, **21** (3), 409-902.

## ANNEXES

- Arrêté du 22 mai 2006 **fixant des mesures financières relatives à la lutte contre la fièvre aphteuse**
- **Note de service DGAI/SDSPA/N2003-8050 du 10 mars 2003 présentant le plan d'urgence contre la fièvre aphteuse : mesures prescrites dans un APMS pour une exploitation suspecte de fièvre aphteuse**
- **Note de service DGAI/SDSPA/N2003-8050 du 10 mars 2003 présentant le plan d'urgence contre la fièvre aphteuse : mesures prescrites dans un APDI de fièvre aphteuse et déterminant un périmètre interdit**
- **Exigences du Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OMSA pour le recouvrement du statut de pays ou de zone indemne de fièvre aphteuse**

---

## ARRETE DU 22 MAI 2006 FIXANT DES MESURES FINANCIERES RELATIVES A LA LUTTE CONTRE LA FIEVRE APHTEUSE

---

### Chapitre I : Dispositions générales

**Article 1 :** Objet et champ d'application.

Le présent arrêté dispose des modalités de prise en charge des opérations de police sanitaire, exécutées en application de l'arrêté du 22 mai 2006 susvisé, et d'indemnisation des propriétaires d'animaux éliminés et des denrées et des produits détruits sur ordre de l'administration.

### Chapitre II : Prise en charge des opérations de police sanitaire de la fièvre aphteuse par les vétérinaires sanitaires

**Article 2 :** Les montants des opérations prises en charge par l'Etat, au titre du présent chapitre, sont fixés hors taxe.

**Article 3 :** Visites et enquêtes épidémiologiques.

1. Chaque visite, lors de suspicion de fièvre aphteuse, réalisée par un vétérinaire sanitaire, en application de la section 1 de l'arrêté du 22 mai 2006 susvisé, est prise en charge par l'Etat, à hauteur de trois fois le montant de l'acte médical vétérinaire. Toutefois, si cette visite dure plus d'une demi-heure, il est alloué trois fois le montant de l'acte médical vétérinaire par demi-heure supplémentaire, dans la limite de six heures.
2. Toute visite, autre que celle mentionnée au 1 et nécessaire à l'exécution des actes prévus aux articles 4 à 6, réalisée par un vétérinaire sanitaire sur instruction du directeur départemental des services vétérinaires, en application de l'arrêté du 22 mai 2006 susvisé, est prise en charge par l'Etat, à hauteur de trois fois le montant de l'acte médical vétérinaire.
3. Toute enquête épidémiologique, donnant lieu à visite(s) d'exploitation ou non, réalisée par un vétérinaire sanitaire sur instruction du directeur départemental des services vétérinaires, en application de la section 3 de l'arrêté du 22 mai 2006 susvisé, est prise en charge par l'Etat, à hauteur de six fois le montant de l'acte médical vétérinaire.
4. Chaque visite et chaque enquête épidémiologique doivent faire l'objet d'un rapport écrit adressé au directeur départemental des services vétérinaires.

**Article 4 :** Prélèvements.

1. Chaque prélèvement d'aphtes ou de muqueuses, destiné au diagnostic, par un vétérinaire sanitaire est pris en charge par l'Etat, à hauteur de 0,5 fois le montant de l'acte médical vétérinaire.
2. Chaque prélèvement de sang, destiné au diagnostic, par un vétérinaire sanitaire est pris en charge par l'Etat, à hauteur de 0,2 fois le montant de l'acte médical vétérinaire.
3. Pour l'exécution de ces prélèvements, le vétérinaire sanitaire utilise le matériel fourni par l'administration.

**Article 5 :** Euthanasie.

1. Chaque euthanasie d'un animal par un vétérinaire sanitaire est prise en charge par l'Etat, à hauteur de 0,5 fois le montant de l'acte médical vétérinaire par animal euthanasié.
2. Pour l'exécution de ces euthanasies, le vétérinaire sanitaire utilise les produits fournis par l'administration.

**Article 6 :** Vaccination.

1. Chaque vaccination d'un animal par un vétérinaire sanitaire est prise en charge par l'Etat, à hauteur de 0,1 fois le montant de l'acte médical vétérinaire par animal vacciné.
2. Le vaccin anti-aphteux est fourni gratuitement par l'administration.

**Article 7 :** Déplacements.

Pour leurs déplacements nécessaires à l'exécution des opérations de police sanitaire, mentionnées par l'arrêté du 22 mai 2006 susvisé, les vétérinaires sanitaires sont rémunérés selon les modalités fixées à l'article 1er de l'arrêté du 30 septembre 2004 susvisé.

### **Chapitre III : Indemnisation des éleveurs**

**Article 8 :** L'Etat indemnise les propriétaires d'animaux abattus et des denrées et des produits détruits sur ordre de l'administration, conformément aux dispositions prévues par l'arrêté du 30 mars 2001 susvisé.

En ce qui concerne les cheptels constitués à la fois d'animaux loués et d'animaux entretenus en pleine propriété par l'éleveur, les indemnités sont versées aux différents ayants droit pour les seuls animaux leur appartenant, sur présentation au directeur départemental des services vétérinaires de pièces justificatives attestant de leur propriété.

### **Chapitre IV : Prise en charge des analyses de laboratoire**

**Article 9 :** L'Etat prend en charge le coût des analyses de diagnostic, réalisées par un laboratoire agréé, à partir de prélèvement(s) d'aphtes ou de muqueuses.

**Article 10 :** L'Etat prend en charge le coût des analyses sérologiques réalisées par un laboratoire agréé, en application de l'arrêté du 22 mai 2006 susvisé.

---

## Mesures prescrites dans un APMS pour une exploitation suspecte de fièvre aphteuse

(Note de service DGAI/SDSPA/N2003-8050 du 10 mars 2003)

---

### Mesures concernant l'exploitation placée sous APMS :

1. Aucun animal ne peut pénétrer ou sortir de l'exploitation, quelle que soit son espèce et quelle que soit son origine ou sa destination  
Toutefois, le DDecPP peut autoriser la sortie d'animaux n'appartenant pas aux espèces sensibles à la F.A., sous couvert d'un laissez-passer indiquant leur lieu de destination, à condition que ce lieu de destination et ceux d'éventuelles haltes n'hébergent pas d'animaux des espèces sensibles.
2. Tous les animaux des espèces sensibles à la F.A. présents sur l'exploitation sont gardés, dans la mesure du possible, à l'intérieur de bâtiments clos ; ceux qui ne peuvent pas être rentrés sont isolés dans des parcs non contigus à une autre exploitation hébergeant des animaux des espèces non sensibles.
3. Toutes les dispositions sont prises au niveau des locaux hébergeant des animaux suspects pour éviter la dissémination du virus dans l'air et dans le reste de l'exploitation, notamment par la limitation de la ventilation au minimum compatible avec le maintien en bon état physiologique des animaux et par la mise en place d'un dispositif de désinfection à chaque accès des locaux.
4. La divagation des chiens, des chats et des volailles sur l'élevage est interdite. Ceux-ci sont selon le cas enfermés ou attachés.
5. Il est interdit de sortir de l'exploitation :
  - du lait (sauf, par dérogation du DDecPP, si le lait a subi au préalable un traitement garantissant la destruction du virus aphteux)
  - des cadavres, des produits ou des déjections d'animaux
  - des aliments du bétail, de la paille, du foin
  - tout objet ou ustensile non désinfecté préalablement au moyen d'un procédé agréé

### Mesures concernant la circulation des personnes et véhicules :

1. Des panneaux placés à toutes les entrées de l'exploitation avertissent que l'accès en est interdit, sauf autorisation du DDecPP
2. L'exploitant place à toutes les entrées de son exploitation qu'il n'aura pas condamnées, sur une aire non boueuse, du matériel et un produit actif contre le virus de la fièvre aphteuse pour la désinfection des bottes. La solution désinfectante est maintenue propre et à l'abri de la pluie, elle est changée au moins une fois par jour.
3. Les services vétérinaires fournissent le matériel et les produits nécessaires à la mise en place des dispositifs prévus aux deux alinéas précédents, dans la mesure où ils ne sont pas d'usage courant dans l'exploitation.
4. Toute personne autorisée à pénétrer dans l'exploitation doit porter des bottes ou des surbottes.  
Toute personne autorisée à sortir de l'exploitation doit auparavant se laver et changer de vêtements, à moins qu'elle n'ait revêtu, avant d'entrer, une combinaison de protection totale qui sera laissée sur place. Elle doit porter des bottes qui sont désinfectées à la sortie de l'exploitation.
5. En dehors des occupants de l'exploitation, nul ne peut pénétrer dans l'exploitation avec son véhicule.
6. Aucun véhicule ne peut sortir de l'exploitation sans l'autorisation du directeur départemental des services vétérinaires. Le véhicule autorisé est lavé avec un produit détergent et ses roues sont désinfectées.
7. Lorsqu'une personne quittant l'exploitation mise sous surveillance est autorisée à se rendre dans une autre exploitation hébergeant des animaux des espèces sensibles, elle doit obligatoirement interrompre son trajet entre les deux exploitations par une halte, à distance des deux exploitations, au cours de laquelle elle se lave à nouveau et change de vêtements et de bottes.
8. Les véhicules quittant l'exploitation mise sous surveillance ne peuvent en aucun cas être conduits directement dans une autre exploitation hébergeant des animaux des espèces sensibles. Le trajet est obligatoirement interrompu par une halte à distance des deux exploitations au cours de laquelle la carrosserie, les roues et le dessous du véhicule sont lavés avec un produit détergent, et l'intérieur est soigneusement nettoyé.

---

## Mesures prescrites dans un APDI de fièvre aphteuse et déterminant un périmètre interdit

---

(Note de service DGAI/SDSPA/N2003-8050 du 10 mars 2003)

---

### Mesures concernant l'exploitation placée sous APDI :

1. Des panneaux « Fièvre aphteuse accès interdit » sont placés à toutes les entrées de l'exploitation. Nul ne peut pénétrer dans l'exploitation ou en sortir, sauf autorisation du directeur départemental des services vétérinaires.
2. Toutes les entrées de l'exploitation non condamnées sont pourvues, sur une aire non boueuse, de matériel et de produit actif contre le virus de la fièvre aphteuse pour la désinfection des bottes des personnes autorisées. La solution désinfectante est maintenue propre et à l'abri de la pluie, elle est changée au moins une fois par jour. En outre, un rotoluve est installé à chaque point d'entrée prévu pour les véhicules autorisés.
3. Toute personne autorisée à pénétrer dans l'exploitation doit porter des bottes ou des surbottes et une combinaison de protection totale.

Toute personne autorisée à sortir de l'exploitation doit auparavant se laver et changer de vêtements à moins qu'elle n'ait revêtu, avant d'entrer, une combinaison de protection totale qui sera laissée sur place. Elle doit porter des bottes qui sont désinfectées à la sortie de l'exploitation.

4. Seuls les véhicules utilisés pour le transport du matériel d'abattage et de désinfection ou pour la destruction et le transport des cadavres sont autorisés à pénétrer dans l'enceinte de l'exploitation.
  5. Aucun véhicule ne peut sortir de l'exploitation sans l'autorisation du directeur départemental des services vétérinaires. Le véhicule autorisé est lavé avec un produit détergent et ses roues sont désinfectées.
  6. Les personnes ayant pénétré dans l'exploitation infectée ne pourront se rendre dans une autre exploitation hébergeant des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse (animaux biongulés) non déclarée infectée avant un **délai de 24 heures**, sauf dérogation du directeur départemental des services vétérinaires. Elles se seront lavées entièrement et auront changé de vêtements, avant de se rendre à la deuxième exploitation. Les bottes portées dans la première exploitation ne pourront être utilisées pour pénétrer dans la deuxième.
  7. Les véhicules quittant une exploitation suspecte ne peuvent en aucun cas être conduits directement dans une autre exploitation hébergeant des animaux des espèces sensibles. La carrosserie, les roues et le dessous du véhicule sont lavés avec un produit détergent et l'intérieur est soigneusement nettoyé et désinfecté à la sortie de la première exploitation et à l'entrée de la deuxième exploitation.
  8. Aucun animal ne peut pénétrer dans l'exploitation ou en sortir. Toutefois, le directeur départemental des services vétérinaires peut autoriser la sortie d'animaux n'appartenant pas aux espèces sensibles à la fièvre aphteuse, sous couvert d'un laissez-passer indiquant leur lieu de destination, à condition que ce lieu de destination et ceux d'éventuelles haltes n'hébergent pas d'animaux des espèces sensibles.
  9. Tous les animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse présents sur l'exploitation sont abattus dans les meilleurs délais et leurs cadavres détruits.
  10. Les animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse ayant quitté l'exploitation après le ..../.. (5ème jour avant l'apparition des premiers symptômes de fièvre aphteuse) sont recherchés et abattus et leurs cadavres détruits. Les exploitations où ils ont pénétré sont placées sous arrêté préfectoral portant déclaration d'infection.
- Les animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse ayant quitté l'exploitation entre le ..../.. et le ..../.. (plus de 5 jours et moins de 21 jours avant l'apparition des premiers symptômes de fièvre aphteuse) sont recherchés et abattus et leurs cadavres détruits. Les exploitations où ils ont pénétré sont placées sous arrêté préfectoral de mise sous surveillance.
11. La divagation des animaux des autres espèces est interdite sur l'exploitation. Ceux-ci seront confinés, enfermés ou attachés.
  12. Les produits animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse, notamment le lait, la viande et la laine, qui se trouvaient dans l'exploitation sont désinfectés sur les lieux mêmes de l'exploitation et détruits.
  13. Les produits animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse sortis de l'exploitation après le ..../.. (cinquième jour avant les premiers symptômes de fièvre aphteuse) sont recherchés et détruits. Si ces produits ont pénétré dans des exploitations détenant des animaux des espèces sensibles, celles-ci sont placées sous arrêté préfectoral de mise sous surveillance.
  14. L'exploitation est nettoyée et désinfectée en trois phases :
    - une première désinfection qui débute pendant ou immédiatement après l'abattage,
    - un nettoyage soigneux,
    - une deuxième désinfection dans un délai maximum de quinze jours.
  15. Sont soumis à cette désinfection :
    - l'extérieur de tous les locaux sur une hauteur d'au moins deux mètres,
    - leurs abords,

- l'intérieur de tous les locaux ayant abrités des animaux, des produits animaux, de l'alimentation, du matériel d'élevage ou des véhicules,
  - les points de passage ou de regroupement des animaux.
16. Tout objet ou toute matière qui ne peut être désinfecté est détruit ou enfoui.
17. A l'issue de la deuxième désinfection, l'exploitation est incluse dans la zone de protection si elle est encore en vigueur, sinon dans la zone de surveillance.
18. Aucune introduction d'animaux ne peut avoir lieu avant un délai de vingt et un jours suivant l'achèvement de la deuxième désinfection. Le repeuplement s'effectue sous le contrôle et selon les instructions du DDSV.

#### **Mesures concernant les zones de protection et surveillance :**

1. Toutes les exploitations hébergeant des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse sont recensées, avec mention des effectifs des différentes espèces, par le directeur départemental des services vétérinaires. L'identification correcte des animaux est vérifiée.
2. Sont interdits pour les animaux de toutes espèces (sauf pour les équidés) :
  - les rassemblements tels que foire, marché, concours ;
  - la circulation à pied sur les voies publiques, sauf sur un trajet court dans la zone de surveillance pour se rendre au pâturage.

Pour les équidés, les déplacements sur les routes, dans les pâtures et dans les manèges sont autorisés dans les deux zones. En outre, les entraînements équestres rassemblant des chevaux de différents élevages peuvent être autorisés par le directeur départemental des services vétérinaires dans des exploitations de la zone de protection qui ne détiennent pas d'animaux des espèces sensibles. Ces entraînements ne sont pas soumis à des mesures de restrictions dans la zone de surveillance.

3. Sont interdits, en outre, pour les animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse :
  - l'entrée dans l'une des zones,
  - la sortie de l'une des zones,
  - le transport sous quelque forme que ce soit,
  - la monte publique et l'insémination artificielle sauf par l'exploitant avec de la semence se trouvant dans l'exploitation.

En cas de nécessité, des dérogations peuvent être accordées par le directeur départemental des services vétérinaires, les animaux sont alors accompagnés d'un laissez-passer.

4. Les voies routières permettant de quitter l'aire des zones sont équipées de dispositif de désinfection (rotoluves ou pompes). Les voies non équipées sont fermées à la circulation.
5. Les véhicules transportant du lait, des animaux vivants ou morts, des produits animaux ou des matières susceptibles d'être souillées par le virus aphteux devront, lorsqu'ils quittent une des zones, ne pas présenter de traces extérieures de déjections et avoir leurs roues désinfectées à l'aide d'un des dispositifs spécialement prévus à cet effet.
6. Des dispositifs de désinfection des bottes (pédiluve ou pompe) et des roues (rotoluve ou pompe) sont installés à l'entrée et à la sortie de tous les établissements à risque tel que laiterie, abattoir, atelier d'équarrissage, fabrique d'aliments. Les personnes et les véhicules qui y pénètrent ou qui en sortent doivent obligatoirement les utiliser à chaque passage.
7. La collecte du lait dans le périmètre interdit est réalisée par des véhicules réservés à cet usage qui ne peuvent donc prendre livraison du lait d'autres exploitations situées hors du périmètre.

Si la collecte se fait à l'aide de bidons, ceux-ci sont déposés par l'exploitant à l'extérieur de l'exploitation, ils doivent être propres, ne présenter aucune trace de lait à l'extérieur et avoir été désinfectés.

Si la collecte se fait dans un tank ; le camion citerne doit, pour pénétrer dans l'exploitation, ne présenter aucune trace de souillure et être désinfecté à l'entrée dans l'exploitation.

Lors de remplissage, tous les orifices permettant la sortie de l'air contenu dans la citerne à mesure que le lait y pénètre, doivent être munis d'un dispositif permettant la désinfection de l'air expulsé tel que tissu imbibé de désinfectant ou évacuation de l'air vers le circuit d'admission du moteur. A l'issue du remplissage, les tuyaux et l'extérieur du véhicule sont nettoyés et désinfectés. Les roues du véhicule sont désinfectées à la sortie de l'exploitation.

A la laiterie, après la vidange, l'intérieur de la citerne et l'ensemble du véhicule sont désinfectés.
8. Le transport et l'épandage du fumier et du lisier provenant des animaux des espèces sensibles est interdit, sauf dérogation accordée par le directeur départemental des services vétérinaires pour le transport et l'épandage dans des zones désignées incluses dans la zone de surveillance et à distance des exploitations détenant des animaux des espèces sensibles.
9. La pêche, la chasse sous toutes ses formes et les battues sont interdites. 10°/ Les produits animaux ou d'origine animale et les produits susceptibles de véhiculer le virus de la fièvre aphteuse sont soumis aux dispositions prévues en annexe du présent APPDI.

Les mesures prévues au présent article seront levées 30 jours après la fin de l'abattage dans l'exploitation placée sous APDI et la première désinfection.

**Mesures concernant la zone de protection :**

1. Toutes les exploitations hébergeant des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse sont visitées par le directeur départemental des services vétérinaires ou son représentant.
2. Sont interdits pour les animaux de toutes espèces :
  - le transport dans la zone de protection,
  - l'entrée dans la zone de protection,
  - la sortie de la zone de protection.

En cas de nécessité, des dérogations peuvent être accordées par le directeur départemental des services vétérinaires pour la sortie d'animaux n'appartenant pas aux espèces sensibles à la fièvre aphteuse et pour le transport à destination d'un abattoir situé à l'intérieur de la zone de protection, les animaux sont alors accompagnés d'un laissez-passer.

3. La mise au pâturage des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse est interdite, sauf dérogation du directeur départemental des services vétérinaires.
  4. Tout véhicule :
    - quittant la zone de protection,
    - ou pénétrant dans une exploitation hébergeant des animaux ou des espèces sensibles
    - ou sortant d'une telle exploitation ne doit pas présenter de traces de déjection et avoir des roues désinfectées à l'aide d'un des dispositifs spécialement prévus à cet effet.
  5. Toute personne quittant la zone de protection doit porter des vêtements et des chaussures non souillés par des déjections.
  6. Toute personne pénétrant dans une exploitation hébergeant des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse ou en sortant doit porter des vêtements non souillés par des déjections et des bottes qui seront désinfectées à l'entrée et à la sortie. Sauf nécessité, elle laisse son véhicule à l'entrée.
  7. Toute personne pénétrant dans un bâtiment hébergeant des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse doit désinfecter ses bottes à l'entrée et à la sortie.
  8. Toute personne quittant une exploitation située dans la zone de protection doit, avant de se rendre dans une autre exploitation hébergeant des animaux des espèces sensibles à la fièvre aphteuse, se laver entièrement et changer de vêtements à moins qu'elle n'ait revêtu un vêtement de protection complète avant de pénétrer dans la première exploitation.
- Si par nécessité, elle est entrée dans l'exploitation avec son véhicule, et si, par nécessité, elle doit entrer dans la deuxième exploitation avec le même véhicule, elle interrompra obligatoirement son trajet par une halte située à distance des deux exploitations pour désinfecter son véhicule.

Les mesures prévues au présent article seront levées 15 jours après la fin de l'abattage dans l'exploitation placée sous APDI et la première désinfection.

---

## Exigences du Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OMSA pour le recouvrement du statut de pays ou de zone indemne de fièvre aphteuse

---

Le lien suivant permet un accès direct au texte complet du Code de l'OMSA pour les animaux terrestres :  
[https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre\\_fmd.htm](https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre_fmd.htm)

### **Article 8.7.9. Recouvrement du statut de pays ou de zone indemne de fièvre aphteuse**

1. Le recouvrement du statut de pays ou de zone indemne de fièvre aphteuse où n'est pas pratiquée la vaccination doit, lorsqu'un foyer de fièvre aphteuse ou l'infection par le virus de la fièvre aphteuse se déclare dans un pays ou une zone qui en était indemne jusqu'alors et qui ne pratiquait pas la vaccination, intervenir à l'issue d'un des délais d'attente ci-après :

- 3 mois après le dernier cas dans le cas où des mesures associées d'abattage sanitaire et de surveillance sérologique sont appliquées conformément aux articles 8.7.42. à 8.7.47. et à l'article 8.7.49.

**ou**

- 3 mois après l'abattage de tous les animaux vaccinés dans le cas où des mesures associées d'abattage sanitaire, de vaccination d'urgence et de surveillance sérologique sont appliquées conformément aux articles 8.7.42. à 8.7.47. et à l'article 8.7.49.

**ou**

- 6 mois après le dernier cas ou la dernière vaccination (selon l'événement intervenant en dernier) dans le cas où des mesures d'abattage sanitaire et de vaccination d'urgence non suivies de l'abattage de tous les animaux vaccinés sont appliquées et où une surveillance sérologique est mise en place conformément aux articles 8.7.42. à 8.7.47. et à l'article 8.7.49., à condition que des résultats d'enquêtes sérologiques visant à déceler la présence d'anticorps dirigés contre les protéines non structurales du virus de la fièvre aphteuse démontrent l'absence d'infection dans le reste de la population vaccinée.

Les délais d'attente susmentionnés ne pas mais les dispositions prévues à l'article 8.7.2. ou à l'article 8.7.4. doivent être respectées si l'abattage sanitaire n'est pas pratiqué.

2. Le recouvrement du statut de pays ou de zone indemne de fièvre aphteuse où est pratiquée la vaccination doit, lorsqu'un foyer de fièvre aphteuse ou l'infection par le virus de la fièvre aphteuse se déclare dans un pays ou une zone qui en était indemne jusqu'alors et qui pratiquait la vaccination, intervenir à l'issue d'un des délais d'attente ci-après :

- 6 mois après le dernier cas dans le cas où des mesures associées d'abattage sanitaire, de vaccination d'urgence et de surveillance sérologique sont appliquées conformément aux articles 8.7.42. à 8.7.47. et à l'article 8.7.49., à condition que les résultats issus des systèmes de surveillance reposant sur des examens sérologiques visant à déceler la présence d'anticorps dirigés contre les protéines non structurales du virus de la fièvre aphteuse démontrent l'absence de circulation virale ;

- 18 mois après le dernier cas dans le cas où l'abattage sanitaire n'est pas pratiqué, mais où des mesures associées de vaccination d'urgence et de surveillance sérologique sont appliquées conformément aux articles 8.7.42. à 8.7.47. et à l'article 8.7.49., à condition que les résultats issus des systèmes de surveillance reposant sur des examens sérologiques visant à déceler la présence d'anticorps dirigés contre les protéines non structurales du virus de la fièvre aphteuse démontrent l'absence de circulation virale.

3. Les dispositions de l'article 8.7.6. s'appliquent si un foyer de fièvre aphteuse ou l'infection par le virus de la fièvre aphteuse se déclare dans un compartiment indemne de la maladie.



Créer de la valeur  
par l'innovation

# *Transformer des vies de générations en générations*

Entreprise familiale fondée en 1885, Boehringer Ingelheim développe des thérapies innovantes pour améliorer la qualité de vie des hommes et des animaux, aujourd'hui et pour les générations à venir.

En France, avec plus de 2 300 collaborateurs, le laboratoire dispose d'une forte empreinte sur l'ensemble du territoire, en particulier en région lyonnaise : recherche, développement, production et mise à disposition de solutions thérapeutiques.

Image © 2021, Peter Ginter