

## DE L'ÉRADICATION À LA RÉAPPARITION DES MALADIES INFECTIEUSES ANIMALES : DÉFINITIONS ET BASES DES PRINCIPAUX CONCEPTS \*

Bernard Toma<sup>1</sup> et Jean-Pierre Ganière<sup>2</sup>

### RÉSUMÉ

Comme l'affirmait Charles Nicolle, une maladie infectieuse (animale) est une entité vivante, résultant de l'exposition d'une population réceptive à un agent infectieux. Compte tenu de la diversité des situations possibles (dans l'espace et le temps), diverses étapes peuvent être distinguées en fonction du degré de disparition de l'agent infectieux dans la population :

- Maîtrise d'une maladie : réduction de l'incidence d'une maladie à un niveau jugé *acceptable* ;
- Elimination d'une maladie : réduction à *zéro* de l'incidence des *cas/foyers* d'une maladie ;
- Elimination d'une infection : réduction à *zéro* de l'incidence de *l'infection* ; le degré ultime étant ;
- Eradication d'une maladie : ensemble des actions conduisant à l'élimination totale d'une maladie, grâce à la suppression de sa cause, dans un pays, un groupe de pays ou la totalité du monde, depuis un temps jugé suffisant, et situation en résultant.

La difficulté d'aboutir à l'éradication nationale d'une maladie infectieuse (animale) varie notamment en fonction de son réservoir (exclusivement domestique ou également sauvage), de la durée et de la fréquence du portage silencieux de son agent par les espèces réceptives ainsi que des moyens de lutte disponibles, en particulier l'existence d'un vaccin efficace : cette difficulté, modérée, pour une maladie sans réservoir sauvage et s'exprimant le plus souvent de façon aiguë, sans portage prolongé (fièvre aphteuse), devient élevée pour une maladie chronique à expression clinique rare et lésionnelle irrégulière (tuberculose bovine) ou une maladie à réservoir sauvage mais pour laquelle un vaccin existe (rage vulpine), et pratiquement insurmontable pour une maladie à réservoir sauvage, en l'absence d'un vaccin efficace et d'administration facile à la faune sauvage (tuberculose avec réservoir sauvage).

Quant à la réapparition d'une maladie infectieuse après son éradication, elle peut se faire soit par résurgence, mais alors il s'agissait d'une pseudo-éradication, soit par réintroduction, avec différents mécanismes.

**Mots-clés** : éradication, maîtrise, élimination, maladie infectieuse, réapparition.

### SUMMARY

As stated by Charles Nicolle, an animal infectious disease is a live entity resulting from exposure to an infectious agent of a receptive population. In view of the diversity of potential situations, in terms of population and infectious agents, a distinction can be made (both in time and space), between several steps in the disappearance of this entity:

.../..

\* Texte de la conférence présentée au cours des Journées scientifiques AEEMA, 30 mai 2013

<sup>1</sup> ENVA - Maladies contagieuses, 94704 Maisons-Alfort, France

<sup>2</sup> ENVN Oniris, Atlanpôle la Chantrerie, BP 40706, 44307 Nantes cedex, France

.../..

- Control of a disease: Reduction in the incidence of a disease to a level regarded as acceptable;
- Elimination of a disease: Reduction to zero in the case/outbreak incidence of a disease;
- Elimination of an infection: Reduction to zero in the incidence of an infection;
- Eradication of a disease (the ultimate step): Sum of all actions leading to the complete elimination of a disease based on the suppression of its cause in a country, a group of countries or the whole world, over a period of time regarded as sufficient, and the resulting situation.

The magnitude of technical problems to be solved to obtain the eradication of an animal infectious disease in a given country may vary, particularly due to the nature of its reservoir (strictly in domestic animals or in wild animals as well), the duration and frequency of silent carriage of the pathogen, as well as available control means, such as an efficacious vaccine. Whereas the difficulties are limited when there is no reservoir among wild animals and when the disease appears largely as an acute condition, without major carriage (e.g. foot-and-mouth disease), they increase substantially with chronic diseases with limited and uncertain expression in terms of symptoms or lesions (e.g. bovine tuberculosis) or in diseases with a reservoir in wild animals against which a vaccine is available (fox rabies). The problem become insurmountable for diseases with a wild reservoir against which no efficacious vaccine easily administered to wild animals is available (tuberculosis with a wild reservoir).

An infectious disease may re-appear after its eradication either by way of re-emergence (but the eradication was not as complete as anticipated) or by introduction of the infectious agent through various mechanisms.

**Keywords:** Eradication, Control, Elimination, Infectious disease, Re-emergence.




---

## I - INTRODUCTION

---

Dans les années 1930, à une époque où l'éradication au plan mondial d'aucune maladie infectieuse n'avait encore été atteinte, Charles Nicolle [1933], rédigeant ses leçons au Collège de France sur « *Le destin des maladies infectieuses* », écrivait à leur propos : « ...Il en naîtra de nouvelles ; il en disparaîtra lentement quelques-unes »...

Ces affirmations prophétiques étaient toutefois en même temps tempérées par d'autres phrases relatives au caractère exceptionnel de la disparition spontanée de maladies infectieuses : « *Nul document historique ne nous permet d'affirmer qu'une maladie infectieuse, humaine ou animale, ait jamais disparu* » ou résultant d'actions humaines : « *Pour la plupart des maladies infectieuses, l'œuvre [c'est-à-dire l'éradication] semble dépasser actuellement nos moyens et nos efforts* ».

Mais, dans son ouvrage « *Naissance, vie et mort des maladies infectieuses* », Charles Nicolle [1930] ajoutait : « *Si nous nous plaçons au point de vue immédiatement pratique, nous avons plus à espérer, dans la lutte actuelle contre les maladies infectieuses, des méthodes dont notre intelligence nous arme que de l'attente philosophique du moment où l'universalité du mal et sa succession au travers des siècles amèneront peut-être sa disparition insensible* »

Ainsi, les notions d'apparition et de disparition de maladies infectieuses sont classiques au sein de l'infectiologie.

En introduction à une Journée consacrée au thème « *De l'éradication à la réapparition des maladies infectieuses animales* », à une époque où il est possible d'illustrer ces concepts par des exemples

vécus en France et dans les pays proches, il est opportun de faire un point sur la terminologie rencontrée, notamment à propos du concept d'éradication, afin de disposer d'un langage commun.

Pour chacun de ces deux termes (éradication et réapparition) seront donc brièvement évoquées, d'une part, une analyse permettant d'aboutir à des définitions, d'autre part, des réflexions générales relatives à ces concepts.

---

## II - ÉRADICATION

---

En première approche, de façon générale, le concept d'éradication d'une maladie peut être assimilé à sa « disparition » d'une région dans laquelle elle sévissait jusqu'alors.

Cette notion générale, simple mais imprécise, mérite une analyse permettant de rencontrer des nuances, différents degrés possibles, et d'aboutir alors à une définition plus précise pour chacun d'eux.

Toutefois, avant d'envisager à quoi correspond la disparition d'une maladie, il peut s'avérer utile de rappeler ce qu'est, d'une manière générale, une maladie, définie ici comme une *entité due à un agent pathogène sévissant dans une population réceptive*.

Cette définition précise les trois conditions pour qu'une maladie « existe », en particulier, s'il s'agit d'une maladie infectieuse :

- L'existence d'un agent infectieux,
- L'existence d'une population réceptive,
- L'exposition de la seconde au premier.

La disparition de la maladie découle de la suppression de l'une ou l'autre de ces conditions.

Supprimer, au sens propre, la population réceptive d'un territoire très étendu n'est guère envisageable. En revanche, il est possible de la rendre résistante grâce à la vaccination.

Empêcher l'exposition nécessite des mesures permanentes et laisse persister le risque d'expositions accidentelles.

Supprimer l'agent pathogène dans certaines situations spatio-temporelles est sans doute difficile mais, quand réalisable, plus efficace.

La première question venant à l'esprit est celle de savoir si cette notion de « disparition » de maladie implique forcément un objectif, une volonté et des actions de l'Homme pour avoir droit au qualificatif d'éradication ou si toute maladie ayant « spontanément » régressé, puis disparu, pourrait

également être ainsi qualifiée.

### 1. DISPARITION SPONTANÉE (PASSIVE) OU VOLONTAIRE (ACTIVE) ?

Rares sont les maladies animales qui, décrites comme fréquentes dans un passé plus ou moins lointain, ont « disparu » et ne font plus l'objet de publications depuis des décennies.

Pour cette catégorie de maladies, il est possible de citer par exemple le « mal de langue » (maladie des herbivores, enzoo-épizootique en Europe occidentale jusqu'à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle) [Vallat, 2003] et, plus récemment, la gastro-entérite transmissible du porc (GET). La disparition de ces maladies, à des époques différentes, ne semble rien devoir à des actions humaines particulièrement efficaces. Pour certaines d'entre elles, des hypothèses explicatives ont été élaborées mais qui demeurent marquées de l'incertitude résultant de l'absence de démonstration.

Peut-on dire que la GET a été éradiquée ou qu'elle a disparu ?

La réponse résulte d'une brève analyse comparative des deux termes « éradiquer » et « disparaître ». Le premier est un verbe transitif, donc accompagné d'un complément d'objet et correspondant à une action volontaire du sujet, comme « supprimer », « éliminer », *etc.* Le second est un verbe intransitif, c'est-à-dire n'admettant pas de complément d'objet et qualifiant une action subie par le sujet.

Par conséquent, les maladies (comme la GET) qui, pour reprendre le titre de l'ouvrage de Charles Nicolle [1930] : « *Naissance, vie et mort des maladies infectieuses* », sont mortes spontanément n'ont pas droit au terme d'éradication (en fait, la GET semble ne pas avoir totalement disparu, un foyer venant d'être identifié au Canada). Et la définition de l'éradication d'une maladie doit tenir compte de cette notion.

La deuxième question qui se présente à l'esprit est celle de « l'étendue » de la disparition de la maladie. Pour y répondre, il est nécessaire de passer par une étape de description des « composantes » de l'entité vivante qu'est toute maladie infectieuse et, donc, de tout ce qui peut héberger son agent pathogène.

## 2. LES COMPOSANTES D'UNE MALADIE INFECTIEUSE (ANIMALE)

On peut utiliser les critères de l'épidémiologie descriptive, appliqués cette fois-ci à l'agent infectieux responsable de la maladie considérée : Population, Espace, Temps.

### 2.1. POPULATION

L'agent d'une maladie infectieuse est hébergé par une population constituée par l'ensemble des hôtes de cet agent. Elle peut être étudiée au plan collectif (l'ensemble des organismes vivants hébergeant l'agent) et au plan individuel (les types de sujets supports).

#### 2.1.1. Plan collectif : spectre zoologique

Pour chaque maladie infectieuse animale, il existe un **spectre zoologique** d'espèces réceptives ; celui-ci est parfois très étroit, à l'extrême, limité à une seule espèce dans les conditions naturelles : les Suidés pour la peste porcine classique, les bovins pour la leucose bovine enzootique, *etc.* Par analogie, pour l'Homme, il existe de nombreuses maladies transmissibles n'affectant que cette espèce dans les conditions naturelles (la variole humaine en ayant fait partie).

Pour d'autres agents pathogènes, ce spectre zoologique peut englober des dizaines d'espèces et inclure l'Homme (virus West-Nile, salmonelles, *etc.*). Entre ces deux extrêmes, un spectre zoologique peut ne comprendre qu'un petit nombre d'espèces animales (et inclure ou non l'Homme).

Dans une optique d'éradication d'une maladie infectieuse animale (zoonotique ou non), il est évident que la difficulté augmente proportionnellement à la taille du spectre zoologique des espèces réceptives.

Au sein des espèces animales réceptives, une distinction majeure à effectuer est celle des espèces domestiques *versus* les **espèces sauvages**.

Pour de nombreuses maladies infectieuses animales, le spectre zoologique comprend ces deux catégories d'espèces animales. Là aussi, dans une optique d'éradication d'une maladie infectieuse animale, cette notion a une importance capitale car un survol rapide de l'évolution de la situation épidémiologique des principales maladies infectieuses animales en Europe, par exemple, révèle très vite ce paradoxe apparent de la très forte diminution, voire disparition, de ces maladies chez les animaux domestiques, accompagnée de la persistance ou de l'augmentation, voire de l'apparition (ou de la révélation) de certaines de ces maladies dans la faune sauvage (terrestre et/ou aérienne).

A ce stade, se pose la question du (des) **réservoir(s)** pour chaque maladie infectieuse animale, c'est-à-dire de l'entité assurant la conservation de l'agent infectieux, considéré en tant qu'espèce, et sa fourniture aux sujets réceptifs.

Chacun sait le rôle capital joué par le réservoir dans la vie d'une maladie infectieuse et donc que des actions de lutte ayant une efficacité insuffisante sur le réservoir de la maladie ne permettent pas de faire disparaître cette maladie.

Pour chaque maladie, il existe au moins un réservoir. Si ce réservoir est domestique (une ou plusieurs espèces), la disparition de la maladie en est facilitée (*cf.* la leucose bovine enzootique).

A partir de ce réservoir domestique, il peut y avoir, dans certaines conditions, contamination accidentelle de la faune sauvage, sans que la dite faune ne puisse jouer le rôle de réservoir sauvage (*cf.* de nombreux exemples pour la tuberculose bovine chez des espèces sauvages comme le chevreuil). Dans ces cas, la lutte contre la maladie dans le réservoir domestique est de nature à faire disparaître la maladie dans la faune sauvage. Mais, dans certaines conditions (notamment, mais pas seulement, de densité de population d'une espèce sauvage), ce rôle d'hôte occasionnel (« spill-over ») peut se transformer et aboutir à la création d'un véritable réservoir sauvage (blaireau, entre autres, dans la tuberculose bovine) ; les actions de lutte contre la maladie dans les seules espèces domestiques sont alors vouées à l'échec.

Enfin, il existe de nombreuses maladies infectieuses animales, dont certaines seulement sont identifiées à l'heure actuelle, à réservoir exclusivement sauvage (Nipah, Hendra, Ebola, Marburg, Lassa, coronavirus de chiroptères, *etc.*), avec contamination accidentelle d'espèces domestiques (le porc pour Nipah, le cheval pour

Hendra...) et de l'Homme. Ces maladies entrent dans la catégorie des maladies d'éradication quasi impossible.

Parmi les maladies à réservoir sauvage figurent celles dont le réservoir est constitué par une (des) espèce(s) d'animaux migrants, en particulier d'oiseaux, constituant un danger potentiel périodique de réintroduction de ces maladies en région indemne ou assainie.

A ce stade de l'étude du spectre zoologique d'espèces sauvages réceptives, se pose aussi la question de l'existence de **vecteur(s)** (au sens strict). L'intervention d'arthropodes hématophages en tant que vecteurs biologiques de nombreuses maladies animales (dont des zoonoses) complique l'atteinte d'un objectif d'éradication d'une maladie et représente une menace périodique de réintroduction de ces maladies en zone indemne ou assainie (exemple : West-Nile évoqué dans ce numéro).

On voit donc combien le spectre zoologique d'une maladie infectieuse animale, avec les composantes de faune sauvage, réservoir sauvage et vecteur(s), joue un rôle capital dans la (sur)vie d'une maladie et peut constituer un obstacle majeur (voire inexpugnable) vis-à-vis de la maîtrise de cette maladie.

### 2.1.2. Plan individuel : types d'hôtes

Pour chaque individu d'une espèce réceptive, l'identification des hôtes, c'est-à-dire de ceux qui hébergent l'agent pathogène biologique pendant un temps variable, au cours duquel ils peuvent jouer un rôle dans la transmission de la maladie, est plus ou moins facile en fonction, d'une part, du pouvoir pathogène de l'agent, d'autre part, des moyens de diagnostic et de dépistage de la maladie.

Un principe fondamental dans une démarche de lutte contre une maladie en vue de sa disparition est de maîtriser toutes les sources de l'agent pathogène. En général, les plus intenses sont constituées par les animaux **malades**. La démarche passe donc par des opérations de surveillance assurant la rapidité de la détection, des outils de diagnostic (de laboratoire) à résultat rapide, sensible et spécifique et, ensuite, des mesures (sanitaires ou médicales) permettant de tarir la source.

Les sources les plus insidieuses sont les animaux infectés de façon **sub-clinique** ou **inapparente**. Une intention d'élimination de l'agent pathogène d'une

région considérée doit absolument prendre en compte cette catégorie d'animaux (différents exemples le démontrent, dont celui de l'anémie infectieuse des Equidés).

Une identification efficace des sujets infectés de façon prolongée, sans expression clinique, passe par un système de dépistage adapté et la disponibilité d'outils sensibles et spécifiques, si possible de coût modique (ce qui n'est pas toujours le cas).

Ainsi, pour un programme de lutte en vue de l'élimination d'une maladie, la disponibilité d'un système de surveillance avec diagnostic rapide des suspicions cliniques et détection du portage inapparent à l'aide d'outils performants est indispensable.

## 2.2. ESPACE

Le deuxième élément descriptif est la distribution dans l'espace, avec la grande diversité des situations depuis la maladie ubiquitaire jusqu'à celle localisée dans une région, en fonction des caractéristiques de son réservoir ou/et de son (ses) vecteur(s). La précision de l'espace sur lequel la maladie est considérée comme disparue est indispensable.

## 2.3. TEMPS

Le troisième élément illustrant la vitalité d'une maladie infectieuse est l'évolution de son incidence au cours du temps. Les formes épidémiologiques sont diverses et peuvent varier pour une même maladie, dans une région donnée, au cours du temps : épizootie, enzootie, événement sporadique.

Pour une maladie, l'évolution de son incidence au cours de la période visant à son élimination se fait vers la raréfaction des foyers jusqu'au dernier identifié. Lui succède alors une période d'attente, plus ou moins longue en fonction notamment de la durée maximale d'incubation de la maladie, d'incertitude quant à la réalité de la disparition, liée notamment à la qualité du dispositif de dépistage (sensibilité et spécificité) et de « vigilance » en vue d'identifier le plus tôt possible un (des) éventuel(s) foyer(s) résiduel(s).

Bien sûr, indépendamment des risques de réintroduction de l'agent pathogène à partir de l'extérieur de la région assainie, la probabilité de réapparition de la maladie par réactivation d'un foyer autochtone résiduel diminue de façon

inversement proportionnelle à la durée écoulée depuis la dernière constatation de la présence de la maladie. D'où l'importance, lors d'évocation de l'éradication d'une maladie, de la fourniture systématique de l'information relative à la date de la dernière manifestation de présence enregistrée (cas, foyer ou infection inapparente).

La très grande diversité des situations possibles, relatives à la vie d'une maladie infectieuse (animale), en termes de population, espace, temps conduit à s'interroger sur le degré de disparition à exiger afin de considérer que le niveau de l'éradication a été atteint.

### 3. LES DEGRÉS POSSIBLES DE LA DISPARITION D'UNE MALADIE INFECTIEUSE (ANIMALE)

Comme précédemment, les degrés possibles de disparition portent sur chacune des trois composantes de la vie d'une maladie infectieuse (animale) : population, espace, temps.

#### 3.1. POPULATION

En ce qui concerne les **espèces animales**, la distinction majeure porte sur la dualité espèces domestiques/espèces sauvages pour les maladies ayant des espèces réceptives dans les deux catégories.

L'objectif de la lutte est-il la disparition de la maladie non seulement chez les espèces domestiques réceptives, mais également chez les espèces sauvages ?

Une telle ambition est légitime dans de nombreux cas, notamment lors de l'existence d'un réservoir sauvage car, sinon, la maladie peut réapparaître plus ou moins fréquemment chez les espèces domestiques (exemples : rage vulpine, brucellose et tuberculose...).

Mais elle est beaucoup plus difficile à satisfaire !

C'est la raison pour laquelle des appellations officielles de « pays indemne » d'une maladie, définies précisément par l'OIE, ne nécessitent pas forcément l'absence de la maladie dans la faune sauvage (maladie d'Aujeszky, brucellose à *B. suis* chez le sanglier, etc.).

Pour une **espèce domestique** donnée, le critère pris en compte peut être la maladie cliniquement exprimée ou, de façon plus exigeante, l'infection inapparente.

Bien sûr, pour un certain nombre de maladies

chroniques et à expression clinique limitée ou tardive, la seule disparition de l'expression clinique serait insuffisante pour considérer que la maladie est maîtrisée, car sa pérennité, avec résurgences périodiques, serait alors assurée (anémie infectieuse des Equidés, par exemple).

Le critère à prendre en compte est donc logiquement le sujet infecté de façon chronique, sub-clinique, ou le troupeau hébergeant de tels sujets.

A ce stade, deux questions (au moins) surgissent.

*Jusqu'à quelle capacité limite de détection faut-il aller ?*

Une réponse exigeante, mais difficile à satisfaire, serait la détection de n'importe quel sujet infecté d'une espèce domestique réceptive présente dans la région. Pour une maladie rarement traduite cliniquement, ce niveau d'exigence conduirait à des protocoles de dépistage difficiles à supporter économiquement, pour des populations de grande taille.

Si la réponse était plus nuancée, acceptant la présence d'un faible niveau résiduel d'infection, sur le chemin allant vers la disparition totale de la maladie, la seconde question serait alors :

*Quel niveau résiduel d'infection tolérer ?* (pour admettre, néanmoins, l'utilisation du qualificatif collectif de « indemne de »).

La réponse est simple pour certaines maladies, plus délicate pour d'autres.

Elle est simple pour des maladies à potentiel de transmission élevé, comme la fièvre aphteuse ou des arboviroses car, pour ce type de maladie, la présence même d'un tout petit nombre de foyers peut rapidement conduire à une épizootie. Elle est plus délicate pour des maladies se manifestant le plus souvent par une infection persistante sub-clinique (tuberculose, leucose bovine enzootique...). Le niveau résiduel d'infection considéré comme compatible avec le qualificatif « indemne de » doit tenir compte, d'une part, du potentiel de transmission de la maladie, suffisamment bas pour éviter une flambée épizootique de la maladie, d'autre part, des conséquences financières élevées, entraînées par l'exigence d'un niveau de détection important pour le protocole de dépistage à respecter.

Pour plusieurs maladies infectieuses animales, l'OIE a fixé ce niveau d'infection résiduelle jugé compatible avec le qualificatif « indemne de » (cf. tableau 1). L'Union européenne a repris à son

compte certains de ces niveaux ou les a rendus plus exigeants (exemple : pour la brucellose bovine, aucun avortement brucellique ni isolement de *B. abortus* ne doit avoir eu lieu depuis au moins trois ans).

D'autres pays sont allés encore plus loin : aux Etats-

Unis, pour obtenir le statut d'officiallement indemne de tuberculose bovine, un Etat ou une zone doit avoir une prévalence apparente de troupeaux infectés de bovins et de bisons de zéro et aucune découverte de tuberculose chez ces espèces depuis deux à cinq ans.

Tableau 1

Exemples de niveaux d'infection résiduelle admis pour l'obtention du qualificatif « indemne de ... » par l'OIE [OIE, 2013]

Maladie	Niveau d'infection résiduelle acceptable	
Tuberculose bovine	TIC : < 0,2 %	TIA : < 0,1 %
Brucellose bovine	TIC : < 0,2 %	
Leucose bovine enzootique	TIC : < 0,2 %	
Rhinotrachéite infectieuse bovine	TIC : < 0,2 %	

TIC : Taux de cheptels infectés ; TIA : Taux d'animaux infectés

On peut donc attirer l'attention sur le fait que l'appellation de pays « indemne de... », officialisée par l'OIE, peut correspondre à une situation épidémiologique pour laquelle la maladie continue de sévir dans la faune sauvage et/ou dans une très faible proportion d'élevages.

Enfin, le degré de disparition doit prendre en compte l'environnement. Pour un petit nombre de maladies, le réservoir est en effet tellurique et, par exemple, la présence quasi pérenne de spores de *B. anthracis* dans le sol de certaines régions s'oppose de façon durable à la notion de véritable disparition de la fièvre charbonneuse de ces régions.

### 3.2. ESPACE

La surface sur laquelle la disparition d'une maladie a été obtenue est très variable au sein d'une progression possible, y compris au cours du temps : intra-pays, pays, groupe de pays, continent, monde.

Par rapport au concept d'éradication nationale ou régionale, l'éradication globale (c'est-à-dire mondiale) apparaît comme l'objectif ultime, précédé par la mise en place et la réussite, pays par pays, de programmes nationaux et/ou régionaux d'éradication/élimination. Cet objectif ne peut être atteint que dans le cadre d'une coopération

internationale destinée à traquer l'agent pathogène dans les derniers pays encore infectés où généralement l'infection persiste sur un mode endémique ou enzootique.

### 3.3. TEMPS

La question se pose de savoir quel délai minimal doit être exigé après la constatation du dernier cas ou foyer de maladie infectieuse (animale) dans une région avant de pouvoir considérer que la maladie a réellement disparu de cette région. Ce délai, pendant lequel il est nécessaire de démontrer, sur la base d'une surveillance à la fois événementielle et programmée, la disparition de l'infection dans la (ou les) population(s) concernée(s), doit tenir compte des caractéristiques biologiques (notamment la durée maximale d'incubation) et épidémiologiques de chaque maladie,

Une certification, dont les critères et procédures ont été préalablement définis, peut être néanmoins nécessaire pour assurer la crédibilité de la revendication.

L'OIE a apporté des réponses à cette question pour différentes maladies (cf. tableau 2).

Le principe demeure, bien sûr, que plus la période sans constatation de la maladie est grande, plus la probabilité d'une résurgence locale est faible.

Tableau 2

**Exemples de délais minimaux exigés par l'OIE pour l'obtention de l'appellation de pays « indemne de ... » après la dernière manifestation de la maladie [OIE, 2013]**

Maladie	Délai minimal
Rage	2 ans, sans cas
Fièvre aphteuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pays sans vaccination : 1 an, sans foyer</li> <li>• Pays avec vaccination : 2 ans, sans foyer et 1 an sans circulation du virus</li> </ul>
Fièvre catarrhale ovine	2 ans, sans infection
Maladie d'Aujeszky	2 ans, sans signe clinique, virologique ou sérologique
Dermatose nodulaire contagieuse	3 ans, sans cas
Péripleurite contagieuse bovine	2 ans, sans foyer ni signe d'infection

Tous ces éléments ayant été passés en revue, il est maintenant possible d'évoquer les différentes appellations utilisées pour qualifier les diverses situations rencontrées.

#### 4. LES APPELLATIONS UTILISÉES

Depuis l'éradication mondiale de la variole (1980) et les initiatives pour obtenir le même résultat avec d'autres maladies humaines (draconculose, poliomyélite, lèpre, filariose lymphatique, onchocercose, rougeole, etc.), la majorité des articles scientifiques portant sur l'éradication de maladies infectieuses sont produits par des médecins. L'éradication mondiale de la peste bovine réussie récemment (2011) n'a pas, pour l'instant, modifié cette tendance.

Une consultation, sans prétention d'exhaustivité, de publications scientifiques dans ce domaine démontre la diversité et l'évolutivité du vocabulaire employé.

Diversité car, très logiquement, il existe différentes expressions pour qualifier les différentes situations épidémiologiques possibles. Diversité également, car tous les acteurs ne partagent pas forcément exactement les mêmes conceptions.

Évolutivité car, au cours du temps, notamment en pathologie humaine, après le succès de la première éradication mondiale (variole humaine), et les difficultés rencontrées dans les tentatives entreprises par l'OMS pour aboutir à un tel niveau de disparition d'autres maladies humaines, des définitions ont pu évoluer un peu.

Des exemples de définitions rencontrées dans la littérature scientifique sont donnés dans le tableau 3.

D'après Dowdle et Cochi [2011], les premières définitions du concept d'éradication d'une maladie ont été proposées il y a une cinquantaine d'années par Soper [1962] et par Andrews et Langmuir [1963]. Dès cette époque, une opposition apparaît entre la conception de Soper pour lequel l'éradication est « globale » (c'est-à-dire mondiale), avec comme conséquence l'avantage de l'arrêt des mesures de lutte, et celle d'Andrews et Langmuir qui la limitent à une « zone spécifiée », sans référence à l'arrêt des mesures de lutte. Au cours des décennies suivantes, des nuances ont été introduites. Ainsi, en 2004, Arita *et al.*, tenant compte du risque croissant du bioterrorisme, ont proposé la définition suivante, dans une optique de santé humaine : « *Extinction d'un agent pathogène dans la population humaine mondiale, mais pas nécessairement dans l'environnement, et pas nécessairement suivie de l'arrêt de toutes les mesures de lutte comme la vaccination* ». Cette définition diffère de celle du tableau 3 sur trois points : elle ne prend en considération que la seule espèce humaine ; elle admet la persistance de l'agent pathogène dans l'environnement ; et elle accepte la poursuite éventuelle de mesures de lutte.

En 2013, Hopkins, au contraire, reprend la notion de l'arrêt des mesures de lutte (évoquée dans le tableau 3) pour une maladie éradiquée (tout en maintenant la notion du niveau mondial).



Tableau 3

## Exemples de définitions rencontrées dans la littérature scientifique pour qualifier les différents degrés de l'élimination d'une maladie [Dowdle, 1998]

Qualificatif	Situation
<b>Maîtrise</b> d'une maladie	Réduction de l'incidence et de la prévalence (morbidité, mortalité) d'une maladie, à un niveau jugé localement <b>acceptable</b> , grâce à des mesures de lutte qui continuent à être appliquées
<b>Élimination</b> d'une maladie	Réduction à <b>zéro</b> de l'incidence des <b>cas/foyers</b> d'une maladie dans une zone géographique, grâce à des mesures de lutte qui continuent à être appliquées
<b>Élimination</b> d'une infection	Réduction à <b>zéro</b> de l'incidence de l' <b>infection</b> due à un agent pathogène donné dans une zone géographique, grâce à des mesures de lutte qui continuent à être appliquées
<b>Éradication</b> d'une maladie	Réduction permanente à <b>zéro</b> au niveau <b>mondial</b> de l'incidence de l' <b>infection</b> due à un agent pathogène donné, grâce à des mesures de lutte qui ne sont plus nécessaires
<b>Extinction</b> d'une maladie	Maladie éradiquée dont l' <b>agent n'existe plus</b> , même dans les laboratoires

On constate donc que des différences d'opinion persistent, en 2013, sur les conditions nécessaires pour pouvoir considérer que l'éradication d'une maladie a été obtenue.

Elles portent sur :

- La présence résiduelle de l'agent pathogène : chez des animaux ? chez des animaux sauvages ? dans l'environnement ?
- L'espace : forcément le niveau mondial ou un niveau moindre ?
- Le maintien ou non de mesures de lutte ?

La logique épidémiologique incite à apporter les réponses suivantes à ces trois niveaux.

- Quelle que soit la taille de la zone prise en compte (cf. le point suivant), la présence de l'agent pathogène (chez certaines espèces d'organismes vivants ou dans l'environnement) ne devrait pas être compatible avec l'appellation « éradication ». D'autres expressions sont disponibles pour ces diverses situations d'infection résiduelle : maladie maîtrisée, élimination de la maladie, indemne de ...
- Le but ultime de l'éradication d'une maladie est la disparition totale de son agent pathogène à l'échelle mondiale. Mais l'expérience a montré l'importance des difficultés pour y parvenir. Elle a montré également que l'éradication était obtenue par des étapes successives de disparition réelle de l'agent pathogène dans des zones de plus en plus grandes, l'éradication mondiale étant le résultat de la dernière

disparition locale [Dowdle et Cochi, 2011]. Il peut s'écouler un temps considérable (plusieurs décennies, voire davantage) entre le moment où la disparition d'un agent pathogène est obtenue pour un pays, voire un groupe de pays ou un continent, et son éradication mondiale, si cette dernière est réalisable.

Dans la mesure où ce(s) pays a (ont) apporté la preuve indiscutable de la disparition totale d'un agent pathogène depuis un temps suffisant pour éviter toute résurgence, et où son (leur) isolement géographique ou ses(leurs) mesures de surveillance et de gestion du risque de réintroduction lui(leur) permettent de maîtriser ce risque, le terme d'éradication doit pouvoir être utilisé, en précisant, bien sûr, le(s) territoire(s) concerné(s).

- Compte tenu de ce qui vient d'être développé, pour une maladie éradiquée d'un pays, d'un groupe de pays ou d'un continent, le maintien de mesures de surveillance et de maîtrise du risque de réintroduction est non seulement possible mais nécessaire.

De l'ensemble des opinions consultées et de l'analyse effectuée des composantes d'une maladie infectieuse (animale), il est donc possible d'aboutir aux conclusions suivantes en ce qui concerne le concept d'éradication d'une maladie :

- L'objectif (ou résultat attendu) de l'éradication d'une maladie sur un territoire est la **disparition totale d'un agent pathogène biologique**, d'une part, chez les êtres vivants, d'autre part, dans l'environnement. La

disparition incomplète d'un agent pathogène biologique (avec persistance chez certaines espèces, notamment sauvages, ou dans l'environnement) ne mérite pas de recevoir la qualification d'éradication mais celle d'élimination, en en précisant les limites ;

- L'éradication d'une maladie est possible à **différents échelons spatiaux**, notamment, national, continental, mondial, qu'il est nécessaire de préciser, puisqu'il persiste un risque de réintroduction à partir des zones non assainies tant que l'éradication « globale » (c.-à-d. à l'échelle mondiale) n'a pas été atteinte ;
- Enfin, pour une maladie éradiquée dans certains pays, mais non encore au plan mondial, il est utile de préciser l'**ancienneté** de l'éradication pour les pays qui l'ont obtenue.

La définition proposée pour le concept d'éradication d'une maladie est alors :

**« Ensemble des actions conduisant à l'élimination totale d'une maladie, grâce à la suppression de sa cause, dans un pays, un groupe de pays ou la totalité du monde, depuis un temps jugé suffisant, et situation en résultant ».**

Cette longue analyse des caractéristiques d'une maladie infectieuse (animale) ayant permis de définir des degrés dans l'évolution vers la disparition d'une telle entité ainsi que le concept d'éradication, il est possible maintenant d'essayer de préciser quelle(s) appellation(s) convien(n)ent pour les principales maladies infectieuses animales en France en 2013.

## 5. SITUATION DES PRINCIPALES MALADIES INFECTIEUSES ANIMALES EN FRANCE CONTINENTALE AU REGARD DE L'ÉRADICATION

Compte tenu du caractère vivant de toute maladie infectieuse (animale), la situation est forcément évolutive, dans un sens (résurgence/réapparition de maladie éradiquée, ou éliminée, apparition d'une nouvelle maladie, réaugmentation de l'incidence d'une maladie maîtrisée) ou dans l'autre (diminution de l'incidence, élimination au sein d'une filière domestique, voire éradication). Parmi les exemples qui permettent d'illustrer l'un ou l'autre type d'évolution, on peut citer :

- Pour le premier type, l'infection à virus Schmallenberg, à l'origine du développement d'une épizootie ayant traversé la France en deux années (2011-2012) et qui devrait en 2013 entamer une évolution vers le passage à une situation de maladie enzootique à fluctuations saisonnières ;
- Pour le second, la fièvre catarrhale ovine à sérotypes 1 et 8 pour laquelle l'éradication paraît avoir été obtenue après le développement d'une épizootie de grande ampleur.

Le tableau 4 présente la situation en 2013 de quelques maladies infectieuses animales en France continentale. On y constate l'existence de diverses catégories, celle (maladies éradiquées) témoignant de succès, plus ou moins anciens, et d'autres correspondant à des maladies (la tuberculose bovine, par exemple) qui malgré plusieurs décennies de lutte et une diminution considérable de la prévalence semblent connaître un regain d'activité lié notamment à l'entrée en scène de la faune sauvage.

A ce stade de la réflexion, il est opportun d'évoquer les grandes lignes de la démarche qui conduit à la décision de choix d'un objectif d'éradication d'une maladie et de la mise en œuvre du programme pour y parvenir.

## 6. LA DÉMARCHE D'ÉRADICATION

La démarche envisagée l'est au plan d'un pays et pour une maladie infectieuse animale.

Elle correspond à un parcours d'obstacles.

Le premier est celui de la décision de l'objectif de la mise en œuvre d'un programme de lutte. A chaque fois que le Comité d'experts spécialisé (CES) de santé animale de l'Afssa/Anses a été interrogé sur les modalités optimales d'organisation de la lutte contre une maladie, pour faire suite à une analyse de risque, il a répondu en indiquant qu'elles dépendaient de l'objectif (maîtrise de la maladie, élimination, éradication ?) qui devait être défini par le gestionnaire de risque.

La première question posée, dans une démarche de mise en place d'actions de lutte contre une maladie infectieuse (animale), est donc : *La maladie justifie-t-elle un objectif d'éradication ?*

Tableau 4

## Situation épidémiologique de quelques maladies infectieuses animales en France continentale en 2013

Maladies	Situation épidémiologique en France continentale en 2013
Peste équine, peste des petits ruminants, fièvre de la vallée du Rift ...	<b>Exotiques</b> (n'ont jamais sévi en France)
Peste bovine, péripneumonie contagieuse bovine, peste porcine classique, peste porcine africaine, fièvre catarrhale ovine, influenza aviaire H5N1, fièvre aphteuse, morve...	<b>Eradiquées</b>
Maladie d'Aujeszky (dans la filière porcine)	<b>Infection éliminée</b>
Encéphalopathie spongiforme bovine (forme classique alimentaire), leucose bovine enzootique...	<b>Maladies éliminées</b>
Brucellose bovine, ovine et caprine, tuberculose bovine, maladie de Newcastle, tremblante, rhinotrachéite infectieuse bovine, diarrhée virale bovine, anémie infectieuse des Equidés, salmonellose aviaire, SDRP...	<b>Maladies maîtrisées</b>

**6.1. OPPORTUNITÉ D'UN OBJECTIF D'ÉRADICATION**

Compte tenu de l'analyse des caractéristiques épidémiologiques de certaines maladies infectieuses (animales) faite ci-dessus, on peut comprendre que l'obtention de l'éradication (véritable) d'une maladie peut se révéler extrêmement dispendieuse et demander des efforts considérables pendant longtemps. Les ressources disponibles (financières, matérielles, humaines...) étant forcément limitées, il importe de ne pas se tromper dans les choix des maladies contre lesquelles organiser une lutte collective, ni dans les résultats attendus.

La réflexion sur l'opportunité (ou non) d'un objectif d'éradication d'une maladie, versus les autres options de gestion, implique une estimation de son **importance économique**, directe et indirecte (**et médicale** pour les zoonoses) en l'absence de mesures de lutte.

Différentes méthodes de **hiérarchisation des maladies animales (intégrant, bien sûr, des caractéristiques épidémiologiques de la maladie**, notamment d'épidémiologie descriptive), dans une optique d'organisation de lutte collective, ont été élaborées au cours de la dernière décennie [Anses, 2010 ; Anses, 2012]. Elles permettent, de façon forcément approximative et dépendante des critères choisis et de leur pondération, de disposer d'informations précieuses pour le gestionnaire (quant à l'importance de la maladie) à compléter par d'autres types d'informations.

Si la réponse à la première question est positive, la question suivante est : *Quelle sont les caractéristiques épidémiologiques de transmission de la maladie ?*

Cette première étape doit donc être suivie d'une analyse de l'épidémiologie analytique de la maladie en vue d'identifier la difficulté à vaincre les obstacles potentiels.

**6.2. ANALYSE ÉPIDÉMIOLOGIQUE**

Elle passe par la réponse à une série de questions :

Identité du réservoir domestique ? Existence d'un réservoir sauvage ? Existence de vecteur(s) ? Degré de transmissibilité  $R_0$  intra- et inter-élevages ? Fréquence de l'infection sub-clinique ? Durée du portage de l'agent pathogène ?

Une démarche de hiérarchisation des maladies en fonction des difficultés prévisibles à cause de leurs caractéristiques épidémiologiques est indispensable au décideur pour fixer de façon pertinente l'objectif du programme de lutte. Elle permet également de se faire une idée sur la possibilité de succès (ou non) du programme envisagé.

A ce stade, la troisième question est : *Quels moyens de dépistage et de maîtrise de la maladie sont-ils disponibles ou mobilisables ?*

**6.3. LES MOYENS DISPONIBLES OU MOBILISABLES**

Ils appartiennent à plusieurs catégories.

**6.3.1. Des moyens techniques**

Ils servent à deux grands types d'opérations.

### 6.3.1.1. Le dépistage, diagnostic

C'est un truisme de rappeler que la qualité des résultats de l'identification des cas et des foyers d'une maladie dépend de la sensibilité et de la spécificité de(s) la méthode(s) employée(s). Sont également à prendre en considération la vitesse d'obtention des résultats et leur coût.

### 6.3.1.2. L'immunisation

La disponibilité, ou non, d'un vaccin de bonne qualité est un élément capital comme l'ont montré les éradications réussies au plan mondial (variole humaine et peste bovine) [Mariner *et al.*, 2012] ou international (rage vulpine), en particulier en cas de réservoir sauvage étant donné les limites de la prophylaxie sanitaire à ce niveau et les obstacles rencontrés pour son application. L'exemple du réservoir sauvage de tuberculose à *Mycobacterium bovis*, émergeant dans plusieurs régions du monde, est à l'origine du développement des recherches en

vue de la mise au point d'un vaccin utilisable chez ce réservoir.

Pour les animaux d'élevage, la disponibilité de vaccins (et de techniques de dépistage) permettant la différenciation entre animaux vaccinés et animaux infectés est précieuse.

Pour la faune sauvage, à côté de la qualité du pouvoir immunogène du vaccin, un autre élément capital à prendre en considération est son mode d'administration, pratique (vaccination orale par appâts) ou particulièrement contraignant (administration parentérale).

Des exemples classés par ordre croissant de difficulté d'atteinte de l'objectif d'éradication en fonction des caractéristiques épidémiologiques et des moyens de lutte disponibles pour différentes maladies infectieuses animales sont présentés dans les tableaux 5 et 6.

La difficulté a tendance à augmenter de la gauche vers la droite.

**Tableau 5**

**Illustration du niveau de difficulté d'atteinte de l'éradication nationale pour des maladies infectieuses animales en l'absence de réservoir sauvage (au moins dans le pays)**

Maladie aiguë souvent exprimée cliniquement		Maladie subaiguë ou chronique	
Vaccin		Vaccin	
Disponible	Non disponible	Disponible	Non disponible (ou interdit)
Fièvre aphteuse	Maladie vésiculeuse des suidés	Brucellose bovine	Tuberculose bovine

**Tableau 6**

**Illustration du niveau de difficulté d'atteinte de l'éradication nationale pour des maladies infectieuses animales avec réservoir sauvage**

Vaccin		
Facilement administrable	Difficilement administrable	Absent
-Rage vulpine	- Maladie d'Aujeszky (sanglier) - Brucellose (Rm sauvages) - Tuberculose (Ax sauvages)	- PPA - Lassa, Marburg, Ebola, Nipah, Hendra...

Le contrôle des populations sauvages est applicable et efficace si la zone géographique infectée est limitée. Sur une vaste zone, les résultats sont plus aléatoires.

La difficulté augmente de la gauche vers la droite.

### 6.3.2. Du personnel

Une mobilisation des différents acteurs (éleveurs, vétérinaires praticiens, personnel de laboratoire, vétérinaires de l'administration, personnel de gestion de la faune sauvage, etc.) est indispensable.

### 6.3.3. Des moyens financiers

Une analyse prévisionnelle des coûts de la mobilisation de l'ensemble des moyens à employer, annuelle et pour l'ensemble de la période estimée nécessaire à l'atteinte de l'objectif, est indispensable, même si difficile et forcément approximative.

Confrontée au coût de la maladie, elle devrait éclairer le gestionnaire dans le choix de l'objectif et de la stratégie pour l'atteindre.

Il est alors possible de passer à la mise en œuvre.

### 6.4. MISE EN ŒUVRE

Elle s'étale sur quelques années à plusieurs décennies.

Bien sûr, les modalités sont à adapter régulièrement en fonction de l'évolution de la situation épidémiologique de la maladie en cours d'éradication.

L'une des (nombreuses) difficultés rencontrées est celle de l'adaptation du plan de surveillance permettant de détecter tous les cas et de suivre la diminution progressive de l'incidence de la maladie en marche vers l'éradication.

Pour une maladie épizootique, à expression clinique fréquente comme la fièvre aphteuse, cette difficulté survient rarement (sauf dans certains pays recourant à la vaccination et où les souches sauvages peuvent circuler quasi silencieusement : par exemple, l'est de l'Iran où une enquête récente aurait révélé un portage pharyngé chez 37 % des bovins à l'abattoir) [Rashtibaf *et al.*, 2012]. En revanche, pour des maladies infectieuses à expression clinique rare ou très tardive, le dépistage de l'infection résiduelle devient de plus en plus difficile et coûteux. L'exemple de l'ESB illustre bien ce fait, le coût pour la détection d'un animal infecté pouvant devenir prohibitif (estimation de 2 300 000 euros par cas détecté à l'abattoir en Suisse dans les années 2000).

Le dépistage généralisé, fréquemment appliqué en début du plan d'éradication (exemples : tuberculose et brucellose bovines, maladie d'Aujeszky...), peut devenir moins fréquent, fonction de la diminution de l'incidence locale

(tuberculose et brucellose bovines), ciblé (maladie d'Aujeszky : élevages plein air) et progressivement remplacé par la surveillance des manifestations cliniques (avortement pour la brucellose) ou lésionnelles (tuberculose).

En fait, la démarche ainsi décrite, théorique et logique, transposée dans la pratique doit se dérouler en général sur quelques décennies et s'adapter à l'évolution de la situation épidémiologique. C'est la raison pour laquelle, au plan national et pour une maladie infectieuse animale, il est prudent d'évoquer une démarche progressive de « maîtrise/élimination/éradication » d'une maladie, l'aboutissement étant l'éradication si tout se passe bien, mais pouvant se limiter à l'élimination, voire à la maîtrise, dans certains cas. Il est possible de citer deux exemples de tels « incidents de parcours ».

En France, la maladie d'Aujeszky s'est manifestée initialement par quelques cas sporadiques chez le chien ou les bovins. Il a fallu attendre plusieurs décennies pour identifier le réservoir domestique, l'espèce porcine. La maladie ayant pris de l'ampleur dans cette espèce, des mesures de lutte ont été progressivement appliquées et renforcées au point d'abord d'arrêter la progression de l'incidence des foyers chez le porc puis, après quelques années, d'obtenir l'élimination de l'infection dans cette espèce. Mais lorsque la lutte avait été organisée, l'existence d'un réservoir sauvage était méconnue. Elle n'a été révélée, et sa distribution géographique identifiée, que grâce à l'apparition de cas chez le chien de chasse au sanglier et à des enquêtes sérologiques sur des sangliers tués à la chasse. La conséquence en a été que l'objectif d'éradication de la maladie d'Aujeszky en France s'est, *ipso facto*, transformé en objectif d'élimination de l'infection dans la filière porcine avec abandon implicite de l'objectif d'éradication.

La tuberculose due à *M. bovis* est un autre exemple de « modification de cible » traité au cours de cette Journée [Dufour et Bénét, 2013]. Pour l'instant, en France, on peut espérer que l'atteinte de la faune sauvage se restreint au stade du « spillover » (débordement sans constitution de réservoir) et qu'elle n'évoluera pas vers la dramatique situation anglaise qui rend ténu l'espoir d'une éradication.

---

## II - RÉAPPARITION

---

Après éradication d'une maladie d'un pays, sa réapparition résulte de l'un des deux grands mécanismes possibles : la résurgence ou la réintroduction. On peut les évoquer successivement, avant d'envisager les mesures permettant une détection précoce de la réapparition et celles pouvant conduire à une nouvelle éradication.

### 1. MÉCANISMES POSSIBLES ET TERMINOLOGIE CORRESPONDANTE

#### 1.1. RÉSURGENCE

En fait, par définition, si la maladie considérée comme éradiquée réapparaît, sans introduction nouvelle de l'agent pathogène dans le pays, c'est qu'il s'agissait d'une fausse éradication !

L'agent pathogène a pu s'y conserver, à bas bruit, soit dans l'environnement (exemple : la fièvre charbonneuse), soit dans un réservoir sauvage jusque-là inconnu (exemple : la brucellose chez le bouquetin en Haute-Savoie), soit enfin par circulation silencieuse ou non identifiée (ou non signalée) chez des animaux domestiques (exemple : la péripneumonie contagieuse bovine, il y a quelques décennies, en Espagne et au Portugal).

D'où l'importance de la définition des critères permettant de prouver l'éradication d'une maladie et de l'application des mesures permettant de les satisfaire.

#### 1.2. RÉ-INTRODUCTION

Le thème évoqué ne porte que sur la réapparition d'une maladie ayant été éradiquée et, par conséquent, exclut l'introduction initiale d'une maladie (par exemple, la fièvre catarrhale ovine sérotype 8 ou le virus Schmallenberg en France). Il n'est donc pas question d'émergence mais de réémergence. Les modalités possibles d'une réintroduction sont multiples et variables selon les agents pathogènes ; pour une même maladie, elles ne sont pas exclusives même si, en général, l'une d'elles est « habituelle » :

- Par l'introduction d'animaux domestiques en incubation, porteurs chroniques ou infectés de façon inapparente, lors de cohabitation aux

frontières terrestres (transhumance en alpages internationaux) ou par transport à distance ;

- Par des animaux sauvages terrestres (sangliers et peste porcine classique), aériens (avifaune sauvage d'espèces migratrices : H5N1 et autres sous-types de virus influenza aviaire, West-Nile...) ou des arthropodes ;
- Par différents produits d'origine animale, notamment des aliments : peste porcine africaine, fièvre aphteuse, peste porcine classique, *etc.* ;
- *Etc.*

### 2. MESURES ADAPTÉES À UNE DÉTECTION PRÉCOCE

Elles sont variables en fonction du pouvoir pathogène de l'agent de la maladie ; schématiquement, on peut distinguer deux grands types d'agents pathogènes.

#### 2.1. AGENTS PATHOGÈNES ENTRAÎNANT SOUVENT UNE EXPRESSION CLINIQUE FACILEMENT PERCEPTIBLE (MALADIE AIGUË)

Exemples : fièvre aphteuse, les pestes animales...

La gestion d'un système (coûteux) de dépistage aléatoire de l'infection n'est pas indispensable (même si parfois utilisé : exemple, la peste porcine classique). En revanche, la sensibilisation des éleveurs et des vétérinaires sur la vigilance permanente à appliquer vis-à-vis de toute maladie animale aiguë est indispensable. Elle doit être complétée par l'existence de laboratoires de référence pour chaque maladie exotique ou éradiquée, et d'un réseau de laboratoires d'analyses performants.

#### 2.2. AGENTS PATHOGÈNES RESPONSABLES DE MALADIES CHRONIQUES, À EXPRESSION CLINIQUE RARE

Exemples : tuberculose, leucose bovine enzootique...

Dans ces cas, l'expression clinique (plus rare, par définition) ou lésionnelle ne permet pas vraiment une détection précoce.

Les choix possibles sont :

- Un système de sondage aléatoire chez l'espèce animale réceptive (ou la plus fréquemment touchée dans un pays infecté). A l'inconvénient du coût prohibitif, s'ajoute une sensibilité limitée d'un tel système ;
- Un sondage ciblé sur les effectifs jugés à risque ;
- Une attention concentrée sur les animaux en provenance de pays non indemnes de la maladie visée, avec système performant d'échanges d'informations sur l'apparition de foyers et déclenchement immédiat d'enquêtes et de mesures dans les élevages ayant reçu de

tels animaux. Bien sûr, les animaux sauvages et les arthropodes échappent à ce genre de mesures.

### 3. MESURES ADAPTÉES À UNE ÉLIMINATION RAPIDE

La rapidité d'action dans les foyers ré-émergents, associée à la précocité de leur identification sont déterminants pour le succès d'une maîtrise rapide de ces foyers et la prévention d'apparition de foyers secondaires. L'abattage précoce est généralement la solution adaptée pour cette maîtrise.

---

## III - CONCLUSION

---

Au cours du 20<sup>ème</sup> siècle dans beaucoup de pays développés, l'amélioration des outils de diagnostic/dépistage et d'immunisation, ainsi que de l'application de mesures de prophylaxie sanitaire a permis d'éliminer les agents de différentes maladies infectieuses animales majeures chez les espèces domestiques.

Mais, pour beaucoup de ces agents, dont certains sont zoonotiques, des espèces sauvages se montrent réceptives, voire peuvent jouer le rôle de réservoir.

La source du danger s'est donc déplacée et sa maîtrise, complexifiée car il est plus difficile de lutter victorieusement contre un agent infectieux circulant dans la faune sauvage que dans les

élevages. L'une des options possibles de lutte devient la gestion d'actions destinées à éviter la transmission de l'agent pathogène à l'interface faune sauvage infectée/animaux domestiques indemnes [Miller *et al.*, 2012].

Pour de nombreuses maladies infectieuses animales (dont des zoonoses), l'objectif d'éradication nationale et, *a fortiori*, mondiale, est devenu plus compliqué à atteindre et nécessiterait de mettre au point des méthodes pratiques d'immunisation de masse d'espèces sauvages, sous peine de devoir être remplacé par celui de l'élimination de l'infection chez les espèces domestiques, avec la menace permanente de résurgences périodiques.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

Andrews J.M., Langmuir A.D. - The philosophy of disease eradication. *Am. J. Public Health*, 1963, **53**, 1-6.

Anses. - Méthodologie de hiérarchisation des maladies animales ; application aux agents pathogènes exotiques pour la France métropolitaine. Rapport d'expertise collective, 19 octobre 2010, 152 p.

Anses. - Hiérarchisation de 103 maladies animales présentes dans les filières ruminants, équidés,

porcs, volailles et lapins en France métropolitaine, Rapport d'expertise collective, 12 juin 2012, 278 p.

Arita I., Wickett J., Nakane M. - Eradication of Infectious diseases: Its Concept, Then and Now. *Jpn. J. Infect. Dis.*, 2004, **57**, 1-6.

Dufour B., Bénet J.J. De l'éradication à la réapparition de la tuberculose bovine en France : Illustration des facteurs de complexité *Épidémiol. et santé anim.*, 2013, **64**, 71-82.

- Dowdle W.R. - The principles of disease elimination and eradication. *Bulletin of the World Health Organization*, 1998, **76**, Suppl 2, 22-25.
- Dowdle W.R., Cochi S.L. - The principles and feasibility of disease eradication. *Vaccine*, 2011, **29S**, D70-D73.
- Hopkins D.R. - Disease Eradication. *N. Engl. J. Med.*, 2013, **368**, 54-63.
- Mariner J.C. *et al.* - Rinderpest Eradication: Appropriate Technology and Social Innovations. *Science*, 2012, **337**, 1309-1312.
- Miller R.S., Farnsworth M.L., Malmberg J.L. - Diseases at the livestock-wildlife interface: Status, challenges, and opportunities in the United States. *Prev. Vet. Med.*, 2013, **110**, 119-132.
- Nicolle C. - Naissance, vie et mort des maladies infectieuses. 1930, F. Alcan éd., Paris, 219 p.
- Nicolle C. - Le destin des maladies infectieuses. Leçons au Collège de France, 1933.
- OIE, 2013 : <http://www.oie.int/fr/normes-internationales/code-terrestre/acces-en-ligne/>
- Rashtibaf M. *et al.* - A Survey on the Frequency of Foot-and-Mouth Disease Virus Carriers in North-East of Iran by RT-PCR: Implications for Revising Disease Control Strategy. *Transbound. Emerg. Dis.*, 2012, **59**, 482-489.
- Schiller I. *et al.* - Bovine Tuberculosis: A Review of Current and Emerging Diagnostic Techniques in View of their Relevance for Disease Control and Eradication. *Transbound. Emerg. Dis.*, 2010, **57**, 205-220.
- Soper F.L. - Problems to be solved if the eradication of tuberculosis is to be realized. *Am. J. Public Health*, 1962, **52**, 734-45.
- Vallat F. - Le mal de langue des herbivores : une maladie disparue ? *Bull. soc. Fr. hist. méd. sci. vét.*, 2003, **2**, 39-46.



## Remerciements

Aux personnes nous ayant fait des suggestions après lecture de l'article : B. Dufour, D. Calavas et P. Hendrickx.