

DE LA COCOTTE A LA MENACE DE FIEVRE APHTEUSE

par Bernard Toma*

Sommaire : parallèle établi entre les connaissances sur la fièvre aphteuse à l'époque de Nocard et à l'heure actuelle. Il permet donc de mesurer le chemin parcouru, mais également d'illustrer le rôle de précurseur joué par Nocard dans la lutte contre cette épizootie majeure.

Mots-clés : *Epizootie - Fièvre aphteuse - Histoire - Nocard*

Title: From the "cocotte" to the threat of the Foot and mouth disease

Content: *A parallel between the knowledge on Foot and mouth disease at Nocard's time and on current time. It allows thus to measure the progress done, but also to demonstrate the part of precursor played by Nocard in the control of this major disease.*

Key-words: *Epizootics - Foot and mouth disease - History - Nocard*

Dans le cadre du centième anniversaire de la mort d'Edmond Nocard, le Comité d'organisation avait prévu pour le 23 octobre 2003, en plus des deux exposés présentant, l'un, l'homme, sa vie, l'autre, son oeuvre, la présentation de deux autres conférences portant sur des thèmes étudiés par Nocard et ayant conservé une certaine actualité.

Les deux thèmes retenus ont été la fièvre charbonneuse et la fièvre aphteuse ; l'actualité de ces deux maladies est évidente puisque le programme a été ébauché au premier semestre de l'année 2002, à une époque où l'Europe sortait juste du cauchemar aphteux¹, vécu surtout par le Royaume-Uni, et où les « lettres au charbon » défrayaient la chronique tant aux Etats-Unis d'Amérique qu'en Europe.

Le titre du présent article essaye d'en traduire l'objectif : il s'agit d'effectuer une comparaison, à un siècle d'intervalle, des connaissances sur la fièvre aphteuse, en prenant 1903, année de la mort de Nocard, comme point de départ.

Le terme « *Cocotte* », utilisé pour illustrer la période de départ, correspond à cette appellation familière, largement employée à l'époque dans le monde de l'élevage, en raison de la fréquence de cette maladie et liée à la démarche particulière des chèvres atteintes de fièvre aphteuse, provoquée par la douleur podale et rappelant celle de femmes de petite vertu arpentant les trottoirs sur des talons pointus.

* *Professeur, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 7 avenue du Général de Gaulle - 94704 Maisons-Alfort cedex. Communication présentée le 23 octobre 2003 à l'occasion de la commémoration du centenaire de la mort d'Edmond Nocard.*

¹ Cette actualité a été concrétisée par la publication récente de numéros spéciaux de revues ou de comptes rendus de symposiums : Dodet et Vicari, 2002 ; CIMID, 2002 ; OIE, 2002.

Nocard lui-même, a utilisé cette expression [Nocard, 1895] : « ... La viande ne contient pas le germe de la cocotte et l'expérience prouve l'innocuité absolue... ». Compte tenu de la disparition de la maladie en France, ce terme de « Cocotte » est en voie d'extinction ; la maladie elle-même, autrefois connue par tous les éleveurs, ne l'est à l'heure actuelle que par les plus âgés.

L'expression « *La menace aphteuse* » recouvre les deux aspects de cette menace : d'une part, l'aspect spontané, naturel, correspondant à l'introduction accidentelle, involontaire, du virus, avec le risque de développement d'une épizootie spectaculaire comme celle qui a sévi au Royaume-Uni en 2001 et qui a provoqué l'abattage de plus de six millions d'animaux ainsi que des pertes estimées à 60 milliards de francs [Thompson *et al.*, 2002] ; d'autre part, l'aspect artificiel, volontaire, correspondant à un acte de bioterrorisme dont l'objectif serait de paralyser l'élevage d'un pays.

La situation en France au regard de la fièvre aphteuse a bien changé depuis l'époque de Nocard : d'une maladie sévissant fréquemment, de manière enzoo-épizootique, et tolérée comme un mal inévitable, on est passé à une maladie exotique dont la réapparition provoquerait l'application de mesures contraignantes au plan national et l'arrêt des exportations pendant une période importante.

Les connaissances sur cette maladie ont également évolué ; dans un premier temps, nous évoquerons les domaines sur lesquels le changement est resté modéré, c'est-à-dire la maladie dans ces aspects épidémiologiques et cliniques et, dans un deuxième temps, ceux qui se sont particulièrement développés, à savoir l'agent pathogène et ses corollaires, le diagnostic de laboratoire et les mesures de lutte. Nous terminerons par une brève présentation de la fièvre aphteuse outil du bioterrorisme.

1. DOMAINES BIEN CONNUS

Il s'agit essentiellement de la maladie exprimée cliniquement et de ses aspects épidémiologiques. Le reflet des connaissances à l'époque de Nocard est présent dans la troisième édition [1903] de l'ouvrage de Nocard et Leclainche, véritable bible de l'infectiologie animale pendant des décennies.

1.1 Les espèces affectées

Le spectre zoologique des espèces sensibles à la fièvre aphteuse était bien connu et présenté dans l'ouvrage de Nocard et Leclainche [1903] : les artiodactyles ou animaux à onglons (doigts pairs).

Toutefois, certaines phrases ne laissent pas de surprendre à la lecture cent ans après ; elles concernent la sensibilité d'espèces comme le chien, le chat et le cheval dont on sait à l'heure actuelle qu'elles ne sont pas atteintes dans les conditions naturelles :

« Le cheval, le chien et le chat contractent de loin en loin la maladie par contagion accidentelle... ».

« La réalité de l'infection aphteuse chez le cheval n'est plus douteuse et il y a lieu d'en tenir compte dans la pratique ».

La sensibilité de l'Homme était bien connue et les cas humains bien plus nombreux qu'à l'heure actuelle. Nocard et Leclainche [1903] rapportent même les résultats d'inoculations :

« En 1834, trois vétérinaires prussiens, Hertwig, Mann et Villain, expérimentent sur eux-mêmes l'action du lait provenant de vaches atteintes de fièvre aphteuse grave ; pendant quatre jours, *chacun* ingère un quart de litre de lait. Tous trois présentent des éruptions aphteuses, localisées à la bouche ou étendues aux mains et aux doigts ».

« Chez un enfant, inoculé par Rayer et Bousquet, les vésicules ne se montrèrent qu'après la fièvre, survenue trois jours après l'inoculation ».

Cependant, la sensibilité de l'Homme au virus aphteux n'occulte pas le caractère exceptionnel de cette maladie dans l'espèce humaine : « ... Un fait reste acquis : la fièvre aphteuse frappe, en certaines années, plusieurs centaines de mille têtes de bétail, en rapports constants avec des milliers d'individus et la maladie est exceptionnelle chez l'homme ».

1.2 La maladie cliniquement exprimée

Il s'agit certainement du domaine sur lequel les connaissances ont le moins progressé au cours du siècle dernier.

La maladie cliniquement exprimée était bien plus fréquente qu'à l'heure actuelle. L'évolution clinique chez les malades était observable, alors que depuis des décennies, elle ne l'est plus dans les pays développés qui appliquent tous la méthode d'abattage systématique dans les foyers.

La description des symptômes et des lésions faite par Nocard et Leclainche [1903] reste donc parfaitement valable.

1.3 L'épidémiologie

L'exceptionnel pouvoir de diffusion de la fièvre aphteuse, les matières virulentes et les modes de contagion étaient bien connus. Mais pas totalement...

La gravité économique de la maladie était soulignée dans l'ouvrage de Nocard et Leclainche [1903] :

« La fièvre aphteuse est toujours désastreuse au point de vue économique ».

« Les épizooties de fièvre aphteuse affectent un caractère extrêmement grave, quant à la rapidité et à l'étendue de la contagion. La maladie nous arrive toujours de l'Orient... ».

Les matières virulentes sont bien décrites [Nocard et Leclainche, 1903]. Toutefois, aucune allusion n'est faite à la virulence de l'haleine et cette notion n'était donc probablement pas connue.

Au cours des dernières décennies, des travaux d'auteurs anglais ont révélé l'extrême richesse en virus de l'air expiré par des animaux atteints de fièvre aphteuse, le porc en particulier.

Ainsi, à l'acmé de la maladie, un porc peut excréter dans son haleine en une minute suffisamment de virus pour infecter ... 70 000 bovins (figure 1) [Donaldson et Alexandersen, 2002]. On comprend ainsi le danger considérable représenté par une porcherie hébergeant plusieurs centaines (voire milliers) de porcs à l'engrais qui seraient infectés par le virus aphteux.

Figure 1 : représentation schématique de l'extrême virulence de l'air expiré par un porc atteint de fièvre aphteuse

L'extrême diversité des modes de contagion de la fièvre aphteuse était également bien connue à l'époque de Nocard. On en trouve la preuve dans l'ouvrage de Nocard et Leclainche [1903] qui énumère de longues listes de supports et vecteurs possibles du virus aphteux :

« La contagion de la fièvre aphteuse est des plus subtiles et elle s'exerce par les modes les plus divers ».

« Des centaines d'observations, recueillies en Allemagne, montrent l'extrême diversité des modes de la contagion : on trouve réunis dans la liste indéfinie des agents de la transmission : les bouchers, les châteleurs, les bergers, les facteurs, ... les chevaux, les chats, les oiseaux de basse-cour, les corneilles, les moineaux, les cigognes, les rats et les souris, les cerfs et les animaux sauvages. Le virus, transporté avec les vêtements et les chaussures, est transmis d'une personne à une autre et toutes les réunions (écoles, églises, cabarets, fêtes...) deviennent des occasions de la diffusion ».

Mais, conformément à la méconnaissance de la virulence de l'haleine, il semble que la diffusion aérienne du virus aphteux n'était pas connue de Nocard, car elle n'est pas évoquée dans l'ouvrage de Nocard et Leclainche.

Au cours du 20^{ème} siècle, différentes constatations ont révélé l'extraordinaire pouvoir de diffusion au-dessus de l'eau, dans certaines conditions météorologiques, de l'aérosol de virus aphteux produit par les porcs.

Ainsi, il est probable que le foyer de fièvre aphteuse apparu en mars 1981 chez des bovins de l'île de Wight a été provoqué par la diffusion du virus produit quelques jours auparavant en Bretagne et transporté par voie aérienne sur plus de 200 km (figure 2) [Donaldson *et al.*, 1982].

Figure 2 : origine probable de la contamination aérienne de bovins de l'île de Wight
[Donaldson *et al.*, 1982]

La connaissance des facteurs conditionnant ce transport éolien est à l'origine d'applications pratiques quant à la prévision de la zone probable de contamination à partir d'un foyer, grâce à une simulation sur ordinateur [Moutou et Durand, 1994].

1.4 Le diagnostic

A l'époque de Nocard, la méconnaissance de l'agent de la fièvre aphteuse interdisait tout diagnostic de laboratoire.

Seul était donc possible le diagnostic clinique, avec différenciation des maladies pouvant ressembler à la fièvre aphteuse.

Tels étaient les domaines de la fièvre aphteuse bien connus à l'époque de Nocard. Ceux conditionnés par la connaissance de l'agent pathogènes demeuraient mal connus.

2. DOMAINES MAL CONNUS

Ce sont l'agent pathogène, le diagnostic de laboratoire et les méthodes de lutte.

2.1 L'agent pathogène

En 1903, les connaissances sur l'agent pathogène étaient minimales. Dans l'ouvrage de Nocard et Leclainche [1903], le chapitre correspondant s'intitule : ... « *Bactériologie* ».

On y lit : « La détermination du microbe de la fièvre aphteuse a fait l'objet de très nombreuses tentatives ; toutes ont échoué et la plupart ne présentent pas d'intérêt ».

La seule information réellement disponible est la petitesse de l'agent :

« Il semble que la virulence aphteuse soit due à un microbe d'une extrême ténuité, analogue à celui de la péripneumonie ».

Bien sûr, dans ce domaine les progrès ont été considérables au cours du 20^{ème} siècle : le virus a été isolé, reproduit *in vivo* et en culture cellulaire, vu, disséqué, transformé, etc. On en connaît la morphologie, les caractéristiques physiques, chimiques, antigéniques, génétiques, etc. [Kim et Rémond, 2000 ; Domingo *et al.*, 2002].

La structure du génome est connue ainsi que la nature de la protéine codée par chaque fragment (figure 3). Bref, le virus aphteux n'a presque plus de secret. En particulier, on distingue les protéines « structurales », c'est-à-dire faisant partie de la particule virale (les protéines virales 1 à 4) et les protéines « non structurales » intervenant au cours de la réplication du virus mais absentes de la particule virale.

Cette distinction importante a été à l'origine, comme pour un petit nombre d'autres virus, de la mise au point de tests de diagnostic ayant pour objectif de distinguer les animaux infectés des animaux non infectés. En effet, des animaux vaccinés à l'aide de vaccins purifiés, ne comprenant pas de protéines non structurales, ne produisent pas d'anticorps contre ces protéines alors que des animaux infectés (vaccinés ou non) en produisent dans la très grande majorité des cas.

La recherche des anticorps contre les protéines non structurales dans le sérum des animaux vaccinés permet donc de savoir si ces animaux ont été ou non en contact avec du virus sauvage, à condition d'interpréter les résultats obtenus au plan du troupeau et non pas au plan individuel (à cause de rares réponses faussement négatives).

A l'époque de Nocard, les questions étaient nombreuses et sans réponse pour la plupart. En particulier, l'une portait sur l'irrégularité de l'immunité aphteuse [Nocard et Leclainche, 1903] :

« De nombreuses observations démontrent l'inconstance de l'immunité acquise ; tandis que certains animaux sont encore réfractaires après sept années, d'autres sont réinfectés après trois à six semaines ».

**Figure 3 :représentation schématique du génome du virus aphteux
et des protéines codées par les différents fragments ;**

protéines structurales : VP, VP₂, VP₃ et VP₄ ; protéines non structurales : 2A, 2B, 2C et 3A, 3B, 3C,
3D

[Kim et Rémond, 2000]

Pour tenter d'apporter des réponses à ces différentes questions, et notamment pour améliorer les outils de la lutte contre cette maladie, le ministre de l'agriculture de l'époque, Jean Dupuy, décida de créer « un laboratoire de recherches pour l'étude de cette redoutable affection. Il est décidé que ce laboratoire sera installé dans l'Ecole d'Alfort, mais conservera son autonomie et sera sous la direction scientifique immédiate d'Emile Roux et de Nocard. D'après les indications de ces deux savants, Viet dresse les plans du nouveau service, qui sont approuvés par l'architecte et exécutés en quelques mois, dans le courant de 1901 » [Railliet et Moulé, 1908].

Nocard aura donc la possibilité, pendant un an et demi seulement, de diriger les recherches entreprises sur la fièvre aphteuse, avec la collaboration d'Henri Vallée et d'Henri Carré, dans le premier laboratoire créé au monde avec cette mission.

Pendant des années, l'origine de l'irrégularité de l'immunité aphteuse demeurera inconnue. Ainsi, dans le numéro 361 du 15 janvier 1922 de la *Revue générale de médecine vétérinaire*, revue dirigée par E. Leclainche, paraît un article intitulé *Résumé d'expériences sur la fièvre aphteuse* sous la plume de E. Roux, H. Vallée, H. Carré et feu Nocard. On y lit :

« ... Nos recherches nous permettent, en effet, de considérer comme fugace l'immunité antiaphteuse expérimentalement conférée. Totale, au point que rien ne la surmonte dès qu'elle est constituée, nous l'avons vue disparaître en moins de six mois jusque chez des sujets hypervaccinés et à l'égard du virus même utilisé dans leur immunisation. De telles constatations n'autorisent que de très médiocres espoirs »

Quelques mois plus tard seulement, dans le numéro 366 du 15 juin 1922 de cette même Revue, on trouve un article intitulé *Sur l'immunité anti-aphteuse* sous la seule plume de H. Vallée et H. Carré.

A quelques mois de distance, une partie du voile a été levée et la notion de « type » viral apparaît :

« ... Doit-on considérer les virus O et A comme deux types microbiens totalement distincts, déterminant chacun une maladie propre et convient-il de décrire dorénavant une fièvre aphteuse liée à l'évolution de O et une fièvre para-aphteuse provoquée par le virus A ?

Faut-il, au contraire, regarder les formes virulentes O et A comme deux races d'un même virus ne se distinguant entre elles que par leur inaptitude à une vaccination croisée » ?

... Tout en penchant en faveur de la pluralité d'un même type de virus, notre opinion se réserve.

Tout au moins, nos constatations éclairent-elles la question, si obscure jusqu'ici, des récurrences de la fièvre aphteuse. Elles appellent, avec une étude comparative des virus des diverses origines, une réforme complète des méthodes de l'étude de la redoutable épizootie et des procédés d'immunisation déjà offerts ».

Cette notion de l'hétérogénéité antigénique du virus aphteux (types viraux), capitale pour le succès de la vaccination, résulte donc du travail accompli dans le laboratoire créé et initialement dirigé par Nocard.

2.2 Le diagnostic expérimental

Il s'agit d'un domaine totalement ignoré par Nocard et ses contemporains.

L'isolement du virus et son étude ont permis la mise au point d'outils permettant de réaliser le diagnostic et le dépistage de la fièvre aphteuse au laboratoire [Rémond *et al.*, 2002]. Ces outils conduisent à la mise en évidence du virus ou des anticorps.

- Pour le virus, il s'agit de l'isolement en culture cellulaire, de la recherche de ses antigènes par la technique ELISA ou par fixation du complément et de l'amplification en chaîne (RT-PCR). Ces techniques permettent de répondre en quelques heures à quelques jours, lors de toute suspicion de fièvre aphteuse.

- Pour les anticorps, il s'agit de la recherche des anticorps dirigés contre les protéines structurales, par ELISA ou par séroneutralisation, ou des anticorps dirigés contre les protéines non structurales, par ELISA.

2.3 Les méthodes de lutte

Du temps de Nocard, un excellent principe pour la lutte contre la fièvre aphteuse était connu [Nocard, 1895] :

« L'un des principes qui dominent la police sanitaire de la fièvre aphteuse, c'est l'innocuité presque absolue de l'animal mort et le danger considérable de l'animal vivant ».

Pendant, les difficultés rencontrées étaient nombreuses et Nocard était conscient de l'impossibilité à maîtriser cette maladie avec les moyens disponibles à l'époque [Nocard, 1901] :

« ... Il est pratiquement impossible de préserver un pays non défendu par des frontières naturelles ; quelle que soit la vigilance des agents du service sanitaire et la sévérité des mesures prises, ce pays ne pourra pas échapper longtemps à l'infection ; la prohibition de l'importation du bétail provenant des pays contaminés sera insuffisante à le protéger ».

« ... Dès qu'un pays s'est laissé contaminer, il lui est bien difficile d'enrayer l'extension de la contagion... ».

« ... Quand le service sanitaire s'est laissé déborder, quand de nombreux foyers se déclarent en des points éloignés du territoire, tout espoir d'éteindre rapidement le mal doit être abandonné ; on pourra limiter ses ravages, on ne les supprimera pas entièrement... ».

Malgré ce constat d'échec, tout espoir n'était pas perdu et Nocard évoque l'exemple de son maître Louis Pasteur [Nocard, 1901] :

« ... Pasteur ne connaissait pas le microbe de la rage – toujours inconnu, d'ailleurs, - et cependant, à force de multiplier les expériences, il est parvenu à instituer un mode de traitement dont l'efficacité laisse loin derrière elle toutes les médications connues... ».

Deux grands groupes de mesures de lutte sont envisageables : les mesures médicales et les mesures sanitaires.

2.4 L'immunisation

En 1903, l'immunisation contre la fièvre aphteuse en était au stade des balbutiements [Nocard et Leclainche, 1903] :

« ... L'immunisation est réalisée par l'inoculation virulente, la séro-vaccination et la sérothérapie préventive... ».

En fait de « séro-vaccination », il s'agit d'une séro-infection, aux résultats irréguliers et presque aussi dangereuse que l'inoculation virulente. Quant à la « sérothérapie préventive », elle demeure d'efficacité très limitée dans le temps (une quinzaine de jours), coûteuse et aléatoire en l'absence de connaissance de la pluralité antigénique du virus aphteux.

Les progrès ont été considérables au cours du 20^{ème} siècle.

A l'heure actuelle, on dispose de vaccins purifiés, entraînant rapidement une immunité (de l'ordre de 4 à 15 jours) et permettant d'effectuer la distinction entre animaux vaccinés et animaux infectés (cf. plus haut) [Barnett *et al.*, 2002]. Il existe des banques nationales et européennes de vaccins et d'antigènes (prêts pour la préparation de vaccins) adaptées pour faire face aux différents sérotypes de virus aphteux [Forman et Garland, 2002].

Ces vaccins peuvent être employés de façon préventive, dans les pays d'enzootie et comme ce fut le cas en Europe continentale pendant plusieurs décennies, ou en urgence, à la suite d'apparition de foyers dans des pays antérieurement indemnes. Cette vaccination d'urgence peut être associée ou non à l'abattage des animaux vaccinés.

Compte tenu des conséquences pour le commerce international et des incertitudes liées à tout début d'épizootie aphteuse, les décisions d'utiliser ou non la vaccination, de son ampleur et du recours ou non à l'abattage demeurent très difficiles.

2.5 Les mesures sanitaires

Parmi elles, l'abattage est la plus spectaculaire. Quelle était la position de Nocard sur cette mesure ? Dans l'ouvrage de Nocard et Leclainche (1903), on trouve :

« ... L'abattage des malades, utilisé en Danemark, en Norvège et en Angleterre, n'est point nécessaire ; mais la mesure est parfois plus économique que la surveillance... ».

Dans ce domaine aussi, l'évolution des conceptions a été très importante.

De nos jours, dans les pays développés, la mesure capitale appliquée pour maîtriser les principales maladies animales à caractère épizootique est l'abattage des animaux des espèces sensibles présents dans les foyers.

Cette politique est appliquée notamment aux pestes porcines, à la peste aviaire (influenza hautement pathogène) et à la maladie de Newcastle ainsi qu'à la fièvre aphteuse. Elle est utilisée également pour des maladies enzootiques en phase d'éradication, comme la tuberculose et la brucellose bovines ainsi que, dans certains pays, pour l'encéphalopathie spongiforme bovine.

L'abattage dans les foyers est donc devenu une mesure « classique » de lutte.

La nouveauté, apparue au cours des deux dernières décennies, est l'abattage préventif, c'est-à-dire l'abattage de troupeaux dans lesquels l'infection n'a pas été détectée, ni la maladie exprimée cliniquement, mais dont la contamination est simplement possible ou probable. Et pour la fièvre

aphteuse, en vue de maîtriser une épizootie naissante, le nombre d'animaux abattus de façon préventive peut être beaucoup plus élevé que celui des animaux abattus dans les foyers. On peut illustrer ceci avec la dernière épizootie de fièvre aphteuse aux Pays-Bas : ainsi, 5 522 animaux ont été abattus dans les 26 foyers recensés, tandis que 186 645 l'ont été de façon préventive (après vaccination !) dans 1 988 fermes, c'est-à-dire 34 fois plus d'animaux abattus de façon préventive ! [Pluimers *et al.*, 2002].

On est très loin de la position sur l'abattage exprimée par Nocard et Leclainche en 1903, qui pourrait paraître maintenant « frileuse ». Mais la situation épidémiologique et le niveau des échanges internationaux sont différents. Et par ailleurs, en 2001, cette hécatombe a entraîné des réactions dans l'opinion publique au point que la nouvelle réglementation européenne a introduit la vaccination dans les mesures primordiales de lutte contre une épizootie naissante de fièvre aphteuse, vaccination sans abattage ultérieur des animaux vaccinés.

Quoi qu'il en soit, la perspective d'avoir à affronter une épizootie de fièvre aphteuse dans un pays indemne de l'Union européenne demeure un véritable cauchemar pour les Services vétérinaires de ces pays. Et, comme déjà évoqué, à côté du risque naturel d'introduction accidentelle du virus aphteux, plane la menace potentielle d'une introduction délibérée.

3 . LA MENACE APHTEUSE

Fort heureusement, il n'existe pas d'arme biologique parfaite.

Dans la panoplie des armes biologiques, le virus aphteux possède l'avantage d'un potentiel épidémiologique de très haut niveau, mais a « l'inconvénient » d'un pouvoir pathogène très faible pour l'Homme. C'est ainsi, par exemple, que malgré 2 030 foyers de fièvre aphteuse en 2001 au Royaume-Uni, aucun cas humain n'a été identifié.

Le recours au virus aphteux comme arme biologique ne viserait donc aucunement la santé publique mais aurait comme objectif la paralysie du commerce des animaux d'un pays et la mobilisation de tous ses moyens de lutte contre les maladies animales.

Disposer de virus aphteux est facile dans certains pays où la maladie sévit de façon enzootique. Le transporter et le mettre au contact d'animaux l'est tout autant. Il s'agit donc d'une arme dont la préparation est à la portée de n'importe quel groupe terroriste.

Sans vouloir donner trop d'idées dangereuses, ni jouer à se faire peur, il est également facile d'imaginer un scénario de diffusion du virus qui pourrait être extrêmement dangereux.

Pour prendre un seul exemple, en France, mais transposable dans n'importe quel pays d'Europe (les Etats-Unis d'Amérique aussi redoutent une telle situation et se préparent à l'affronter), il est facile d'imaginer la situation catastrophique qui résulterait de la diffusion volontaire, par quelques visiteurs, de deux souches de virus aphteux (par exemple, un type universel et un type exotique), trois jours avant la fin du Salon de l'agriculture.

Pourquoi trois jours ?

D'une part, pour éviter, par ce délai court avant la fin du Salon, que la maladie apparaisse cliniquement avant la dispersion des animaux, et par conséquent pour permettre le retour dans les fermes aux quatre coins de l'hexagone d'animaux en incubation, déclenchant dans les jours suivants des foyers dispersés en France, situation cauchemardesque.

D'autre part, pour assurer une multiplication du virus par les animaux directement contaminés et l'amplification de cette contamination initiale par excrétion présymptomatique du virus, notamment s'il s'agit de porcs.

On peut espérer que ce genre de scénario ne viendra pas à l'esprit de groupes terroristes car la réalisation ne serait pas difficile, mais ses conséquences, dramatiques.

4. CONCLUSION

Cette rapide revue de l'évolution des connaissances en un siècle, depuis l'époque de Nocard, aura permis de constater l'importance des acquisitions scientifiques au cours de cette période, sur l'agent de la fièvre aphteuse et les domaines corollaires, même si, sur la maladie elle-même, l'essentiel était connu au début du 20^{ème} siècle.

Elle nous aura également donné l'occasion d'illustrer le rôle de précurseur joué par Nocard dans la lutte contre les maladies animales majeures, en tant que fondateur du premier laboratoire au monde de recherche sur la fièvre aphteuse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barnett P et al.** (2002) - « Aspects of emergency vaccination against foot-and-mouth disease». *Comp.Immun.Microbiol.Infect.Dis.*, **25**, 345-364.
- Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases** (2002) - Special Issue : *Foot-and-Mouth Disease*, **25**, n° 5/6, 279-392.
- Dodet B and Vicari M** (2002) - «Foot-and-mouth Disease: Control Strategies». International Symposium, 2-5 June 2002, Lyons France, Elsevier ed., 390 p.
- Alexandersen S** (2002) - « Predicting the spread of foot-and-mouth disease by airborne virus». *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **21** (3), 569-575.
- Donaldson AI et al.** (1982) - « Use of prediction models to forecast and analyse airborne spread during the foot-and-mouth disease outbreaks in Brittany, Jersey and the Isle of Wight in 1981». *Veterinary Record*, **110**, 53-57.
- Forman AJ and Garland AJM** (2002) - « Foot-and-mouth disease: the future of vaccine banks». *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **21** (3), 601-612.
- Kim YJ et Remond M** (2000) - «Le virus de la fièvre aphteuse». *Virologie*, **4**, 393-404.
- Moutou F et Durand B** (1994) - «Modelling the spread of foot-and-mouth disease virus». *Vet. Res.*, **25**, 279-285.
- Nocard E** (1895) - «La fièvre aphteuse du mouton : police sanitaire à la frontière». *Rec. Méd. Vét.*, **72**, 365-368.
- Nocard E** (1901) - «La fièvre aphteuse et son traitement». *Rec. Méd. Vét.*, **78**, 222-233.
- Nocard E et Leclainche E** (1903) - *Les maladies microbiennes des animaux*. 3^{ème} édition, Masson éd., 668 p. et 646 p.
- Office international des épizooties** (2002) - «Foot-and-mouth disease : facing the new dilemmas». *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.*, **21** (3), 409-902.

Pluimers FH et al. (2002) - « Lessons from the foot-and-mouth disease outbreak in the Netherlands in 2001». *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **21** (3), 711-721.

Railliet A. et Moulé L (1908) - *Histoire de l'Ecole d'Alfort*. Asselin et Houzeau éd., 830 p.

Remond M, Kaiser C and Lebreton F (2002) - «Diagnosis and screening of foot-and-mouth disease». *Comp.Immun.Microbiol.Infect.Dis.*, **25**, 309-320.

Roux E, Vallée H, Carré H et feu Nocard. (1922) - «Résumé d'expériences sur la fièvre aphteuse». *Rev. Gén. Méd. Vét.*, **31**, 1-4.

Scudamore JM and Harris DM (2002) - « Control of foot-and-mouth disease : lessons from the experience of the outbreak in Great Britain in 2001». *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* , **21** (3), 699-710.

Thompson D et al. (2002) -« Economic costs of the foot-and-mouth disease outbreak in the United Kingdom in 2001». *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **21** (3), 675-687.

Vallée H et Carré H (1922) - « Sur l'immunité anti-aphteuse». *Rev. Gén. Méd. Vét.*, **31**, 313-317.