

VERS UN MONITORING DES FACTEURS DE RISQUE D'ÉMERGENCE DES MALADIES ANIMALES ? *

Sabine Cardoen¹, Xavier Van Huffel, Dirk Berkvens, Hein Imberechts, Claude Saegerman,
Katelijne Dierick, Jeroen Dewulf, Thierry van den Berg, Richard Ducatelle,
Niko Speybroeck et Étienne Thiry

RÉSUMÉ

Introduction : Les maladies animales émergentes représentent une menace pour la santé animale et la santé publique. Il semble impossible de prédire avec une incertitude acceptable la prochaine émergence. L'émergence des maladies animales est favorisée par des facteurs de risque spécifiques.

Objectifs : Les objectifs de cette étude sont d'identifier et hiérarchiser des facteurs de risque sur base de leur influence sur le risque d'émergence des maladies animales infectieuses.

Méthodologie : L'effet de 33 facteurs de risque sur le risque d'émergence de 34 maladies animales infectieuses (potentiellement) (ré-)émergentes a été évalué par le biais d'une enquête Delphi menée auprès de 50 experts. Les opinions d'experts consensus obtenues ont été transformées en scores, permettant de hiérarchiser les facteurs de risque selon leur impact sur le risque d'émergence des maladies animales étudiées, soit en considérant un seul groupe afin d'envisager la santé animale dans son ensemble, soit en considérant des sous-groupes (maladies zoonotiques, maladies vectorielles ou maladies exotiques).

Résultats : Lorsque l'on considère les maladies comme un seul groupe, les sept facteurs de risque suivants ont un impact important (score moyen > 2) : les problèmes de détection de l'émergence, l'existence d'un réservoir animal de la maladie, les difficultés de contrôler la maladie par la vaccination, l'extension géographique de l'agent pathogène, le portage asymptomatique, l'augmentation d'incidence de la maladie dans d'autres pays et le rôle épidémiologique de la faune sauvage. Ces sept facteurs de risque ont également une influence importante (score moyen ≥ 2) dans les trois autres scénarios considérant les sous-groupes spécifiques. Pour les maladies zoonotiques, un facteur de risque supplémentaire a un impact important (score moyen ≥ 2) : l'augmentation de la démographie et/ou de la distribution de la faune sauvage. Pour les maladies exotiques, deux facteurs de risque supplémentaires concernant la globalisation ont un impact important (score moyen > 2) : l'augmentation du commerce et l'augmentation du transport. Pour les maladies vectorielles, 17 facteurs de risque ont un impact important (score moyen > 2), dont deux qui ont obtenu un score très élevé (score moyen > 3), la présence de vecteurs et les changements climatiques et météorologiques. Ceci constitue une alerte sur l'importance du risque d'émergence des maladies vectorielles. La législation/police sanitaire et les systèmes de production intensifs apparaissent comme des facteurs de protection.

Conclusions : Cette étude permet d'identifier des facteurs-clés de risque d'émergence sur lesquels les gestionnaires de risque pourraient agir en termes de surveillance et de gestion. Elle pourrait également servir comme un outil pour l'inclusion de facteurs de risque mesurables dans un système, encore à développer, de prévision des risques émergents, visant à reconnaître précocement des conditions favorisant l'émergence de certains types de maladies.

Mots-clés : facteur de risque, émergence, maladie animale infectieuse, hiérarchisation.

.../..

* Texte de la communication orale présentée au cours de la Journée scientifique AEEMA, 19 mars 2014

¹ Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, CA-Botanique, Food Safety Center, Boulevard du Jardin botanique 55, B-1000 Bruxelles, Belgique

.../..

SUMMARY

Introduction: Emerging animal diseases pose significant threats to animal and public health. It appears impossible to predict the next emerging animal disease with an acceptable degree of uncertainty. Emerging animal diseases are driven by specific risk factors.

Objectives: This study was designed to identify and rank risk factors based on their influence on the risk of emergence of infectious animal diseases.

Methodology: The effect of 33 risk factors on the risk of emergence of 34 (potentially) (re-)emerging infectious animal diseases was evaluated via a Delphi survey conducted by 50 experts. The consensus expert opinions obtained were transformed into scores. The risk factors were then ranked according to their impact on the risk of emergence of the animal diseases studied, either considered as one overall group, or subdivided into different subgroups (zoonotic diseases, vectorial diseases or exotic diseases).

Results: When emerging animal infectious diseases were considered as as one group, seven risk factors were judged as having an important impact (mean score > 2): the problems of detection of emergences, the existence of an animal reservoir for the disease, the difficulties in controlling the disease by vaccination, the geographical expansion of the pathogen, the asymptomatic carriage, the increase in incidence of the disease in other countries and epidemiological role of wildlife. These seven risk factors had also an important influence (mean score ≥ 2) in the three other scenarios considering specific subgroups. For zoonotic diseases, one additional risk factor had an important impact (mean score ≥ 2): the increase in density and/or distribution of wildlife populations. For exotic diseases, two additional risk factors concerning globalisation had an important impact (mean score > 2): increases in trade and in transport. For vector-borne diseases, seventeen risk factors, of which the presence of the vector and the changes in climate and meteorology which scored very high (mean score > 3), had an important impact (mean score > 2), constituting an alert on the importance of the risk of emergence of vector-borne diseases. The legislation/sanitary policy and the intensive production systems appeared to be protective factors.

Conclusions: This study allowed to identify key risk factors of emergence on which risk managers could act in terms of surveillance and mitigation. Also, it could serve as a tool for the inclusion of measurable risk factors in a still to be developed emerging risk forecasting system designed to identify early conditions favouring the emergence of certain diseases

Keywords: Risk factor, Emergence, Infectious animal disease, Ranking.



I - INTRODUCTION

1. CONTEXTE

Les maladies animales émergentes représentent une menace pour la santé animale et la sécurité alimentaire. Le meilleur moyen de les éviter serait de les anticiper et de les prévenir, mais il semble quasi impossible de prédire, avec une incertitude acceptable, la prochaine maladie émergente, via la surveillance traditionnelle programmée et

événementielle, qui peut détecter, même précocement, la présence de maladies, mais pas prédire leur émergence. Ainsi, de nouvelles menaces ou des menaces inconnues ne sont pas toujours immédiatement détectées, et des maladies infectieuses émergentes, spécialement celles avec des signes cliniques atypiques, peuvent se répandre insidieusement dans une population sans être détectées.

Des facteurs de risque d'émergence spécifiques des maladies zoonotiques ont été décrits par Morse [2004], King [2008] et Gibbs [2005].

Dans cette étude-ci, il est postulé qu'une approche générique consistant en un monitoring de facteurs de risque mesurables d'émergence des maladies animales infectieuses pourrait être développée. Cette stratégie de « prévision » aurait pour objectif de reconnaître des conditions qui favorisent l'émergence de maladies animales. Une apparition ou une augmentation d'incidence de facteurs de risque spécifiques devrait alerter les gestionnaires de risque précocement de l'augmentation du risque d'émergence de certains types de maladies animales et leur permettre de cibler les ressources sur des stratégies de surveillance appropriées et efficaces.

2. DÉFINITIONS

Dans cette étude, le terme maladie animale infectieuse « émergente » doit être considéré au sens large comme (1) une maladie animale présente dans le pays et dont l'incidence augmente significativement, ou comme (2) une nouvelle maladie animale causée par un agent pathogène inconnu auparavant, ou comme (3) une maladie animale causée par un agent pathogène qui a muté.

Une maladie animale « potentiellement émergente » ou « à risque d'émergence » ou « exotique » est définie comme une maladie qui n'est pas présente dans un pays mais qui est prévalente dans un autre pays, et dont le risque d'introduction et d'expansion dans le pays est réel à court ou à moyen terme. Une maladie animale « ré-émergente » ou « à risque de ré-émergence » est définie comme une maladie animale qui a existé dans le pays, a été éradiquée et réapparaît ou risque de réapparaître.

Dans cette étude, un facteur de risque est défini

comme une variable associée à une augmentation de la probabilité d'apparition, d'introduction, d'établissement, de développement et/ou d'expansion d'une maladie. Un facteur de protection est une variable associée à une diminution de ces probabilités.

La prévision ('forecasting') consiste en un monitoring de paramètres spécifiques de risque visant à aider à prédire des situations qui pourraient mener à l'occurrence et à l'expansion d'une maladie donnée [FAO, OIE et OMS, 2006].

3. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les objectifs de cette étude sont d'identifier et de hiérarchiser des facteurs de risque sur base de leur impact sur le risque d'émergence de maladies animales infectieuses (1) afin d'identifier des facteurs de risque importants sur lesquels les gestionnaires de risque pourraient agir en termes de surveillance et/ou de gestion, et (2) comme un outil pour la sélection de facteurs de risque mesurables à inclure dans un système de prévision des risques émergents encore à développer visant à reconnaître précocement des conditions favorisant l'émergence de certains types de maladies. L'objectif de ce travail n'est pas de prédire de futures émergences de maladies. Seules les maladies animales infectieuses ont été considérées. La situation belge a été analysée comme modèle pour illustrer la méthodologie, mais les facteurs de risque et les caractéristiques intrinsèques des maladies animales sont universelles, et la méthodologie développée ici est applicable dans d'autres pays ou régions.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une auto-saisine du Comité scientifique de l'Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (AFSCA) [avis 06-2013 du Comité scientifique de l'AFSCA].

II - MÉTHODOLOGIE

1. ÉTABLISSEMENT D'UNE LISTE DE MALADIES (POTENTIELLEMENT) (RÉ-)ÉMERGENTES

Trente quatre maladies animales infectieuses (potentiellement) (ré-)émergentes ont été sélectionnées sur base de situations épidémiologiques variées (maladies enzootiques,

sporadiques, émergentes ou exotiques) au début de l'étude (2007), d'agents étiologiques variés (bactéries, virus, parasites et prions), d'hôtes variés (faune sauvage, animaux de production, animaux domestiques), de voies de transmission variées ((in)directe, vectorielle, alimentaire, etc.), et sur

base de leur nature zoonotique ou non ; ces 34 maladies sont présentées ci-dessous, classées en fonction de leur situation épidémiologique du début de l'étude :

- Maladies prévalentes en Belgique, soit à l'état enzootique, soit à l'état sporadique, et pour lesquelles un risque d'émergence (augmentation d'incidence) existe :
 - Maladies enzootiques : babésiose bovine, brucellose porcine chez le sanglier, maladie de Lyme, fièvre Q, hantavirose, cysticercose bovine, échinococcose (*Echinococcus multilocularis*), *E. coli* O157:H7 ;
 - Maladies sporadiques : tuberculose bovine, tularémie, leishmaniose, rage chez la chauve-souris, anaplasmose ;
- Maladies présentes en Belgique et dont l'incidence augmente (émergence établie et constatée) : fièvre catarrhale ovine, échinococcose (*Echinococcus granulosus*), artérite virale équine, entérite nécrotique à *Clostridium perfringens* chez la volaille, encéphalopathie spongiforme transmissible (EST) atypique chez les petits ruminants, myopathie atypique des équidés ;
- Maladies non présentes en Belgique (exotiques) et à risque d'introduction et de dissémination en Belgique (ou maladies potentiellement (ré-) émergentes ou à risque de (ré-)émergence) : fièvre aphteuse, peste porcine africaine, peste porcine classique, fièvre du Nil occidental, fièvre de la vallée du Rift, maladie hémorragique épizootique, maladie du dépérissement chronique des cervidés, pleuropneumonie contagieuse bovine, influenza aviaire hautement pathogène, cysticercose porcine, rage classique des canidés, peste humaine, encéphalites à tiques, encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) atypique, dirofilariose.

E. coli O157 : H7, qui est une infection mais pas une maladie chez les ruminants, et la myopathie atypique des équidés, dont l'étiologie reste encore inconnue à l'heure actuelle, ont été incluses dans la liste afin d'avoir des exemples atypiques de maladies émergentes. Cette liste n'a pas été modifiée en fonction de l'évolution de la situation épidémiologique de certaines maladies (par exemple, fièvre Q, fièvre catarrhale ovine, anaplasmose) au cours de l'étude (2007-2012) car l'objectif de cette étude est d'étudier l'impact des

facteurs de risque indépendamment de l'évolution épidémiologique des maladies.

Cette large sélection de maladies en termes de possibilités d'interactions hôte-pathogène a été faite de manière à assurer une certaine représentativité de la « santé animale » et à permettre par la suite de réaliser des scénarios d'évaluation de l'effet des facteurs de risque sur des groupes de maladies (maladies vectorielles, exotiques, zoonotiques, etc.).

2. ÉTABLISSEMENT D'UNE LISTE DE FACTEURS DE RISQUE D'ÉMERGENCE DE MALADIES ANIMALES INFECTIEUSES ET CLASSEMENT EN DOMAINES

Trente trois facteurs de risque ont été sélectionnés, inspirés par Morse [2004] et Slingenbergh *et al.* [2004] qui avaient identifié des facteurs de risque d'émergence de maladies zoonotiques, et adaptés pour le scope de cette étude, c'est-à-dire les maladies animales infectieuses, zoonotiques ou non. Ces facteurs de risque ont été répartis dans quatre domaines : les facteurs liés à l'agent infectieux, les facteurs liés aux activités humaines, les facteurs liés aux animaux et les facteurs liés aux changements environnementaux (tableau 1).

3. ENQUÊTE DELPHI

L'objectif de cette enquête est de quantifier l'impact des 33 facteurs de risque sur le risque d'émergence des 34 maladies animales sélectionnées. Des experts belges en santé animale provenant d'institutions officielles et d'universités belges ont été identifiés sur base de leur expertise pour une ou plusieurs des maladies sélectionnées. Ils ont été répartis sur base du principe selon lequel chaque maladie devait être analysée par au minimum deux experts et que chaque expert devait analyser au minimum deux maladies. Les facteurs de risque et les maladies sélectionnées ont été encodés dans un tableau Excel à double entrée de manière à ce que chaque facteur de risque puisse être confronté à chaque maladie.

La première question de l'enquête concernait la présence ou l'absence du facteur de risque dans le pays, indépendamment de la présence ou de l'absence de la maladie dans le pays : « Le facteur de risque est-il actuellement présent dans le pays ? ». Les réponses étaient de type fermé : « oui » si le facteur était présent (ou existait) ou « non » si le facteur était absent (ou n'existait pas).

Tableau 1
Liste de facteurs de risque classés en domaines

Facteurs liés à l'agent infectieux
Variabilité génétique (mutation, recombinaison, <i>etc.</i>) [Webster and Hulse, 2004]
Manque de connaissance de la pathogénie
Changement dans la pathogénie (= changement dans le développement de la maladie chez l'hôte, par exemple, augmentation de virulence) [Morse, 2004 ; Angulo, 2004]
Difficultés de contrôler la maladie par la vaccination
Possibilité de changement de spectre d'hôte d'une espèce animale vers une autre espèce animale (franchissement de la barrière d'espèce)
Possibilité de changement de spectre d'hôte des animaux vers l'homme
Extension de la distribution géographique de l'agent infectieux
Augmentation de l'incidence (nouveaux cas) dans un (d') autre(s) pays
Persistance de l'agent infectieux dans l'environnement [Slingenbergh, 2004]
Facteurs liés aux humains (activité humaine)
Législation/police sanitaire [Morse, 2004]
Changements dans les procédés technologiques et industriels [Morse, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Problèmes de détection de l'émergence (par exemple, difficultés de déclaration de la maladie par les éleveurs, faible performance des tests de diagnostic)
Augmentation des interactions entre les compartiments (populations) animaux [Webster and Hulse, 2004]
Augmentation des interactions entre les populations animales et humaine
Croissance démographique humaine [Brown, 2004 ; Morse, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Croissance de la population animale concernée par la maladie
Globalisation : augmentation des voyages [Slingenbergh, 2004]
Globalisation : augmentation du tourisme [Slingenbergh, 2004]
Globalisation : augmentation du commerce [Brown, 2004 ; Morse, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Globalisation : augmentation du transport [Brown, 2004 ; Morse, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Globalisation : augmentation du terrorisme [Brown, 2004]
Systèmes de production intensifs [Webster and Hulse, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Systèmes de production extensifs
Facteurs liés aux animaux
Portage asymptomatique
Réservoir animal
Longue période d'incubation chez l'animal
Contacts entre les animaux domestiques et la faune sauvage [Bengis <i>et al.</i> , 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Rôle épidémiologique de la faune sauvage [Bengis <i>et al.</i> , 2004]
Augmentation de la démographie et/ou de la distribution de la faune sauvage [Bengis <i>et al.</i> , 2004 ; Enria and Levis, 2004]
Facteurs liés à des changements environnementaux
Changements climatiques et météorologiques [Brown, 2004 ; de La Rocque <i>et al.</i> , 2008 ; Gerdes, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Changements dans les écosystèmes produits par l'homme [Morse, 2004 ; Slingenbergh, 2004]
Urbanisation [Slingenbergh, 2004]
Présence de vecteur [Chevalier <i>et al.</i> , 2004 ; Slingenbergh, 2004]

La seconde question concernait le rôle du facteur (de risque ou de protection) et était formulée comme suit : Le facteur augmente-t-il (ou diminue-t-il, ou n'a-t-il pas d'effet) le risque d'émergence de la maladie analysée? Les réponses fermées pouvaient être « + » si le facteur de risque était considéré comme un facteur de risque d'émergence de la maladie (augmentation du risque d'émergence), « - » si le facteur était considéré comme un facteur de protection contre l'émergence de la maladie (diminution du risque d'émergence) ou « 0 » si le facteur était considéré comme n'ayant pas d'influence sur le risque d'émergence de la maladie.

La troisième question concernait la quantification de l'importance de l'impact de chaque facteur (de risque ou de protection) sur le risque d'émergence de la maladie animale analysée selon les instructions suivantes (réponses fermées) : « + » ou « - » : impact faible ; « ++ » ou « -- » : impact modéré ; « +++ » ou « --- » : grand impact ; « ++++ » ou « ---- » : très grand impact.

Pour chaque question, les experts avaient la possibilité d'inclure des réponses ouvertes sous forme de commentaires.

Au cours du premier round, les experts ont donné leur opinion individuelle. Les valeurs « signes » (ex. « +++ ») ont été converties en valeurs « chiffres » (ex. 3). Pour chaque maladie et pour chaque facteur, la moyenne a été calculée, retransformée en valeur « signe » et assortie d'une justification scientifique. Au cours du second round, il a été

demandé aux mêmes experts de valider et/ou commenter une proposition de consensus émise sur base des résultats obtenus après le premier round. Finalement, une valeur « signe » consensus a été obtenue pour chaque facteur et pour chaque maladie.

4. ANALYSE DES DONNÉES

L'objectif était de réaliser plusieurs scénarios de classement, soit en considérant les maladies animales infectieuses comme un seul groupe, soit en réalisant des sous-groupes selon différentes situations épidémiologiques (maladies exotiques) ou interactions hôte-pathogène (maladies vectorielles, maladies zoonotiques). Pour chaque facteur de risque de chaque maladie, les valeurs « signe » consensus ont été converties en valeurs consensus numériques. Dans chaque groupe, un score moyen et des intervalles de confiance 95 % ont été calculés par analyse bootstrap dans R pour chaque facteur de risque (ou de protection). Les facteurs de risque (ou de protection) ont été hiérarchisés dans Excel selon leur score moyen, c'est-à-dire selon l'importance de leur impact sur le risque d'émergence des groupes de maladies. Les facteurs avec une valeur positive sont des facteurs de risque. Les facteurs avec une valeur négative sont des facteurs de protection contre l'émergence. Les facteurs avec une valeur proche de 0 n'ont pas d'impact sur le risque d'émergence des maladies ou groupes de maladies.

III - RÉSULTATS

1. RÉSULTATS QUALITATIFS

Des informations qualitatives sur l'impact des 33 facteurs de risque sur l'émergence des 34 maladies prises individuellement sont disponibles dans l'avis 06-2013 du Comité scientifique.

2. IMPACT QUANTITATIF DES FACTEURS DE RISQUE (PROTECTION) SUR LE RISQUE D'ÉMERGENCE DES MALADIES ANIMALES

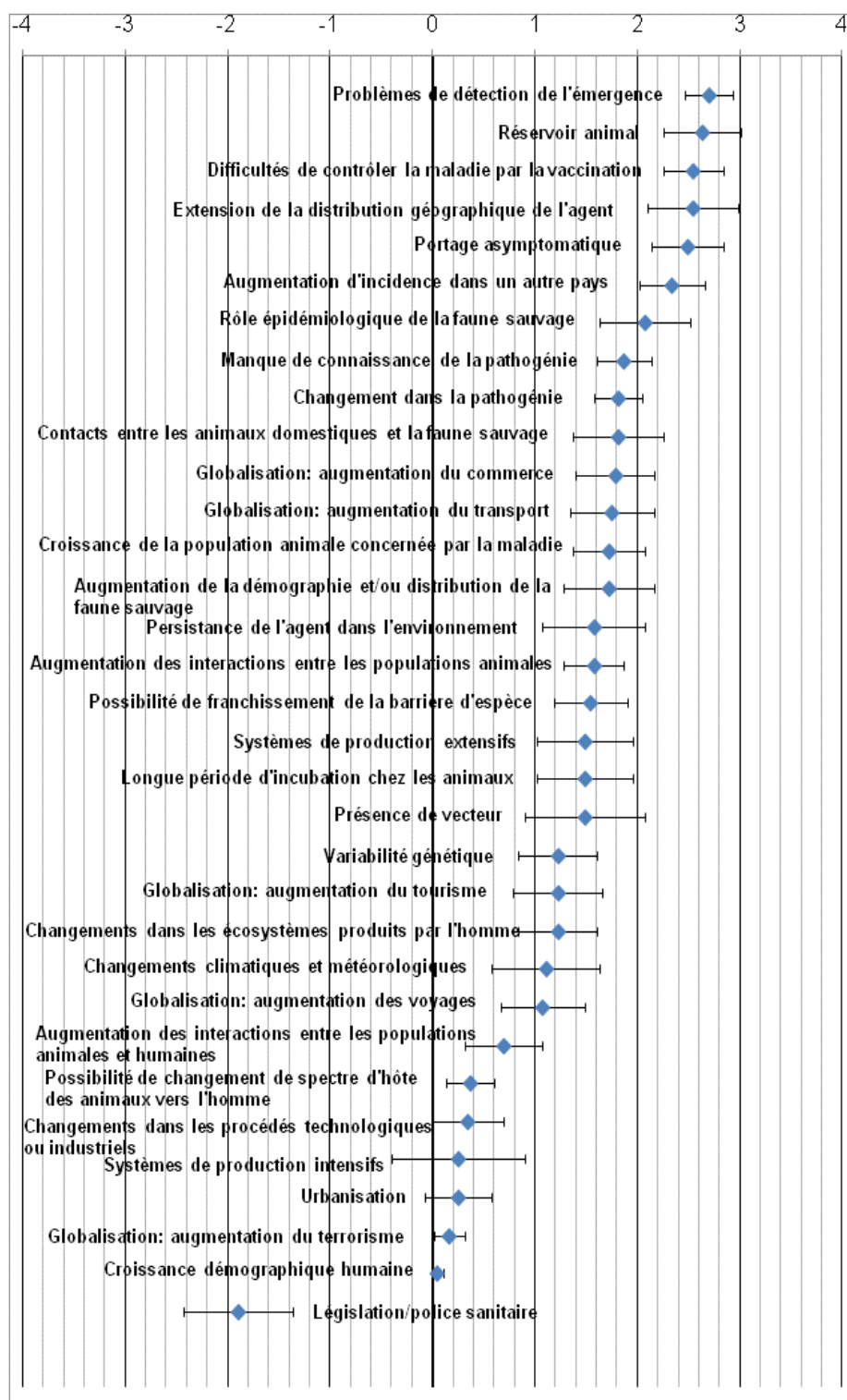
Dans le premier scénario (figure 1 - toutes les maladies), sept facteurs de risque ont un impact important (score moyen > 2) sur le risque d'émergence des maladies animales infectieuses : les problèmes de détection de l'émergence,

l'existence d'un réservoir animal de la maladie, les difficultés de contrôler la maladie par la vaccination, l'extension géographique de l'agent pathogène, le portage asymptomatique, l'augmentation d'incidence de la maladie dans d'autres pays et le rôle épidémiologique de la faune sauvage. Ils sont suivis par 18 facteurs de risque d'importance moyenne (score moyen entre 2 et 1). Certains facteurs semblent avoir une influence limitée (score moyen entre 1 et 0) sur le risque d'émergence des maladies infectieuses en général. Un facteur, la législation/police sanitaire, est considéré comme jouant un rôle de protection contre l'émergence des maladies (score moyen < 0).

Figure 1

**Impact des facteurs de risque (protection) sur le risque d'émergence des 34 maladies
(groupe reflétant la santé animale dans son ensemble).**

Dans ce scénario, les 34 exemples de maladies animales infectieuses ont été considérés comme un seul groupe.
La force de l'influence des facteurs sur le risque d'émergence des maladies est représentée par
le score moyen (de -4 à +4) donné par les experts.



Dans le second scénario (figure 2 - maladies zoonotiques), huit facteurs de risque ont obtenu un score élevé (score moyen ≥ 2) et sont considérés comme ayant un impact important sur le risque d'émergence des maladies zoonotiques : les sept mêmes facteurs que dans le premier scénario, ainsi que l'augmentation de la démographie et/ou de la distribution de la faune sauvage. Par rapport au premier scénario, un facteur supplémentaire est considéré comme jouant un rôle de protection (score moyen < 0) : les systèmes de production intensifs.

Dans le troisième scénario (figure 3 - maladies vectorielles), 17 facteurs de risque ont un impact

important (score moyen > 2) sur le risque d'émergence des maladies vectorielles, dont deux possédant un impact très important, avec un score moyen > 3 : la présence de vecteurs et l'extension de la distribution géographique de l'agent pathogène.

Dans le quatrième scénario (figure 4 - maladies exotiques), neuf facteurs de risque ont obtenu un haut score (score moyen > 2) et sont considérés comme importants : les mêmes que dans le premier scénario, plus deux facteurs liés à la globalisation : l'augmentation du commerce et l'augmentation du transport.

IV - DISCUSSION

Les problèmes de détection de l'émergence constituent un facteur de risque important car l'absence subséquente de mesures spécifiques de prévention et de contrôle permet l'expansion et l'évolution épidémiologique des maladies. L'existence d'un réservoir animal pour une maladie est aussi considérée comme un facteur de risque important car les réservoirs permettent la survie d'agents pathogènes et représentent une source d'agents infectieux transmissibles aux autres animaux. Vu que l'absence d'immunité protectrice dans les populations animales peut mener à de sévères épidémies [Glaser, 2004], les problèmes liés à la vaccination représentent aussi un important facteur de risque. L'extension géographique et l'augmentation d'incidence de maladies dans des pays voisins ou des pays commercialement liés, sont d'importants facteurs de risque car ils augmentent le risque d'introduction de maladies dans le pays. Le portage asymptomatique joue également un rôle important car l'absence de signes cliniques empêche la détection clinique des maladies et empêche la réduction des risques par des mesures de contrôle et de prévention. Le rôle épidémiologique de la faune sauvage est un facteur de risque important dans tous les scénarios. En effet, la faune sauvage est difficile à surveiller et à contrôler, et constitue souvent un réservoir de maladies pour les animaux domestiques.

Certains facteurs, comme la croissance démographique humaine, l'urbanisation,

l'augmentation du terrorisme, la possibilité pour un agent pathogène de changer de spectre d'hôte et d'infecter l'homme, et les changements dans les procédés technologiques et industriels, semblent n'avoir qu'une influence limitée sur le risque d'émergence des maladies animales. En effet, ces facteurs sont principalement liés au risque d'émergence des maladies (zoonotiques) dans la population humaine, ce qui n'est pas l'objet de cette étude et non dans les populations animales.

La législation et la police sanitaire apparaissent comme des facteurs de protection contre l'émergence. En effet, la surveillance, la prévention, la biosécurité, les mesures spécifiques de contrôle telles que par exemple le blocage des exploitations en cas d'épidémie, diminuent le risque d'émergence et d'expansion des maladies. Également, les systèmes de production intensifs, possédant une bonne biosécurité et une hygiène bien organisée, protègent contre l'émergence car il s'agit généralement de systèmes plus contrôlés avec des contacts limités des animaux avec l'extérieur, ce qui réduit le risque d'introduction des maladies dans les exploitations. Cependant, pour les maladies hautement contagieuses, comme la peste porcine classique ou l'influenza aviaire hautement pathogène, ce facteur peut devenir un important facteur de dissémination d'agents pathogènes à cause de la haute densité des animaux et des contacts, dans de tels systèmes.

Figure 2

Impact des facteurs de risque (protection) sur le risque d'émergence des maladies zoonotiques.

Dans ce scénario, 23 maladies zoonotiques ont été considérées.

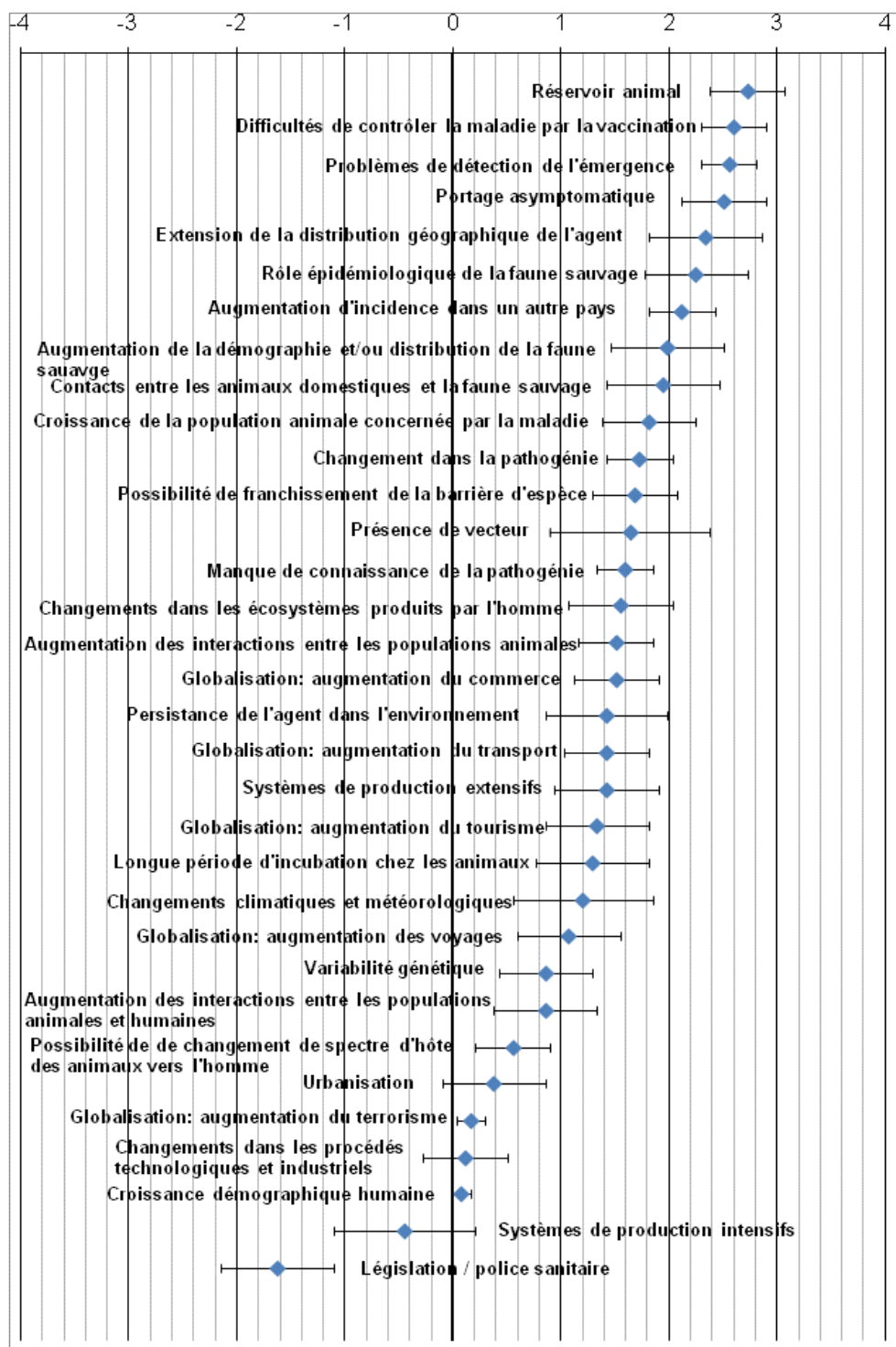


Figure 3

Impact des facteurs de risque (protection) sur le risque d'émergence des maladies vectorielles.

Dans ce scénario, 13 maladies vectorielles ont été considérées.

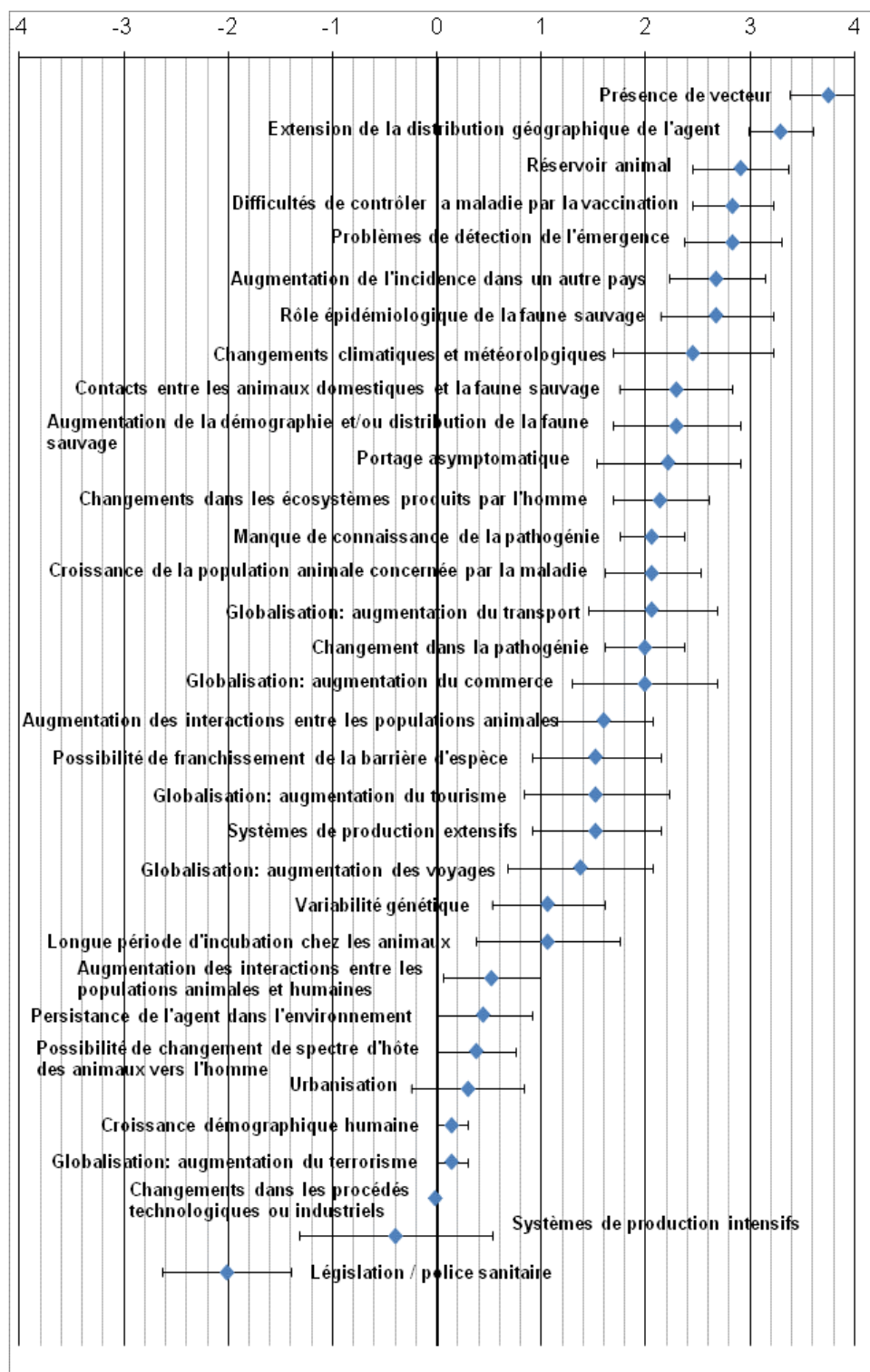


Figure 4

Impact des facteurs de risque (protection) sur le risque d'émergence des maladies exotiques.

Dans ce scénario, 15 maladies exotiques ont été considérées.



Dans trois scénarios, l'impact de la globalisation semble faible, mais ceci est probablement dû au fait que ce facteur a été divisé en 5 sous-catégories, les cinq « T » (tourisme, commerce (trade), transport, les voyages (travel) et le terrorisme), menant à une « dilution » des scores. Dans le scénario concernant les maladies exotiques, deux facteurs liés à la globalisation, l'augmentation du commerce et l'augmentation du transport, jouent un rôle important à cause de l'impact important de l'importation, liée au commerce et au transport, sur le risque d'introduction de nouvelles maladies dans le pays.

Dans cette étude, les experts étaient d'avis que les changements climatiques et météorologiques ont un impact limité sur le risque d'émergence des

maladies animales infectieuses, sauf pour les maladies vectorielles. En effet, la chaleur et l'humidité conditionnent la multiplication et la distribution géographique de certains vecteurs. Par exemple, les larves de moustiques se développent mieux dans les matières organiques présentes dans les eaux stagnantes qui sont favorisées par des conditions chaudes et humides. Aussi, un temps chaud et sec influence les populations de tiques et leur distribution géographique.

Dans le scénario des maladies vectorielles, 17 facteurs de risque ont obtenu des scores élevés (> 2 et > 3). Cette observation doit alerter les gestionnaires de risque sur l'importance du risque d'émergence des maladies vectorielles.

V - CONCLUSIONS

Le premier objectif de cette étude fut d'identifier des facteurs de risque importants d'émergence afin de recommander de les diminuer ou de les surveiller. Par exemple, le score élevé concernant le rôle des vecteurs sur le risque d'émergence des maladies vectorielles devrait mener à une surveillance accrue des populations de vecteurs et des infections de ces vecteurs par des agents pathogènes. Un monitoring des populations de vecteurs est actuellement en cours. Le score élevé obtenu dans tous les scénarios pour le facteur de risque lié aux problèmes de détection de l'émergence devrait motiver les gestionnaires de risque à diminuer ces problèmes en stimulant la vigilance des vétérinaires et des éleveurs pour la détection précoce des maladies et en stimulant la déclaration obligatoire des maladies, *etc.* Des actions de communication à l'égard des acteurs de terrain, ont déjà été prises par l'AFSCA.

L'intérêt principal de cette étude concerne l'utilisation de facteurs de risque mesurables dans un système, encore à développer, de prédiction des émergences. Si l'alerte précoce ('early warning') peut détecter un événement (tel qu'une émergence) à un stade précoce mais après qu'il ait été initié, la prévision ('forecasting') prédit l'événement avant qu'il ne soit initié. Ainsi, la détection de l'apparition ou de l'augmentation d'incidence d'un facteur de risque spécifique

devrait alerter le gestionnaire de risque avant l'émergence réelle de la maladie. Dit autrement, l'observation d'une augmentation d'incidence de facteurs de risque spécifiques devrait attirer précocement l'attention des gestionnaires de risque sur les maladies dont l'émergence est conditionnée par ces facteurs de risque, et leur permettre de cibler les ressources sur les situations-clés et de développer des stratégies efficaces de prévention et de surveillance. Par exemple, une augmentation importante de la population des tiques, détectée par un monitoring des populations de vecteurs, devrait alerter sur l'émergence possible de maladies transmises par les tiques et devrait résulter en une surveillance accrue de ces maladies. Un autre exemple, une augmentation des statistiques d'importation des animaux vivants ou de produits animaux en provenance de pays tiers peut être détectée par une analyse systématique des bases de données des importations, et devrait attirer l'attention sur le risque d'introduction de certaines maladies spécifiques.

Différents classements des maladies animales ont déjà été effectués selon des critères spécifiques [Cardoen *et al.*, 2009; Humblet *et al.*, 2012; ANSES, 2012] avec l'objectif de planifier leur surveillance ou leur contrôle. L'approche décrite ici est complémentaire car elle considère un

classement de facteurs de risque (par opposition à un classement de maladies) dans un contexte d'émergence de maladies animales infectieuses. Le message de cette étude est d'introduire, en plus de la surveillance des maladies animales, un concept

additionnel consistant en un monitoring plus générique de facteurs de risque d'émergence. Cette stratégie de prévision devrait cibler la reconnaissance de conditions qui favorisent l'émergence des maladies animales infectieuses.

BIBLIOGRAPHIE

- Abalos P., Retamal P. - Tuberculosis: a re-emerging zoonosis? *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 583-594.
- Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire - Avis 06-2013 du Comité scientifique de l'AFSCA. Facteurs de risque des maladies animales infectieuses (potentiellement) (ré-)émergentes (dossier Sci Com 2006/48 - auto-saisine). URL : http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/_documents/AVIS06-2013_FR_DossierSciCom2006_48.pdf
- Angulo F., Nunnery J., Bai, H. - Antimicrobial resistance in zoonotic enteric pathogens. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 485-496.
- ANSES - Hiérarchisation de 103 maladies animales présentes dans les filières ruminants, équidés, porcs, volailles et lapins en France métropolitaine. Saisine n° « 2010-SA-0280 ». Technical report, 2012. URL <http://www.anses.fr/Documents/SANT2010sa0280Ra.pdf>
- Bengis R., Leighton F., Fischer J., Artois M., Möner T., Tate C.M. - The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 497-511.
- Brown C. - Emerging zoonoses and pathogens of public health significance - an overview. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 435-442.
- Cardoen S., Van Huffel X., Berkvens D., Quoilin S., Ducoffre G., Saegerman C., Speybroeck N., Imberechts H., Herman L., Ducatelle R., Dierick K. - Evidence-based semiquantitative methodology for prioritization of foodborne zoonoses. *Foodborne Pathog. Dis.*, 2009, **6**, 1083-1096.
- Chevalier V., de la Rocque S., Baldet T., Vial L., Goger F. - Epidemiological processes involved in the emergence of vector-borne diseases : West Nile fever, Rift Valley fever, Japanese encephalitis and Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 535-555.
- de La Rocque S., Hendrickx G., Morand S. - Climate change: impact on the epidemiology and control of animal diseases. In: Office international des épizooties (Ed.), *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2008, **27**, pp 613.
- Enria D., Levis S. - Zoonoses virales émergentes: les infections à hantavirus. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 595-611.
- FAO, OIE et OMS -Global Early Warning and Response System for Major Animal Diseases, including Zoonoses (GLEWS), 2006. URL: http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/About_us/docs/pdf/GLEWS_Tripartite-Finalversion010206.pdf
- Gerdes G. - Rift Valley fever. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 613-623.
- Gibbs E.P.J. - Emerging zoonotic epidemics in the interconnected global community. *Vet. Rec.*, 2005, **157**, 673-679.
- Glaser A. - West Nile virus and North America: an unfolding story. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 557-568.
- Humblet M.-F., Vandeputte S., Albert A., Gosset C., Kirschvink N., Haubruge E., Fecher-Bourgeois F., Pastoret P.-P., Saegerman C. - Multidisciplinary and evidence-based method for prioritizing diseases of food-producing animals and zoonoses. *Emerg. Infect. Dis.*, 2012, **18**, doi: 10.3201/eid1804.111151.
- King L. - Understanding the factors of animal disease emergence : a world of one health. Conference at the Colloquium on Emerging animal diseases: from science to policy, 2008. URL http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/publications/_documents/2008_WS_SciCom_en.pdf

Morse S. - Factors and determinants of disease emergence. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 443-451.

Slingenbergh J., Bilbert M., de Balogh K., Wint W. - Ecological sources of zoonotic diseases. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 467-484.

Webster R., Hulse D. - Microbial adaptation and change: avian influenza. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2004, **23**, 453-465.



Remerciements

Les auteurs remercient les experts ayant participé à l'enquête Delphi : H. Amory, B. Brochier, J. Bughin, A. Caij, Y. Carlier, E. Claerebout, E. Cox, G. Czaplicki, F. Dal Pozzo, G. Daube, K. De Clercq, R. De Deken, P. Deprez, L. De Zutter, P. Dorny, G. Ducoffre, D. Fretin, S. Geerts, M. Gilbert, M. Govaerts, H. Guyot, F. Haesebrouck, G. Hendrickx, P. Heyman, L. Herman, F. Koenen, M. Lebrun, B. Losson, D. Maes, A. Mauroy, K. Mintiens, M. Pensaert, D. Pierard, S. Quoilin, S. Ribbens, S. Roels, S. Van Gucht, E. Vanopdenbosch, J. Vercruysse, D. Votion, P. Wattiau, S. Zientara.