

Université  
de Liège



ACADEMIE UNIVERSITAIRE WALLONIE-EUROPE

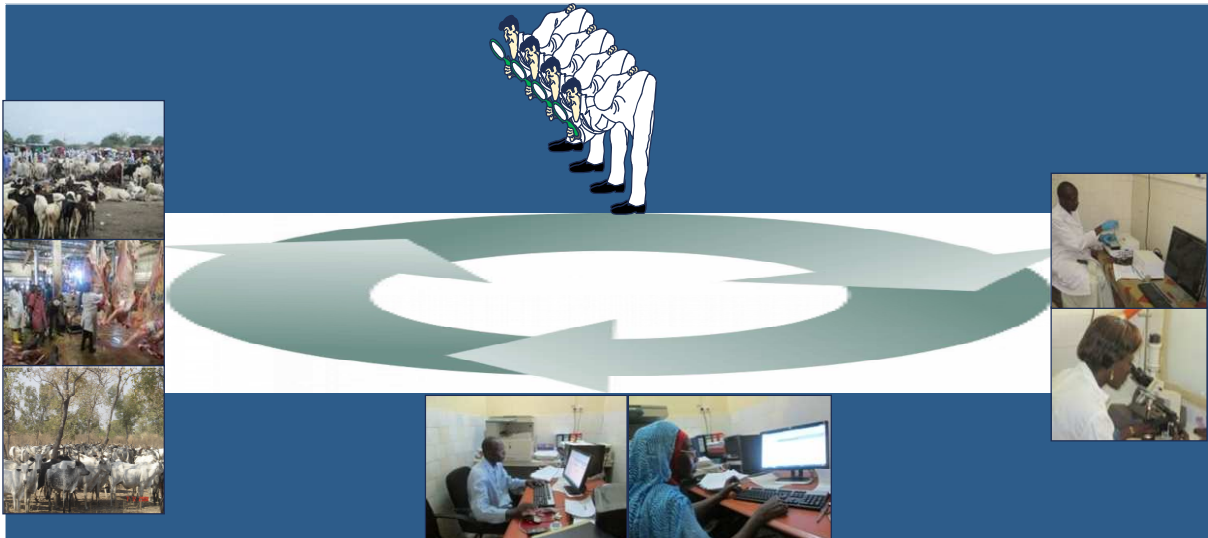
UNIVERSITE DE LIEGE

FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE

DEPARTEMENT DES MALADIES INFECTIEUSES ET PARASITAIRES

Service d'Epidémiologie et Analyse de Risques Appliquées aux Sciences Vétérinaires

Contribution à l'amélioration de l'épidémiologie des maladies animales en  
Afrique francophone de l'Ouest et du Centre



Contribution to the improvement of the epidemiological surveillance networks for  
animal diseases in French-speaking West and Central Africa

Mahamat OUAGAL

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE  
DE DOCTEUR EN SCIENCE VETERINAIRE

ANNEE ACADEMIQUE 2013-2014



**ACADEMIE UNIVERSITAIRE WALLONIE-EUROPE  
UNIVERSITE DE LIEGE  
FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE  
DEPARTEMENT DES MALADIES INFECTIEUSES ET PARASITAIRES  
Unité d'Epidémiologie et Analyse de Risques Appliquées aux Sciences Vétérinaires**

**Contribution à l'amélioration de l'épidémiosurveillance des maladies  
animales en Afrique francophone de l'ouest et du centre**

**Contribution to the improvement of the epidemiological surveillance  
networks for animal diseases in French-speaking west and central Africa**

**Mahamat OUAGAL**

**Promoteurs**

Prof. Claude SAEGERMAN, Faculté de Médecine vétérinaire, Unité de Recherche en Epidémiologie et d'Analyse de Risques appliquées aux Sciences vétérinaires

Prof. Dirk BERKVENNS, Département des Sciences Biomédicales, Institut de Médecine Tropicale d'Anvers

**Membres du jury**

Prof. Laurent GILLET (Président), Faculté de Médecine vétérinaire de Liège

Prof. Niko SPEYBROECK, Université Catholique de Louvain

Dr Eric THYS, Institut de Médecine Tropicale d'Anvers

Prof. Frédéric ROLLIN, Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège

Prof. Jean-Luc HORNICK, Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège

Prof. Annick LINDEN, Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège

Dr Thierry JAUNIAUX, Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège

**Membres du comité**

Prof. Etienne THIRY, Faculté de Médecine Vétérinaire de Liège

Dr. Pascal HENDRIKX, Direction scientifique des laboratoires, Anses, France

## Remerciements

Ce modeste travail n'aurait pas pu voir le jour sans l'appui, la patience, la compréhension et l'encouragement des personnes et des institutions qui ont mis leur confiance en moi pour conduire ces travaux de recherche scientifique. Qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements et toute ma gratitude.

Un vibrant hommage et toute ma reconnaissance à mon promoteur, le Prof. Claude Saegerman, à mon co-promoteur, le Prof. Dirk Berkvens et aux membres de mon comité de thèse, le Prof. Etienne Thiry et le Dr Pascal Hendriks qui ont accepté de m'encadrer et de superviser ce travail.

Cher Professeur Claude Saegerman, le big-boss, un très grand merci. Merci pour avoir accepté cet encadrement, pour vos multiples appuis scientifiques, administratifs et mêmes sociaux. Votre sympathie, votre sens de l'animation scientifique, votre disponibilité, votre rigueur scientifique et votre détermination m'ont beaucoup aidé et ont contribué à l'aboutissement de cette thèse.

Professeur Dirk Berkvens, les mots me manquent. Par vos enseignements, votre rigueur scientifique, vos conseils, vos encouragements vous m'avez permis d'appréhender le mot «biostatistique» et de mieux comprendre le domaine de l'épidémiologie. Mes très sincères remerciements.

Cher ami, Dr Pascal Hendriks, vous êtes un des mentors dans le domaine de l'épidémiologie et plus particulièrement de l'épidémiosurveillance. Durant près de vingt ans nous n'avons cessé d'échanger des idées dans le domaine de la surveillance des maladies animales. Vos contributions et vos appuis multiformes ont permis l'aboutissement de ce travail. Sincères remerciements et toutes mes amitiés.

Professeur Etienne Thiry, un grand merci pour les avis scientifiques prodigués et d'avoir accepté d'être membre de mon comité de thèse.

Mes hommages respectueux au Président et membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail malgré vos occupations : Prof. N. Speybroeck (IRSS- FSP, Université Catholique de Louvain), Dr. E. Thys (Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Antwerpen), Prof. J.-L. Hornick (FMV, ULg), Prof. A. Linden (FMV, ULg), Prof. F. Rollin (FMV, ULg), Dr. T. Jauniaux (FMV, ULg), Prof. L. Gillet (Président du Collège de doctorat, FMV, ULg), Prof. E. Thiry (membre du comité de thèse, FMV, ULg) et Dr. P. Hendrikx (membre du comité de thèse, Direction scientifique des laboratoires, ANSES, France).

Madame Danielle De Bois, Administratrice financière au Département des Sciences Biomédicales de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, votre sympathie, votre gentillesse, votre disponibilité, votre accueil toujours chaleureux dont j'ai toujours bénéficié ont été d'un apport important à la réalisation de cette thèse. Trouvez ici toute ma gratitude.

Au corps enseignement du Département des Sciences Biomédicales de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers. Merci pour vos conseils, merci pour la formation que vous m'avez assurée durant le CIPSAT, le Master et qui m'ont permis aujourd'hui de réaliser cette thèse.

Merci au personnel des services des étudiants de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers, pour toutes les facilités administratives et votre disponibilité dont j'ai bénéficié durant mes formations en Belgique. Mes sincères remerciements.

Je remercie le staff de l'unité de recherche en épidémiologie et analyse de risques appliquées aux sciences vétérinaires de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège (UREAR-ULg). Toute ma reconnaissance pour les appuis en tout genre octroyés lors de mes séjours.

Merci, au service administratif de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège pour toutes les facilités administratives, en particulier aux secrétaires du Département des Maladies infectieuses et parasitaires, Mesdames Christina Espert et Jessica Collard.

Aux animateurs des réseaux d'épidémiosurveillance des pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre qui ont collaboré à la toute première phase de cette étude sans laquelle il aurait été difficile de démarrer cette thèse. Tous mes hommages.

Aux Ministres de l'Elevage, Secrétaires généraux, Directeurs des Services Vétérinaires, Directeurs de l'Institut de Recherches en Elevage pour le Développement pour vos appuis administratifs qui m'ont toujours facilité mes déplacements au Tchad et à l'étranger dans le cadre de mes études.

Aux collègues de la Direction des Services Vétérinaires, de l'Institut de Recherches en Elevage pour le Développement, aux délégués régionaux d'Elevage, chefs de secteurs d'élevage et chefs des postes vétérinaires, agents de suivi et évaluation des délégations régionales d'élevage. Mes sincères remerciements pour votre disponibilité, vos contributions et vos appuis multiformes.

Mes vifs remerciements sont adressés à la Direction Générale de la Coopération au Développement Belge (DGCD) pour son soutien financier sans lequel cette thèse n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie également les firmes ZOETIS et MERIAL.

Mes remerciements sont adressés également à mes parents, sœurs, frères, cousins, cousines et ami(e)s pour leurs encouragements et leurs divers soutiens.

A ma chère épouse et mes enfants pour leur patience et leur compréhension durant mes absences.

Enfin à tous ceux qui de près ou de loin ont apporté leurs conseils et leurs contributions à cette étude, qu'ils ne se sentent pas oubliés.

## Table des matières

Remerciements .....	3
Table des matières .....	6
Liste des abréviations .....	9
<b>Chapitre 1 - Résumé – Summary .....</b>	<b>11</b>
Résumé .....	12
Summary .....	18
<b>Chapitre 2 -Introduction générale .....</b>	<b>23</b>
Introduction générale.....	24
1. Contexte et justification .....	24
2. Généralités sur les réseaux de surveillance épidémiologique .....	26
3. Les indicateurs de performance du fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique .....	33
3.1. Définition .....	33
3.2. Rôle des indicateurs de performance d'un réseau d'épidémiosurveillance .....	33
3.3. Caractéristiques des indicateurs de performance .....	34
3.4. Différents niveaux d'indicateurs .....	34
3.4.1. Les indicateurs de performance.....	34
3.4.2. Les indicateurs de diagnostic .....	34
3.4.3. Les listes de contrôle .....	35
<b>Chapitre 3 - Objectifs du travail.....</b>	<b>36</b>
Objectifs du travail.....	37
1. Objectif général.....	37
2. Objectifs spécifiques .....	37
<b>Chapitre 4 : Les réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique de l'Ouest et du Centre .....</b>	<b>39</b>
Préambule.....	40
Les réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre .....	41
Résumé .....	42
1. Introduction.....	42
2. Matériel et méthodes .....	43
3. Résultats.....	44
4. Discussion .....	58

5. Conclusion .....	63
6. Références.....	64
<b>Chapitre 5 - Comparaison entre la surveillance active et la surveillance passive dans le cas du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad.....</b>	<b>67</b>
Préambule.....	<b>68</b>
Comparison between active and passive surveillance within the network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad.....	<b>69</b>
Abstract .....	<b>70</b>
1. Introduction.....	70
2. Materials and methods .....	72
3. Results.....	74
4. Discussion .....	76
5. Conclusion .....	80
6. References.....	80
<b>Chapitre 6 - Evaluation de la sensibilité du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad pour la surveillance de la fièvre aphteuse.....</b>	<b>83</b>
Préambule.....	<b>84</b>
Résumé.....	<b>86</b>
1. Introduction.....	87
2. Matériel et méthodes.....	89
3. Résultats.....	92
4. Discussion .....	95
5. Conclusion .....	98
6. Remerciements.....	99
7. Bibliographie.....	99
<b>Chapitre 7 - Elaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales : le REPIMAT.....</b>	<b>102</b>
Préambule.....	<b>103</b>
Elaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales : le REPIMAT.....	<b>104</b>
Résumé.....	<b>105</b>
1. Introduction.....	106
2. Matériel et méthodes.....	108
3. Résultats.....	110

4. Discussion .....	117
5. Conclusion .....	120
6. Bibliographie.....	120
<b>Chapitre 8 - Estimation du coût d'un réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique centrale : le cas du réseau tchadien.....</b>	<b>122</b>
Préambule.....	123
Estimation du coût d'un réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique centrale : le cas du réseau tchadien.....	124
Résumé.....	125
1. Matériel et méthodes .....	127
2. Résultats.....	136
3. Discussion .....	142
4. Conclusion .....	145
5. Bibliographie.....	146
<b>Chapitre 9 -Discussion générale.....</b>	<b>148</b>
Discussion générale.....	149
Conclusion et perspectives .....	160
Recommandations .....	161
<b>Chapitre 10 - Bibliographie générale .....</b>	<b>164</b>
Bibliographie générale .....	165



## Liste des abréviations

<b>A</b>	Active
<b>AIEA</b>	Agence internationale de l'énergie atomique
<b>ATE</b>	Agent technique d'élevage
<b>AX</b>	Anthrax
<b>B</b>	Babésiose
<b>BL</b>	<i>Blackleg</i>
<b>CB</b>	Charbon bactérien
<b>CBPP</b>	<i>Contagious bovine pleuropneumonia</i>
<b>CCPP</b>	<i>Contagious caprine pleuropneumonia</i>
<b>CDC</b>	<i>Centers for disease prevention and Control</i>
<b>CE</b>	Contrôleur d'élevage
<b>CS</b>	Charbon symptomatique
<b>CSRSA</b>	Chef de service régional de santé animale
<b>DGCD</b>	Direction générale pour la coopération au développement
<b>DNB</b>	Dermatose nodulaire contagieuse bovine
<b>DSV</b>	Direction des services vétérinaires
<b>EDI</b>	Echange de données informatisées
<b>ELISA</b>	<i>Enzyme-linked immunosorbent assay</i>
<b>ESB</b>	Encéphalopathie spongiforme bovine
<b>EuFMD</b>	Commission européenne de lutte contre la fièvre aphteuse
<b>FA</b>	Fièvre aphteuse
<b>FAO</b>	Food and agriculture organization of the United Nations
<b>FCFA</b>	Franc des colonies françaises d'Afrique
<b>FMD</b>	Foot and Mouth Disease
<b>FVR</b>	Fièvre de la Vallée du Rift
<b>HACCP</b>	<i>Hazard Analysis Critical Control Point</i>
<b>IA</b>	Influenza aviaire
<b>ITE</b>	Ingénieur des techniques d'élevage
<b>IZSLER</b>	Istituto zooprofilattico sperimentale della lombardia e dell'Emilia Romagna
<b>LCVD</b>	Laboratoire central vétérinaire de diagnostic
<b>NC</b>	Maladie de Newcastle

<b>NSP</b>	Protéines non structurales ( <i>non structural proteins</i> )
<b>OIE</b>	Organisation mondiale de la santé animale
<b>OMS</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>Past</b>	Pasteurellose
<b>PACE</b>	Programme panafricain de contrôles des épizooties
<b>PARC</b>	Programme panafricain de lutte contre la peste bovine
<b>PB</b>	Peste bovine
<b>PE</b>	Peste équine
<b>PID/ARIS</b>	<i>Pace integrated database/Animal resources information system</i>
<b>PPA</b>	Peste porcine africaine
<b>PPCB</b>	Péripneumonie contagieuse bovine
<b>PPCC</b>	Pleuropneumonie contagieuse caprine
<b>PMDR</b>	Projet multisectoriel de développement rural
<b>PPR</b>	Peste des petits ruminants
<b>PVS</b>	Performance, vision et stratégie
<b>REPIMAT</b>	Réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad
<b>RESESAV</b>	Réseau sénégalais de surveillance des maladies des volailles
<b>RDC</b>	République démocratique du Congo
<b>RCA</b>	République Centrafricaine
<b>RVF</b>	<i>Rift Valley fever</i>
<b>Se</b>	Sensibilité
<b>SP</b>	Protéines structurales ( <i>structural proteins</i> )
<b>Sp</b>	Spécificité
<b>TRY</b>	Trypanosomiase
<b>TUB</b>	Tuberculose
<b>UA-IBAR</b>	Bureau interafricain des ressources animales de l'Union africaine
<b>VPP</b>	Valeur prédictive positive
<b>WAHIS</b>	<i>World animal health information system</i>

## **Chapitre 1 - Résumé – Summary**

## Résumé

L'élevage représente une source de revenu importante dans la plupart des pays en développement. En Afrique, il intervient souvent dans le produit intérieur brut à hauteur de 10 % à 20 %. L'une des contraintes majeures au développement de ce secteur demeure les maladies animales. Ces dernières engendrent des pertes économiques parfois très importantes et dont les conséquences sociales sont souvent très lourdes pour les éleveurs. Elles limitent les échanges commerciaux entre les pays. La réduction de l'incidence de ces contraintes socio-économiques passe nécessairement par la prévention et la lutte contre les maladies animales. À cet effet, une bonne connaissance de la situation épidémiologique des maladies est un prérequis pour définir une stratégie de prévention et de contrôle adaptée. L'un des outils incontournables de la production des informations épidémiologiques demeure le réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales. Ce dernier est également un outil d'aide à la décision dans les échanges commerciaux internationaux. A cet effet, son efficacité est un gage de sa crédibilité. Un réseau efficace doit être bien organisé, répondre aux normes scientifiques et remplir les caractéristiques d'efficacité qui sont la sensibilité, la spécificité, l'acceptabilité, la faisabilité, la réactivité et le coût.

En Afrique de l'Ouest et du Centre, les réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales ont été créés pour la plupart dans les années 1990 grâce au Programme panafricain de contrôle des épizooties (PACE). Une évaluation réalisée en 2004 par ledit programme a noté que ces réseaux étaient à des stades de développement différents et a relevé des insuffisances d'efficacité.

Afin de contribuer à l'amélioration de ces réseaux, un développement et une analyse de quelques paramètres d'efficacité d'un réseau ont été réalisés et des propositions d'amélioration ont été faites.

Pour atteindre l'objectif général d'améliorer les systèmes d'épidémiosurveillance en Afrique de l'Ouest et centrale, des objectifs spécifiques ont été définis et sont les suivants : (i) analyser l'organisation technique et fonctionnelle des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique de

l'Ouest et du Centre, (ii) comparer l'efficacité de la surveillance active par rapport à la surveillance passive qui sont les principales modalités de surveillance employées par les réseaux en Afrique de l'Ouest et du Centre en prenant une étude de cas concernant le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad, le REPIMAT, (iii) évaluer la sensibilité d'un réseau d'épidémiosurveillance à partir d'une approche basée sur la séroprévalence d'une maladie surveillée comme la fièvre aphteuse, (iv) élaborer des indicateurs de performance pour le suivi régulier du fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales en Afrique en prenant aussi l'exemple du REPIMAT et enfin (v) estimer le coût qu'engendre un réseau d'épidémiosurveillance en Afrique de l'Ouest et du Centre en prenant l'exemple du REPIMAT.

Chacun de ces objectifs spécifiques est traduit par une étude spécifique dont les résultats sont présentés ci-après :

### **Organisation des réseaux de surveillance épidémiologique en Afrique de l'Ouest et du Centre**

L'enquête sur l'organisation technique et institutionnelle des réseaux en Afrique de l'Ouest et du Centre a été réalisée à base d'un questionnaire écrit. Elle a concerné neuf pays dont cinq en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Togo, Guinée) et quatre en Afrique centrale (Cameroun, République centrafricaine, République démocratique du Congo et Tchad).

Les résultats de cette enquête ont montré que le réseau de surveillance épidémiologique le plus anciennement créé est celui du Tchad, le REPIMAT. Il existe plus de similitudes que de divergences entre ces réseaux. D'une manière générale, les réseaux de surveillance des maladies animales en Afrique de l'Ouest et du Centre sont techniquement et institutionnellement bien formalisés. La mise en place et le fonctionnement des réseaux enquêtés sont essentiellement financés par des aides extérieures. Ce sont en général des réseaux d'épidémiosurveillance et d'épidémiovigilance qui surveillent plusieurs maladies. Tous les pays enquêtés disposent d'un laboratoire national central pour les analyses des prélèvements collectés. Cependant, seuls quatre pays (Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée et Sénégal) peuvent réaliser un diagnostic de toutes les maladies retenues pour la surveillance. Les laboratoires sont considérés comme des partenaires des réseaux d'épidémiosurveillance dans la plupart des pays enquêtés.

Tous les réseaux utilisent pour la gestion des données, le PID/ARIS. En plus de ce dernier, les pays comme la Guinée, la RDC, le Sénégal et le Tchad utilisent une base de données nationale écrite à l'aide du logiciel Access®. Pour l'ensemble des réseaux enquêtés, en moyenne 26% des postes vétérinaires sont impliqués dans la surveillance. Cette proportion varie de 7% à 91%. Néanmoins, l'insuffisante capacité de diagnostic des laboratoires ainsi que l'insuffisante opérationnalité des comités de pilotage constituent les deux principaux points faibles des réseaux enquêtés.

### **Comparaison entre la surveillance active et la surveillance passive dans le cadre du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad**

L'étude comparative entre la surveillance passive et la surveillance active a concerné 106 postes de surveillance du REPIMAT répartis aléatoirement en 52 postes de surveillance active et 54 postes de surveillance passive. Neuf maladies de statut vaccinal et de prévalence attendue différents sont surveillées par ce réseau.

Un plan de travail a été élaboré pour chacun des postes. Les postes de surveillance active réalisent mensuellement 4 visites de troupeaux (villages) en vue de rechercher les maladies surveillées et organisent également 4 réunions de sensibilisation des éleveurs de leur zone d'action en vue de les stimuler à faire les déclarations lors de suspicions d'une des maladies surveillées. Les postes de surveillance passive réalisent uniquement, chaque mois, 4 réunions de sensibilisation des éleveurs de leur zone d'action. Les suspicions enregistrées par les postes sont consignées dans une fiche de suspicion spécifique à chaque maladie élaborée à cet effet. L'agent y mentionne si la suspicion est réalisée suite à un appel d'éleveur, une visite de troupeaux ou une réunion de sensibilisation. La surveillance a duré 24 mois.

Les résultats de cette étude ont montré que quel que soit le type de surveillance, les maladies surveillées à l'exception des maladies rares (peste bovine et fièvre de la Vallée du Rift), sont rapportées par les agents de surveillance. Cependant, on note que le nombre de suspicions enregistrées suite aux appels des éleveurs (41%) est significativement plus important ( $p < 0.05$ ) que celui des suspicions réalisées lors des visites des troupeaux (30%) ou lors de réunions (29%).

Pour les maladies à prévalence modérée, les suspicions proviennent principalement des appels des éleveurs (77%) et ce, quel que soit le type de surveillance (73% pour la surveillance active et 84% pour la surveillance passive). D'autre part, pour la fièvre aphteuse, maladie à prévalence élevée, 37 % des suspicions sont enregistrées lors des visites des élevages. Dans

l'ensemble, aucune différence significative n'est observée entre les types de surveillance en raison d'un faible taux de déclaration de la maladie au cours des réunions de sensibilisation par les postes de surveillance active.

La surveillance passive stimulée par des réunions de sensibilisation semble être un mode de surveillance adapté aux conditions du Tchad et la moins onéreuse pour la surveillance des maladies existantes. Cependant, pour les maladies rares, les méthodes de surveillance active spécifiques (telles que, par exemple, des élevages sentinelles) apparaît préférable.

### **Evaluation de la sensibilité du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad pour la surveillance de la fièvre aphteuse**

L'étude de la sensibilité du réseau REPIMAT a été réalisée en prenant comme exemple la surveillance de la fièvre aphteuse. La fièvre aphteuse est la maladie la plus suspectée par le REPIMAT. Cependant, la notification des cas se limite aux suspicions cliniques. Les prélèvements dans le but d'un diagnostic de laboratoire pour la confirmation de ces suspicions ne sont pas réalisés. Afin d'apprécier la sensibilité du REPIMAT pour cette maladie, une enquête sérologique a été menée dans huit des neuf délégations régionales d'élevage les plus peuplées du pays en bovins. Les échantillons ont été analysés par le laboratoire national de référence de la fièvre aphteuse de Brescia en Italie avec l'appui de la Commission européenne de lutte contre la fièvre aphteuse. Les tests 3ABC-ELISA et SP-ELISA ont été utilisés respectivement pour la détection des anticorps et pour le sérotypage du virus. La notification des suspicions cliniques enregistrées par le réseau a été mise en adéquation avec la séroprévalence. Des informations épidémiologiques, notamment les sérotypes circulants dans le pays ont été identifiés.

Au total 796 sérums de bovins ont été collectés. Le taux de séroprévalence individuelle était de 35,6 % (IC 95 % : 32,2 – 39,0) et celle à l'échelle du troupeau est de 61,9% (IC 95 % : 51,9 – 71,2). Une forte corrélation est observée entre la séroprévalence estimée et le nombre de suspicions cliniques enregistrées dans le cadre du REPIMAT. La maladie est présente dans toutes les délégations régionales d'élevage enquêtées avec une forte prévalence dans les délégations se trouvant dans le sud du pays, zone la plus humide et où les mouvements transfrontaliers sont les plus importants. Les sérotypes A, O, SAT1, SAT2 ont été identifiés.

### **Elaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales : le REPIMAT**

Le maintien et l'efficacité d'un dispositif de surveillance nécessite son évaluation régulière afin de déceler au moment opportun les déficiences qui peuvent intervenir. A cet effet, les indicateurs de performance sont des outils indispensables. Une première approche d'élaboration d'indicateurs de performance ainsi que leur application dans le cadre du fonctionnement de 43 postes de surveillance du REPIMAT a été réalisée. Une analyse des objectifs et du mécanisme de fonctionnement du REPIMAT a permis de retenir trois principales composantes à savoir les intervenants de terrain, la cellule d'animation et le laboratoire. Les activités de chacune de ces composantes ont été inventoriées. L'analyse des résultats attendus de ces activités a permis l'élaboration d'une liste des indicateurs de performance qui peuvent être utilisés dans le cadre du fonctionnement du REPIMAT. L'application de ces indicateurs a permis de mettre en évidence les points faibles de chaque composante.

### **Estimation du coût d'un réseau d'épidémiologie des maladies animales en Afrique centrale : le cas du réseau tchadien**

En Afrique subsaharienne, la plupart des réseaux d'épidémiologie des maladies animales ont été financés temporairement par des aides extérieures. La pérennité de tels outils d'aides à la décision devrait pouvoir être assurée par des fonds publics nationaux. L'objectif de cette étude était d'avoir une estimation des coûts qu'engendrent un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales et son poids dans le budget de l'Etat en prenant l'exemple du réseau d'épidémiologie des maladies animales au Tchad (REPIMAT). Ces coûts ont été ensuite comparés à ceux d'autres réseaux d'épidémiologie en Afrique de l'Ouest.

Les résultats de cette étude ont montré que le coût global annuel de mise en place et de fonctionnement du REPIMAT est estimé à 666 349 € soit 437 096 291 FCFA pour l'ensemble d'un dispositif comprenant 106 postes de surveillance constituant le niveau local du réseau, 26 secteurs d'élevage, 9 délégations régionales d'élevage représentant le niveau intermédiaire et une cellule d'animation constituant le niveau central du réseau. Ce coût ne représente que 3% (2% des charges fixes et 1% des charges variables) du budget alloué par l'Etat tchadien au département en charge de l'Elevage. Les charges fixes (72%) pèsent plus que les charges variables (28%) quels que soient les niveaux d'intervention. Cette tendance est semblable à l'estimation des coûts des réseaux de surveillance épidémiologique du Bénin, du Ghana, de la



Mauritanie et du Sénégal. En considérant uniquement les charges variables (fonctionnement), le coût annuel de fonctionnement d'un poste de surveillance, entité la plus importante dans le dispositif, n'était que de 932 € soit 611 352 FCFA.

Le coût de la surveillance est lié principalement au niveau local (postes de surveillance) et au niveau intermédiaire (secteurs d'élevage et délégations régionales d'élevage) à impliquer dans la surveillance sanitaire, ainsi qu'aux équipements qu'elle nécessite.

Cette thèse a permis d'analyser quelques paramètres d'efficacité d'un réseau de surveillance des maladies animales notamment l'organisation générale, les modalités de surveillance, la sensibilité, le coût et d'élaborer un outil de suivi en continu de fonctionnement d'un réseau. Il est difficile de remplir tous les critères d'efficacité d'un réseau de surveillance des maladies animales. Cependant les quelques paramètres étudiés permettront, s'ils sont utilisés à bon efficient, d'améliorer l'efficacité d'un dispositif de surveillance épidémiologique des maladies animales en Afrique subsaharienne.

## Summary

Livestock is an important source of income in most developing countries. In Africa, it often makes up 10% to 20% of the gross national product at level. One of the major constraints to the development of this sector is animal diseases, which sometimes generate significant economic losses with social consequences that are often very burdensome for farmers. They restrict trade between countries. Reducing the impact of these constraints necessarily involves the prevention and the control of diseases. For this purpose, an adequate knowledge of the epidemiology of the diseases is a prerequisite to define a strategy for their prevention and/or the design of appropriate monitoring measures. One of the essential tools of production remains the epidemiological information network for the surveillance of animal diseases. It is also a tool for decision in international trade involving livestock products. For this purpose, its effectiveness is a guarantee for its credibility. An effective network system must be well organized, meet scientific standards and satisfy the efficiency characteristics which are sensitivity, specificity, acceptability, responsiveness and cost.

In west and central Africa, epidemiological surveillance networks of animal diseases are mostly created in the 1990s through the Pan African Program for the Control of Epizootics. A 2004 assessment carried out by this program revealed that these networks are at different stages and found weaknesses in their efficiency.

To contribute to the improvement of these systems, an analysis of some performance parameters of these networks has been conducted and suggestions for improvement were made.

To achieve this overall objective, the following specific objectives were listed: (i) analyze the technical and functional organization of epidemiological surveillance networks in West and Central Africa; (ii) compare the effectiveness of active surveillance and passive surveillance, the two main monitoring methods used by the networks in West and Central Africa using the case study of the epidemiological surveillance network, in Chad, namely REPIMAT; (iii) assess the sensitivity of an epidemiological surveillance network from an approach based on prevalence of a disease such as Foot and Mouth Disease; (iv) develop performance indicators for regular monitoring of the epidemiological surveillance network for animal diseases in West and Central Africa, again by taking the case of REPIMAT; and finally, (v) estimate the

cost incurred by an epidemiological surveillance network in West and Central Africa, for example the REPIMAT.

Each of these specific objectives leads to a specific study of which results are presented below:

### **Organization of epidemiological surveillance networks in West and Central Africa**

The survey on technical and institutional organizations networks in west and central Africa was organised on the basis of a written questionnaire. It involved nine networks of which five were in West Africa (Senegal, Burkina Faso, Ivory Coast, Togo, Guinea) and four in Central Africa (Cameroon, Central African Republic, Democratic Republic of Congo and Chad).

The results of this survey showed that the oldest epidemiological surveillance network is that of Chad, REPIMAT. There are more similarities than differences between these networks. In general, network monitoring of animal diseases in west and central Africa are technically and institutionally well formalized. The establishment and operation of the networks surveyed are mainly financed by foreign aid. In general, these are epidemiological surveillance networks that monitor several diseases. All countries surveyed have a central national laboratory for the analysis of samples collected. However, only four countries (Cameroon, Côte d'Ivoire, Guinea and Senegal) can make a diagnosis of all diseases selected for monitoring. The laboratories are considered as partners with surveillance networks in most of the countries surveyed.

All networks use the PID/ARIS for data management. In addition to the latter, countries such as Guinea, DRC, Senegal and Chad use a national database developed with Access®. On average, 26% of veterinary stations on the total networks surveyed are involved in the monitoring. This proportion varies from 7% to 91%. However, insufficient diagnostic capacity of laboratories and inadequate operational steering committees are the two main weaknesses of the networks concerned with this survey.

Comparison between active and passive surveillance within the network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad

The comparison between active and passive surveillance involved 106 REPIMAT surveillance stations randomly divided into 52 active surveillance stations and 54 passive

surveillance stations. Vaccination status of nine diseases and their respective prevalence levels are monitored by the network.

A work plan was developed for each station. The stations of active surveillance make monthly visits to four herds (villages) to look for monitored diseases and also organise four information meetings with farmers how to react in case of suspicion of the monitored diseases. Passive surveillance stations only organise, monthly, four information meetings with farmers. Suspicions in each station are recorded on a specific form developed for each disease. The agent mentions if the suspicion is performed following a breeder call, a visit from herds or a sensitization meeting. Monitoring lasted 24 months. The results of this study showed that regardless of the type of surveillance, diseases monitored with the exception of rare diseases (Rinderpest, and Rift Valley fever) are reported by the monitoring agents. However, we note that the number of calls recorded following suspicions of farmers (41%) was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than suspicions made during visits to herds (30%) or in meetings (29%).

For moderately prevalent diseases, the suspicions are mainly calls farmers (77%) and regardless of the type of monitoring (73% for active surveillance and 84% for passive surveillance). On the other hand, for FMD, a disease with high prevalence, 37% of suspicions are recorded by visiting farms. Overall, no significant difference was observed between the types of surveillance because of a low rate of disease onset during sensitization meetings by the active surveillance stations. Passive surveillance stimulated by awareness meetings appears to be a mode for surveillance in the conditions of Chad and cheaper. However, for rare diseases, the specific methods of active surveillance (such as, for example, sentinel flocks) seems preferable.

### **Evaluation of the sensitivity of the animal disease epidemiological surveillance network for Foot and Mouth Disease in Chad**

Evaluation of the sensitivity of the animal disease epidemiological surveillance network for Foot and Mouth Disease in Chad

The study on the network sensitivity was carried out in REPIMAT by taking the surveillance of FMD as an example. FMD is the disease most frequently suspected by REPIMAT. However, the reporting of cases is limited to clinical suspicion. The samples for the purpose

of laboratory diagnostic for confirmation of these suspicions are not made. In order to assess the sensitivity of REPIMAT for this disease, a serological survey was conducted in eight of the nine regional delegations with the highest cattle population of the country. The samples were analyzed by the National Reference Laboratory for FMD in Brescia (Italy) with the support of the European Commission action against FMD. The 3ABC and SP-ELISA tests were used for the detection of antibodies and the serotype of the virus. The number of FMD suspicions reported within the network was compared with the seroprevalence. Epidemiological information on the disease, including the circulating serotypes in Chad, was also provided.

A total of 796 cattle sera were collected. The seroprevalence rate at individual level was 35.6% (95% CI: 32.2 to 39.0) and that at the herd level was 61.9% (95% CI: 51.9 to 71.2). A strong correlation was observed between the estimated prevalence and number of clinical suspicions reported within REPIMAT. The disease is present in all livestock regional delegations surveyed with a high prevalence in the delegations located in the south, the wettest area, and where cross-border movements are the most important. Serotypes A, O, SAT1 and SAT2 were identified.

### **Development of operating performance indicators of Chad epidemiological surveillance network for animal diseases: REPIMAT**

The maintenance and effectiveness of a disease monitoring system requires regular evaluation to identify timely deficiencies that may occur. For this purpose, the performance indicators are essential tools. One approach for developing performance indicators as well as their application in the operation of 43 monitoring stations REPIMAT was carried out. An analysis of the objectives and operation mechanism of REPIMAT allowed retaining three main components, namely the field workers, the animation cell and the laboratory. The activities of each of these components were listed. The analysis of the outcomes of these activities resulted in the development of the performance indicators that can be used in the operation of REPIMAT. The application of these indicators has highlighted the weaknesses of each component.

## **Estimated cost of a network for animal diseases epidemiological surveillance in Central Africa: the case of Chad network**

In sub-Saharan Africa, most of the networks for epidemiological surveillance of animal diseases were temporarily financed by external aid. The sustainability of such decision support tools should have been insured by national public funds. The objective of this study was to estimate the costs involved in running an animal disease epidemiological surveillance network by taking the example of such network in Chad (REPIMAT) and its weight in the state budget. These costs were then compared to those of other epidemiological surveillance in West Africa networks.

The results of this study showed that the total annual operating and implementing cost of REPIMAT is estimated at € 666 349 (437 096 291 FCFA) for the entire system comprising 106 monitoring stations constituting the local level, 26 livestock sectors, nine regional livestock delegations representing the intermediate level and an animation cell constituting the central level. This cost represents only 3% (2% of fixed costs and 1% of variable costs) of the budget allocated by the Chadian Ministry of Livestock. Fixed costs (72%) weighed more than variable costs (28%) regardless of the levels of intervention. This estimate is similar to the estimated costs of epidemiological surveillance networks in Benin, Ghana, Mauritania and Senegal. Considering only the variable costs (operation), the annual cost of operating a surveillance station, the most important entity in the system was only 932 € or 611 352 FCFA. The surveillance cost is mainly related at the local level (surveillance stations) and intermediate level (livestock sectors and regional livestock delegations) to the cost involved in health surveillance as well as the equipment it requires.

This thesis allowed to analyze some parameters of effectiveness of a surveillance network for animal diseases including general organization, type of surveillance, sensitivity, cost and to develop a tool for continuous monitoring of operating a network. It is difficult to meet all the efficiency criteria of an animal disease surveillance network, however, the few parameters studied which are interrelated will help if they are used properly to improve the efficiency of an epidemiological surveillance system of animal diseases in sub-Saharan Africa.

## **Chapitre 2 -Introduction générale**

# Introduction générale

## 1. Contexte et justification

L'élevage représente une source de revenu importante dans la plupart des pays en développement et contribue à la sécurité alimentaire. En Afrique, il intervient souvent dans le produit intérieur brut à hauteur de 10 % à 20 % (Sidibé, 2003). Au Tchad par exemple, il constitue le deuxième produit d'exportation et la deuxième source de revenus en devises après le pétrole. En 2003, l'exportation de bovins à elle seule représente, en valeur, 134,7 milliards de FCFA (monnaie locale), soit 205 millions d'Euros. Cette somme avoisine les recettes du pétrole qui était de 135,7 milliards de FCFA soit 207 millions d'Euros (Nour, 2008). Cependant, ce secteur est sujet à plusieurs contraintes qui freinent son essor, parmi lesquelles les maladies animales. Ces dernières engendrent des pertes économiques parfois très importantes et ont des conséquences sociales souvent très lourdes pour les éleveurs (Tambi et al, 2006). Elles limitent également les échanges commerciaux entre les pays. La réduction de l'incidence de ces contraintes socio-économiques passe nécessairement par la prévention et la lutte contre les maladies animales. À cet effet, une bonne connaissance de la situation épidémiologique des maladies est un prérequis pour définir une stratégie de prévention et de contrôle adaptée. L'un des outils incontournables de la production des informations épidémiologiques et d'aide à la décision demeure la mise en place d'un système de surveillance épidémiologique des maladies animales. Par définition, la surveillance épidémiologique est une "méthode fondée sur des enregistrements en continu permettant de suivre l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte" (Toma et al, 1999).

Les principes généraux de la mise en place des systèmes de surveillance épidémiologique des maladies animales sont bien connus et codifiés notamment dans le code zoosanitaire international de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) ainsi que dans des guides pratiques de l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Cependant, la crédibilité et la reconnaissance internationale de ces outils dépend de leur efficacité et de la qualité des informations qu'ils produisent.



En Afrique, et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest et du Centre, c'est vers la fin des années 1990 que la plupart des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales ont été mis en place grâce au programme panafricain de contrôle des épizooties (PACE). Une évaluation réalisée par ce programme a permis de montrer que ces réseaux sont à des stades différentes d'organisation et plusieurs insuffisances d'efficacité ont été relevées (Squarzoni, 2005). Dans le but d'apporter une contribution à l'amélioration du fonctionnement des réseaux de surveillance en Afrique et en assurer la pérennité, le présent travail de thèse vise à choisir, développer et analyser quelques indicateurs pertinents d'efficacité, notamment l'organisation générale, les modalités de surveillance employées, la sensibilité, de définir un outil d'évaluation en continu de ces réseaux et les coûts qu'engendrent ces réseaux de surveillance épidémiologique.

Pour atteindre l'objectif général de cette thèse, cinq études ont été réalisées. La première a consisté à une enquête sur l'organisation générale des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales en Afrique de l'Ouest et du Centre afin d'en dégager les similarités et les divergences, les points forts et les points faibles et de proposer des améliorations. En effet, peu d'informations bibliographiques sont disponibles sur ces réseaux et il était donc incontournable de produire des données nécessaires à cette analyse.

La deuxième étude a été consacrée à une comparaison entre la surveillance active et la surveillance passive qui sont les deux principales modalités de surveillance employées par les réseaux en Afrique de l'Ouest et du Centre. Très peu d'études ont été réalisées quant à l'efficacité de ces modalités de surveillance. Un réseau doit être constamment opérationnel et son fonctionnement fondé sur des méthodes de surveillance techniquement efficaces et économiquement justifiables. Cette étude s'est donc attachée à apprécier l'efficacité et la pertinence de l'utilisation de ces deux modalités de surveillance dans le cadre d'un réseau d'épidémiosurveillance africain, le REPIMAT. La troisième étude avait pour objectif de tester une approche d'appréciation de la sensibilité d'un réseau de surveillance des maladies animales en mettant en adéquation la séroprévalence de la maladie surveillée et les suspicions enregistrées par le réseau en prenant l'exemple de la fièvre aphteuse au Tchad. En effet, la détection précoce des maladies animales étant au cœur des objectifs de la surveillance, la sensibilité d'un réseau est un point clé de son efficacité. La quatrième étude avait pour but de présenter une première démarche d'élaboration d'un outil d'évaluation interne de fonctionnement d'un réseau de surveillance des maladies animales par le biais d'indicateurs de performance. Enfin la cinquième étude visait à estimer les coûts engendrés

par un réseau de surveillance des maladies animales pour un pays en prenant l'exemple du REPIMAT.

La présentation de cette thèse s'articule autour de dix chapitres : le **premier chapitre** présente le résumé de la thèse en français suivi d'une version anglaise. Le **deuxième chapitre** concerne l'introduction qui est subdivisée en trois parties. La première partie présente le contexte et la justification de cette thèse ainsi que la finalité et les hypothèses de travail. La deuxième partie présente des généralités sur les réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales et la troisième concerne des généralités sur l'évaluation du fonctionnement des réseaux de surveillance épidémiologique, notamment par l'utilisation des indicateurs de performance. Le **troisième chapitre** présente l'objectif général et les objectifs spécifiques de cette thèse. Les **chapitres quatre à huit** traitent des cinq études réalisées dans le cadre de cette thèse, chacune ayant été traduite en une publication scientifique. Le **neuvième chapitre** est consacré à une discussion générale, aux conclusions et aux perspectives des études effectuées dans ce travail ainsi qu'aux recommandations. Le **chapitre dix** consiste en la présentation de la bibliographie générale.

## **2. Généralités sur les réseaux de surveillance épidémiologique**

### **2.1. Définitions**

Plusieurs définitions de la surveillance épidémiologique coexistent. En santé animale, la surveillance épidémiologique également appelée épidémiosurveillance est définie comme "une méthode fondée sur des enregistrements en continu permettant de suivre l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte" (Toma et al, 1999).

En santé humaine, l'OMS définit la surveillance épidémiologique comme le "processus de recueil, collation et analyse systématiques de données et leur prompt diffusion aux personnes qui en ont besoin pour une action pertinente". En outre pour les *Centers for Diseases Prevention and Control* (CDC), la surveillance est "la collecte systématique et continue, l'analyse et l'interprétation de données sanitaires essentielles à la planification, la mise en

place et l'évaluation d'actions de santé publique" (*Centers for disease prevention and Control*, 1988).

Il ressort de ces définitions une unicité de la démarche qui est la collecte des données en continu sur un problème de santé dans une population déterminée avec pour finalité la production des informations nécessaires pour mettre en place les actions pour y remédier. En résumé, on peut définir la surveillance épidémiologique comme la production d'informations épidémiologiques en continu sur un problème de santé pour identifier des actions adaptées permettant d'y remédier.

La réalisation de l'épidémiosurveillance nécessite un groupe de personnes et de structures, on parle alors de réseau d'épidémiosurveillance ou réseau de surveillance épidémiologique ou encore de système de surveillance épidémiologique.

## **2.2. Objectifs**

Les objectifs assignés aux réseaux de surveillance épidémiologique sont nombreux. En santé animale on retiendra notamment les objectifs suivants : i) détecter l'apparition d'une maladie exotique ou nouvelle dans une région donnée, en vue d'entreprendre une lutte précoce (on parle plus communément d'épidémiovigilance dans ce cas); ii) permettre l'établissement d'une hiérarchie de l'importance de diverses maladies sévissant sur une même population; iii) déterminer l'importance réelle d'une maladie (ex. incidence, prévalence, pertes économiques, répartition géographique) et iv) évaluer les résultats d'un plan de lutte.

## **2.3. Organisation fonctionnelle d'un réseau de surveillance épidémiologique**

Techniquement, le fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique repose généralement sur quatre étapes essentielles qui sont **la collecte des données** par le niveau périphérique, la **transmission des données** par le niveau intermédiaire, **l'analyse et le traitement des données** et la **diffusion de l'information** par le niveau central. Le fonctionnement d'un système de surveillance épidémiologique est parfois comparé à celui du système nerveux avec ses mécanismes de flux et d'analyse de l'information se traduisant par une réaction adaptée à la situation (Thacker, 1996).

La collecte des données consiste à recueillir les données utiles pour atteindre les objectifs fixés par le réseau de surveillance épidémiologique. C'est une étape très importante mais l'information utile est également difficile à générer. Elle nécessite une démarche standardisée pour que les informations soient comparables. Pour ce faire, les objectifs de la surveillance, la définition du cas, l'échantillonnage, les sources et la nature des données à collecter, les méthodes de collecte des données et leur analyse ainsi que le travail des collecteurs de données doivent être précisément définis. Les personnes, généralement de différents niveaux, chargées de collecter les données doivent nécessairement être formées et suivre des séances de recyclage organisées par le réseau.

Les données collectées sur le terrain sont transmises au niveau central qui se charge de leur traitement et analyse. Comme pour la collecte de données, il est impératif que la fréquence de transmission, les supports utilisés et les voies d'acheminement de données au centre de traitement soient également précisés. Les données sont généralement saisies dans une base de données informatique pour leur traitement. L'analyse et l'interprétation des données doit être suffisamment simple pour avoir les résultats de la surveillance dans un temps raisonnable et fournir l'information sanitaire utile.

Les données traitées doivent être diffusées à toutes les personnes impliquées dans le réseau (diffusion interne) ainsi qu'à des personnes extérieures au réseau et intéressées par les informations produites (diffusion externe). Plusieurs moyens peuvent être utilisés pour diffuser les informations (notes, rapports, courriers ordinaires, courriers électroniques, messages radio, bulletins d'information, etc.). La diffusion des résultats est un point sensible dans le fonctionnement d'un réseau d'épidémiosurveillance. Plus la diffusion des résultats aux intéressés est assurée régulièrement et rapidement, plus les personnes concernées sont motivées pour participer aux activités du réseau.

La mise en œuvre de ces activités nécessite la collaboration des différentes personnes et institutions impliquées dans la surveillance. La formalisation de cette collaboration est essentielle pour le bon fonctionnement du réseau. Dans la plupart des réseaux mis en place, cette collaboration passe à travers un **comité de pilotage**, un **comité technique**, une **cellule d'animation** et les **acteurs de terrain**.

Le comité de pilotage est un organe de décision. Il a pour mission de donner les grandes orientations du réseau et de statuer sur tous les problèmes d'ordre politique ou décisionnels qui dépassent les techniciens. Il est généralement composé de hauts responsables des institutions impliquées dans le réseau ainsi que des autres partenaires (éleveurs, bailleurs de fonds, organisations privées, etc.).

Compte tenu de la diversité des thèmes et problèmes techniques que peut susciter un réseau d'épidémiologie, il est indiqué de disposer d'un comité technique composé de personnes de différentes disciplines. Ce comité a pour mission principale de discuter les aspects techniques du réseau (protocole de surveillance, résultats d'une enquête, organisation fonctionnelle du réseau, etc.).

La fonction d'animation du réseau est capitale pour la qualité et la pérennité du réseau (Dufour, 1997). La cellule d'animation, encore appelé unité centrale, est la cheville ouvrière du réseau. Elle coordonne et assure le fonctionnement du réseau dans son ensemble. Un réseau mal coordonné et mal animé a peu de chances de bien fonctionner.

Les acteurs de terrain qui sont les détenteurs des données épidémiologiques ont pour rôles principaux l'alerte, la collecte des données et leur transmission à l'unité centrale.

#### **2.4. Différences entre la surveillance épidémiologique, une enquête longitudinale, la prophylaxie et la recherche épidémiologique**

Il est important de distinguer la surveillance épidémiologique de l'enquête longitudinale, de la prophylaxie et des réseaux de recherche épidémiologique.

A la différence des **enquêtes longitudinales** qui sont limitées dans le temps, la surveillance épidémiologique est une activité continue et pérenne. Par ailleurs, les enquêtes longitudinales sont du domaine de l'épidémiologie descriptive ou analytique alors que la surveillance épidémiologique fait strictement partie de l'épidémiologie descriptive.

La **prophylaxie** et la surveillance épidémiologique se différencient par leur finalité et leur modalité de mise en œuvre. La prophylaxie est l'ensemble des mesures médicales et hygiéniques visant à prévenir l'apparition d'une maladie, à en limiter le développement et à

en assurer la disparition alors que la surveillance épidémiologique consiste à collecter des données en vue de produire des informations utilisables pour définir des stratégies de lutte. Par contre, pour assurer une bonne prophylaxie, il est nécessaire de disposer des informations épidémiologiques produites par la surveillance épidémiologique.

Les réseaux de **recherche épidémiologique** sont des activités ponctuelles donc limitées dans le temps. Ils relèvent le plus souvent du domaine de l'épidémiologie analytique et utilisent peu d'acteurs par rapport à la surveillance épidémiologique.

## 2.5. Classification des réseaux

Un réseau de surveillance épidémiologique peut être classé suivant le champ de la surveillance, le type de surveillance, la situation épidémiologique, la population surveillée, le mode de collecte des données et la dépendance vis-à-vis d'une action de lutte.

Suivant les objectifs, on parle de réseaux d'**épidémiosurveillance** s'il s'agit de la surveillance des maladies existantes ou de réseaux d'**épidémiovigilance** quant il s'agit de la surveillance des maladies nouvelles ou exotiques.

Un réseau de surveillance épidémiologique est qualifié de **local** si son champ d'action se limite au niveau d'une partie d'un pays, il est **national** s'il couvre un pays. Un réseau peut être aussi **régional** s'il regroupe plusieurs pays d'une sous-région à l'exemple du PACE ou **international** s'il regroupe plusieurs pays du monde à l'exemple le système d'information de l'OIE. Un réseau est dit **ciblé** si la surveillance est limitée à une seule maladie et **global** si elle est consacrée à plusieurs maladies.

Selon le mode de collecte de données, le réseau peut être actif ou passif. Le réseau est dit **actif** quand l'animateur du réseau interroge de manière régulière les acteurs de terrain qui créent ou récupèrent les données. Il est dit **passif** si les données remontent spontanément du terrain sans requêtes régulières de l'animateur (Dufour et al, 2007 ; François et al, 1992).

Les réseaux d'épidémiosurveillance sont qualifiés d'**intégrés** s'ils sont liés à une action préexistante de prophylaxie ou de diagnostic. L'information épidémiologique produite peut être alors considérée comme un « sous-produit » de la prophylaxie. Ils sont dit **autonomes** s'ils fonctionnent indépendamment de toute autre action.

## **2.6. Caractéristiques d'un réseau de surveillance épidémiologique efficace des maladies animales**

Un réseau d'épidémiosurveillance est un outil d'aide à la décision, par conséquent, sa qualité et son efficacité sont des critères majeurs à prendre en compte pour sa crédibilité et sa reconnaissance internationale. L'efficacité d'un réseau peut être jugée par la qualité de son organisation technique et institutionnelle, sa représentativité, sa sensibilité, sa spécificité, sa valeur prédictive, sa simplicité, son acceptabilité, sa réactivité et son coût.

Un réseau d'épidémiosurveillance est **représentatif** s'il décrit correctement la survenue d'un phénomène de santé au cours du temps ainsi que sa distribution dans la population en termes de localisation et de caractéristiques individuelles. De la représentativité du réseau dépend la validité des informations qu'il produit. Il est important que tous les groupes ou sous-groupes concernés par la surveillance soient représentés. Généralement, les techniques de tirage au sort sont les plus utilisées pour éviter tous les biais de représentativité et garantir l'extrapolation des résultats à la population étudiée.

La **sensibilité** d'un réseau est sa capacité à détecter le maximum de cas de la maladie surveillée. Numériquement, elle se calcule comme le rapport du nombre d'événements confirmés détectés par le système de surveillance (vrais positifs) sur le nombre total d'événements qui sont effectivement survenus au cours de la période de surveillance dans une population donnée. Elle dépend d'une part de la capacité des acteurs de terrain à identifier et investiguer tous les cas suspects de la maladie et d'autre part de la capacité diagnostique du réseau. Sur ce dernier point, le réseau doit être capable de différencier, au sein des cas déclarés, les vrais positifs des faux positifs. D'autre part, pour déduire les faux négatifs, il faut disposer d'autres sources d'informations que celles du réseau, ce qui est souvent difficile.

La **spécificité** d'un réseau est sa capacité à ne détecter que les individus concernés par la surveillance. Numériquement, la spécificité se calcule comme le rapport du nombre de sujets sains considérés par le système comme n'ayant pas la maladie sous surveillance (vrais négatifs) sur l'ensemble des individus ne l'ayant effectivement pas. Elle dépend d'une part de la capacité des acteurs de terrain à n'inclure que des cas réels dans les investigations de suspicions et d'autre part des capacités diagnostiques du réseau.

Les caractères de sensibilité et de spécificité du réseau liés aux détections cliniques réalisées par les acteurs de terrain vont dépendre très étroitement de la définition du cas qui aura été retenue. Une définition du cas très sensible (peu de critères cliniques d'inclusion) conduira à détecter une très forte proportion des cas réels, mais diminuera la spécificité du réseau clinique. *A contrario*, une définition du cas plus restrictive, (plus grand nombre de critères cliniques d'inclusion) fera inévitablement baisser la sensibilité au profit de la spécificité. Ce choix doit être opéré en fonction des caractéristiques des maladies surveillées (principalement économiques et de santé publique).

La **simplicité** d'un réseau se définit par sa structure de fonctionnement. Un réseau est simple si sa structure de fonctionnement est légère avec une meilleure et simple standardisation des procédures de collecte et de transmission des données. Un réseau complexe a peu de chance d'être pérenne. La simplicité d'un réseau peut être appréciée à l'examen de son schéma de fonctionnement.

L'**acceptabilité** est un facteur très important à prendre en compte dans la création d'un réseau. Le taux de participation, la qualité des rapports ainsi que le temps mis à les remplir et à les expédier sont autant d'indicateurs de l'acceptabilité d'un système de surveillance par ceux qui y participent. Le type et la qualité des données à collecter influencent grandement le degré d'acceptabilité. Ceci peut être apprécié par le taux de non-réponses à certaines questions. La manière dont les informateurs réagissent à toute proposition de modification du fonctionnement d'un système de surveillance est également très évocatrice de son acceptabilité.

La **réactivité** d'un réseau se définit comme le délai nécessaire à la transmission de l'information d'un échelon à un autre du système de surveillance. On peut ainsi mesurer le temps écoulé entre la survenue de cas et leur déclaration à l'unité centrale du réseau, le temps entre la transmission des données du terrain au laboratoire pour le diagnostic, le temps de retour du résultat à l'unité centrale et le temps de diffusion de l'information aux intéressés du terrain et aux décideurs. La notion de réactivité s'apprécie bien sûr différemment selon que l'on évalue un système d'épidémiosurveillance ou d'épidémiovigilance. On doit ainsi disposer dans la base de données des éléments qui permettront de calculer les indicateurs liés à la mesure de la réactivité.



Le fonctionnement d'un dispositif de surveillance engendre des **coûts** directs et indirects. Des études coûts-bénéfices ont montré l'importance et l'utilité de disposer des réseaux de surveillance épidémiologique (Cheikh, 2005 ; Laval, 2003 ; Tambi et al, 2004). Compte tenu de son caractère pérenne, le financement d'un réseau de surveillance épidémiologique doit être continu. La mise en balance des coûts engendrés par le dispositif de surveillance par rapport aux résultats attendus permet d'apprécier également son efficacité.

### **3. Les indicateurs de performance du fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique**

L'objectif de l'évaluation d'un réseau de surveillance des maladies animales est de relever les déficiences du système et de proposer les améliorations nécessaires. Les évaluations peuvent être externes ou internes. Souvent, les réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales font l'objet d'évaluations externes qui, elles, sont ponctuelles. Plusieurs méthodes existent à cet effet, notamment la méthode HACCP pour l'identification des points critiques pour leur maîtrise (Dufour, 1997) et l'outil dit «PVS» de l'OIE pour l'évaluation des performances des Services vétérinaires (OIE, 2008). L'OMS et les CDC ont également élaboré des lignes directrices pour l'évaluation de la surveillance épidémiologique (World Health Organisation, 2004 ; Centers for disease prevention and Control, 2004). Cependant, un système de surveillance est un dispositif pérenne, il est indispensable que des évaluations régulières soient menées en vue de déceler à temps toute insuffisance et de proposer des solutions adaptées. A cet effet, les indicateurs de performances semblent être des outils indispensables.

#### **3.1. Définition**

Les indicateurs de performance d'un réseau d'épidémiosurveillance sont des outils de mesure quantitative et qualitative du niveau de réalisation des activités d'un réseau d'épidémiosurveillance.

#### **3.2. Rôle des indicateurs de performance d'un réseau d'épidémiosurveillance**

Les indicateurs de performance ont pour rôle essentiel d'aider le(s) animateur(s) d'un réseau à déceler à tout moment les points faibles du fonctionnement d'un réseau afin de proposer les améliorations qui s'imposent. Par leur caractère continu, ils permettent d'avoir une vision

longitudinale du fonctionnement du réseau d'épidémiosurveillance, ce qui peut ensuite être un élément d'appréciation utile pour l'évaluation ponctuelle.

Les indicateurs de performance sont nécessaires aussi bien pour les animateurs des réseaux que pour les personnes extérieures au réseau pour apprécier de manière objective et fiable les informations produites.

### **3.3. Caractéristiques des indicateurs de performance**

Comme tous les outils de gestion, les indicateurs de performance sont définis en relation avec les objectifs et les mécanismes spécifiques de fonctionnement du système. Il apparaît ainsi difficile de disposer d'indicateurs de performance communs à tous les réseaux d'épidémiosurveillance. Les indicateurs ne peuvent être mesurés que si les objectifs et les résultats attendus de la surveillance sont parfaitement définis.

Leur calcul nécessite de bien connaître les objectifs du réseau, les résultats attendus, de disposer d'informations spécifiques et une procédure de récolte des données. Ils sont délimités dans le temps et ont un dénominateur fondé sur une base statistique. De manière générale, les indicateurs de performance doivent inclure un facteur temps au numérateur et au dénominateur. Ils sont souvent interdépendants.

### **3.4. Différents niveaux d'indicateurs**

Il existe trois niveaux d'indicateurs : les indicateurs de performance proprement dits, les indicateurs de diagnostic et la liste de contrôle des indicateurs.

#### **3.4.1. Les indicateurs de performance**

Les indicateurs de performance sont des paramètres chiffrés. Ils permettent non seulement d'évaluer la qualité et les avantages du système de surveillance mais également les taux de rentabilité (FAO/AIEA, 2000). Ils sont destinés à montrer que le système de surveillance mis en place fonctionne bien ou non. Selon les activités, on peut se fixer un seuil des résultats attendus. Ce seuil dépend de l'importance de l'activité.

#### **3.4.2. Les indicateurs de diagnostic**

Les indicateurs de diagnostic permettent d'analyser plus finement les résultats des indicateurs de performance. Ils permettent par exemple d'identifier à quel endroit des déficiences sont apparues dans le cas où un indicateur de performance n'aurait pas atteint sa valeur attendue.

Ces indicateurs ne sont donc généralement pas calculés en routine mais uniquement mobilisés pour diagnostiquer l'origine d'un problème.

### **3.4.3. Les listes de contrôle**

Le troisième niveau d'indicateurs appelé listes de contrôle, est destiné à évaluer la disponibilité de toutes les ressources nécessaires (personnel, formation, matériels, communication, etc.) en vue d'assurer une surveillance optimale pour un indicateur de diagnostic donné. Ils sont utilisés en cas de déficience d'un indicateur de performance et d'un indicateur de diagnostic.

## **Chapitre 3 - Objectifs du travail**

# Objectifs du travail

## 1. Objectif général

L'élevage constitue une source de revenu importante dans l'économie des pays africains et contribue à la sécurité alimentaire. Les maladies animales constituent l'une des premières contraintes au développement de ce secteur. La réduction de l'incidence de ces contraintes socio-économiques passe par la lutte efficace contre les maladies animales. Les réseaux de surveillance épidémiologiques de surveillance des maladies animales constituent à cet effet un des outils indispensables. En Afrique, c'est dans les années 1990 que la plupart des réseaux de surveillance épidémiologique se sont mis en place grâce au Programmes Panafricains de Contrôle des Epizooties (PACE). Des évaluations réalisées par ce programme ont montré que ces réseaux sont à des stades différents et des insuffisances d'efficacité sont relevées. Avec la mondialisation, la crédibilité de ces outils devient un critère majeur dans l'analyse de risque dans le cadre des échanges commerciaux. Un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales doit répondre à des normes scientifiques et être efficace. L'objectif général de cette thèse est donc de **contribuer à l'amélioration des réseaux de surveillance épidémiologique des pays d'Afrique subsaharienne en général et d'Afrique de l'Ouest et du Centre en particulier en identifiant, développant et analysant quelques indicateurs pertinents d'efficacité d'un système de surveillance épidémiologique et proposer des axes d'amélioration.**

## 2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre l'objectif général, les étapes d'analyse suivantes ont été mises en œuvre :

- **Objectif spécifique 1 : Analyser l'organisation technique et fonctionnelle des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique de l'Ouest et du Centre.** En effet, peu d'informations sont disponibles sur les réseaux en Afrique de l'Ouest et du Centre. L'objectif était de dégager les similitudes et les divergences entre ces différents réseaux, les points forts et les points faibles et de proposer des axes d'amélioration.
- **Objectif spécifique 2 : Comparer l'efficacité de la surveillance active par rapport à la surveillance passive.** Un réseau efficace doit être constamment opérationnel et son

fonctionnent fondé sur les méthodes de surveillance techniquement efficaces et économiquement justifiables. Cette étude comparative visait à permettre d'opérer un choix sur la modalité la plus techniquement et économiquement efficace dans le contexte africain.

- **Objectif spécifique 3 : Evaluer la sensibilité d'un réseau d'épidémiosurveillance à partir de la séroprévalence d'une maladie surveillée.** La sensibilité est un des premiers critères d'efficacité d'un réseau de surveillance des maladies animales. Plusieurs méthodes existent pour l'évaluer mais elles ne sont souvent pas faciles à mettre en œuvre en raison du manque de données nécessaires à son calcul ou son estimation. Cette étude visait à présenter une approche d'estimation de la sensibilité adaptée à un contexte africain.
- **Objectif spécifique 4 : Elaborer des indicateurs de performance.** L'efficacité d'un réseau de surveillance des maladies animales ne peut être appréciée qu'à travers des évaluations. Il est possible de recourir à des évaluations externes mais celles-ci sont généralement ponctuelles et lourdes à mettre en œuvre. Seule une évaluation interne et continue du système permet de relever à tout moment les déficiences qui peuvent surgir au cours du fonctionnement du dispositif et d'apporter des corrections qui s'imposent afin d'éviter toute dérive. A cet effet, les indicateurs de performances semblent être des outils les mieux indiqués. Cette étude visait à mettre en place un système d'indicateurs de performance pour piloter l'efficacité du fonctionnement de la surveillance et en permettre l'amélioration.
- **Objectif spécifique 5 : Estimer les coûts engendrés par un réseau d'épidémiosurveillance en Afrique de l'Ouest et du Centre.** L'utilité et l'efficacité d'un système de surveillance épidémiologique des maladies animales n'est appréciable que si son coût est supportable et le rapport coût-bénéfice (coût/efficacité) est favorable. La pérennité du réseau dépend du calcul de ce rapport. Cette étude visait à proposer une méthode d'estimation du coût de la surveillance destinée à permettre un suivi de la charge financière d'un réseau.

**Chapitre 4 : Les réseaux d'épidémiosurveillance des  
maladies animales en Afrique de l'Ouest et du  
Centre**

## **Préambule**

La surveillance des maladies animales est devenue une nécessité voire une obligation pour les pays membres de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE). En Afrique, c'est vers la fin des années 1990 que se sont créés la majorité des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales grâce au Programme Panafricain de Contrôles des Epizooties (PACE). Peu d'informations sont disponibles quant à l'organisation et au fonctionnement de ces réseaux.

Les principes généraux de mise en place et de l'organisation des réseaux de surveillance épidémiologique existent. La finalité d'un réseau est de produire des informations fiables pouvant servir à des actions de prévention ou de lutte appropriées. Cette étude vise, à travers une enquête menée dans neuf pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre, à décrire l'organisation technique et institutionnelle des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales, à dégager leurs divergences ou similitudes, leurs forces et faiblesses.



## **Les réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre**

M. Ouagal <sup>(1)</sup>, P. Hendrikx <sup>(2)</sup>, D. Berkvens <sup>(3)</sup>, A. Ncharé <sup>(4)</sup>, B. Cissé <sup>(5)</sup>, P.Y. Akpeli <sup>(6)</sup>, K. Sory <sup>(7)</sup> & C. Saegerman <sup>(8)</sup>

(1) Ministère de l'Élevage, Direction des Services vétérinaires, Service d'Épidémiologie, B.P. 750, N'Djaména, Tchad

(2) Service de coopération et d'action culturelle (SCAC), Ambassade de France, Épidémiosurveillance, développement rural et environnement, B.P. 780, Saint-Domingue, République Dominicaine

(3) Institut de médecine tropicale Prince Léopold, Département de santé animale, Unité d'épidémiologie et de statistiques appliquées, Nationalestraat 155, B-2000 Anvers, Belgique

(4) Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries animales, Direction des Services vétérinaires, B.P. 2228, Yaoundé, Cameroun

(5) Ministère de la Production animale et des Ressources halieutiques, Laboratoire central vétérinaire, B.P. 206, Bingerville, Côte d'Ivoire

(6) Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, Direction de l'élevage et de la pêche, B.P. 4041, Lomé, Togo

(7) Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, Direction nationale de l'élevage, B.P. 559, Conakry, Guinée

(8) Université de Liège, Faculté de médecine vétérinaire, Département des maladies infectieuses et parasitaires, Unité de Recherche en épidémiologie et analyse de risques appliquées aux sciences vétérinaires, Boulevard de Colonster 20, B42 Sart-Tilman, B-4000 Liège, Belgique

## Résumé

L'un des objectifs du Programme panafricain de contrôle des épizooties (PACE) était la mise en place de réseaux d'épidémiosurveillance dans les pays d'Afrique. Une enquête, à base d'un questionnaire écrit, visant à faire un état des lieux sur l'organisation technique et institutionnelle de ces réseaux a été réalisée dans neuf pays francophones, dont cinq en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Togo, Guinée) et quatre en Afrique centrale (Cameroun, République centrafricaine, République démocratique du Congo et Tchad). Les résultats de cette enquête ont montré qu'il existe plus de similitudes que de divergences entre ces réseaux. D'une manière générale, ils étaient techniquement et institutionnellement bien formalisés. Néanmoins, l'insuffisante capacité de diagnostic des laboratoires ainsi que l'insuffisante opérationnalité des comités de pilotage constituent deux points faibles de la majorité des réseaux. La surveillance épidémiologique devrait être une activité régalienne des Services vétérinaires et elle est déterminante pour assurer la détection rapide d'une modification du statut sanitaire d'une population animale ; cependant, la pérennité des réseaux n'est généralement pas garantie en fin de financement extérieur car, souvent, leur prise en charge n'est pas assurée convenablement par les États.

## 1. Introduction

Il est essentiel de disposer d'un réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales et d'un système de déclaration des maladies animales prioritaires dans les pays où l'élevage occupe une place prépondérante dans l'économie (Sidibé, 2003). En Afrique, depuis 1999, grâce au Programme panafricain de contrôle des épizooties (PACE) dont l'un des objectifs principaux était la mise en place de réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales, l'on a assisté à l'émergence et au renforcement de ceux-ci. Le PACE a été mis en œuvre dans 30 pays d'Afrique de l'Ouest, du Centre et de l'Est (Organisation mondiale de la santé animale, 2006).

Un réseau d'épidémiosurveillance est un outil de prévention et d'aide à la décision (Toma *et al.*, 2001) ; par conséquent, il doit produire des informations pertinentes, de qualité et de quantité suffisantes et en temps réel. À ce jour, les principes généraux de la mise en place des réseaux d'épidémiosurveillance sont bien connus et codifiés dans le Code sanitaire pour les

animaux terrestres de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) (Organisation mondiale de la santé animale, 2007) ainsi que dans des guides pratiques de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (par exemple, Paskin, 1999). La qualité d'un réseau d'épidémiosurveillance dépend de son organisation technique et institutionnelle (Dufour *et al.*, 2006, Sidibé, 2003). Une précédente évaluation semi-quantitative menée dans 13 pays d'Afrique de l'Ouest a permis de montrer que l'état de mise en œuvre des réseaux d'épidémiosurveillance dans ces pays n'était pas homogène (Squarzoni *et al.*, 2005). L'objectif de cet article est de dresser un état des lieux de l'organisation technique et institutionnelle de quelques réseaux existants en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre afin d'en dégager les similitudes, les divergences, les points forts, les points faibles et de proposer des axes d'amélioration.

## **2. Matériel et méthodes**

Pour atteindre l'objectif de cette étude, une enquête à base d'un questionnaire écrit a été réalisée en 2006. Ce questionnaire prend en compte toutes les étapes techniques et organisationnelles nécessaires à la mise en œuvre d'un réseau d'épidémiosurveillance. Il a été envoyé par courrier électronique aux animateurs de réseaux d'épidémiosurveillance de 13 pays d'Afrique francophone dont neuf en Afrique de l'Ouest et quatre en Afrique Centrale. Les pays concernés étaient le Cameroun, la République centrafricaine (RCA), la République démocratique du Congo (RDC) et le Tchad pour l'Afrique du Centre ; le Sénégal, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Togo, la Guinée (Conakry), le Niger, le Mali, la Mauritanie et le Bénin pour l'Afrique de l'Ouest. Les réponses et certaines informations complémentaires ou manquantes ont été obtenues de la même manière ainsi qu'à travers des entretiens téléphoniques personnalisés. Des rapports de missions d'évaluation et d'audit réalisées dans ces pays, dans le cadre du PACE, ainsi que des revues bibliographiques ont également été consultés.

### 3. Résultats

Au total 9 pays sur 13 ont répondu au questionnaire. Le Bénin, le Mali, la Mauritanie et le Niger n'ont pas répondu au questionnaire d'enquête.

#### Organisation institutionnelle

Le réseau d'épidémiosurveillance le plus anciennement créé est celui du Tchad (Hendrikx *et al.*, 1997) ; viennent ensuite, ceux de la Guinée, du Sénégal, de la RCA et du Burkina Faso. Ces réseaux ont été créés avant le démarrage du PACE. Presque tous les réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés sont sous la tutelle de la Direction des Services vétérinaires (DSV) à part celui de la Guinée qui dépend du Laboratoire central vétérinaire de diagnostic (Tableau I).

**Tableau I : année de création et pouvoir de tutelle des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

Réseau d'épidémiosurveillance	Date de création	Tutelle
Burkina Faso	1999	DSV
Cameroun	2004	DSV
Côte d'Ivoire	2000	DSV
Guinée	1996	LCVD
République centrafricaine	1999	DSV
République démocratique du Congo	2003	DSV
Sénégal	1997	DSV
Tchad	1995	DSV
Togo	2003	DSV

DSV : Direction des Services vétérinaires LCVD : Laboratoire central vétérinaire de diagnostic

La majorité des réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés ont été mis en place sur une base de financement de projets et plus particulièrement dans le cadre du PACE (Tableau II). Dans tous les réseaux enquêtés, les acteurs de terrain impliqués sont rémunérés pour leurs activités de surveillance épidémiologique en plus de leur salaire normal. On distingue deux types de rémunération des acteurs du réseau d'épidémiosurveillance : des indemnités à l'acte (c'est le cas en RCA, au Tchad et au Togo) et des indemnités forfaitaires dans les autres pays (Tableau II).

**Tableau II : Source de financement et type de rémunération des acteurs des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

Réseau d'épidémiosurveillance	Source de financement	Type de rémunération des acteurs
Burkina Faso	PACE	Forfait
Cameroun	PACE	Forfait
Côte d'Ivoire	PACE	Forfait
Guinée	PARC	Forfait
République centrafricaine	PARC	Acte
République démocratique du Congo	PACE	Forfait
Sénégal	–	Forfait
Tchad	PMDR	Acte
Togo	PACE	Acte

PACE : Programme panafricain de contrôle des épizooties financé par l'Union européenne et coordonné par le Bureau interafricain des ressources animales de l'Union africaine (UA-IBAR)

PARC : Campagne panafricaine de lutte contre la peste bovine (Pan African Rinderpest Campaign)

PMDR : Projet multisectoriel de développement rural (financé par le Fonds d'aide de coopération française)

Dans l'organisation institutionnelle des réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés, on note principalement l'existence de cinq grandes structures, à savoir le comité de pilotage, le comité

technique, les unités régionales, l'unité centrale et l'équipe mobile (Tableau III). On rencontre au Togo une "cellule d'exécution permanente" qui est l'équivalent d'une unité centrale.

Des réunions du comité de pilotage, du comité technique et de la cellule d'animation sont prévues dans tous les réseaux d'épidémiologie. Notons cependant que dans tous les réseaux d'épidémiologie, le comité de pilotage ne se réunit que rarement.

**Tableau III : principales structures des réseaux d'épidémiologie en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

Réseau d'épidémiologie	Éléments structurels				
	Comité de pilotage	Comité technique	Unité centrale	Unité régionale	Équipe mobile
Burkina Faso	+	+	+	+	+
Cameroun	+	+	+	+	+
Côte d'Ivoire	+	+	+	+	+
Guinée	+	+	+	+	+
République centrafricaine	+	+	+	+	+
République démocratique du Congo	+	+	+	-	+
Sénégal	+	+	+	-	+
Tchad	+	+	+	+	-
Togo	+	+	(+)	+	-

+ : Élément existant - : Élément inexistant (+) : Cellule d'exécution permanente (assimilée à une unité centrale)

## **Organisation technique**

### **Les objectifs**

Les objectifs poursuivis par les réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés sont très variés (Tableau IV). Cependant, une analyse plus fine montre qu'ils peuvent être résumés en deux objectifs essentiels de l'épidémiosurveillance qui sont :

- la détection des maladies nouvelles ou exotiques (épidémiologie), et
- la connaissance de l'importance en termes de prévalence, d'incidence et de répartition géographique et temporelle des maladies existantes (épidémiosurveillance).

**Tableau IV : Objectifs des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

<b>Pays enquêtés</b>	<b>Objectifs du réseau</b>
Burkina Faso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détecter précocement et réagir rapidement en cas d'apparition, de réapparition ou d'introduction d'une nouvelle maladie dans le pays</li> <li>- Mener des enquêtes pour déterminer la prévalence et l'incidence des maladies jugées prioritaires</li> <li>- Fournir des informations nécessaires à la déclaration des maladies animales en respect des règles internationales</li> <li>- Fournir des informations pour la prise de mesures appropriées</li> </ul>
Cameroun	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance active de la peste bovine</li> <li>- Surveillance épidémiologique des autres maladies prioritaires</li> </ul>
Côte d'Ivoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détection rapide et maîtrise des foyers des épizooties sur toute l'étendue du territoire national</li> <li>- Détecter toute introduction de maladie nouvelle</li> <li>- Déterminer l'importance réelle des maladies mises sous surveillance</li> <li>- Mettre à la disposition des décideurs des informations épidémiologiques (aide à la décision)</li> </ul>
Guinée République centrafricaine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance permanente des maladies d'intérêt zoonitaire et économique pour une détection précoce en vue d'une réaction rapide</li> <li>- Détecter le plus rapidement possible toute suspicion de peste bovine sur le territoire national afin d'agir le plus rapidement possible et éviter toute propagation de la maladie dans le pays</li> <li>- Détecter le plus rapidement possible toute suspicion de péripneumonie contagieuse bovine (PPCB) sur le territoire national</li> <li>- Connaître la situation sanitaire d'autres pathologies majeures dans les postes d'observation et en particulier les maladies pestiformes devant être différenciées des cas de peste bovine</li> </ul>
République démocratique du Congo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enquête épidémiologique</li> <li>- Surveillance des maladies prioritaires</li> <li>- Déclenchement des alertes</li> <li>- Mise à disposition des données utiles pour les plans de lutte contre les maladies surveillées</li> </ul>
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La détection de toute résurgence et /ou réintroduction de maladie éradiquée au Sénégal et sa mise sous surveillance</li> <li>- La détection de toute introduction nouvelle de maladies</li> <li>- La confirmation de l'éradication de maladies</li> <li>- L'évaluation des résultats des plans de lutte contre les maladies animales</li> <li>- La détermination de l'importance réelle des maladies mises sous surveillance en étudiant leur incidence, leur prévalence et leur importance économique</li> <li>- La mise à la disposition de la Direction de l'élevage des informations épidémiologiques devant l'aider à prendre une décision en matière de lutte contre les maladies animales</li> <li>- L'adaptation au nouveau contexte de mondialisation du commerce et d'analyse des risques liés aux échanges d'animaux et de produits d'origine animale</li> </ul>
Tchad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveiller les maladies animales jugées prioritaires</li> <li>- Détecter précocement les nouveaux foyers de ces maladies</li> <li>- Recueillir les informations concernant ces maladies en termes de répartition géographique et temporelle, de prévalence et d'incidence</li> <li>- Transmettre ces informations aux autorités chargées de l'élevage, de la santé animale, et de la santé humaine pour ce qui concerne les maladies à caractère zoonotique</li> </ul>
Togo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire reconnaître le Togo indemne de peste bovine par l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) et mettre en place une veille permanente consistant en une surveillance clinique, nécropsique bactériologique, virologique et sérologique pour prévenir une éventuelle réapparition de la maladie</li> <li>- Contrôle permanent des autres maladies de l'ancienne liste A de l'OIE</li> </ul>



**Tableau V : liste des maladies surveillées par les réseaux d'épidémiologie en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

Réseau d'épidémiologie	Maladies surveillées																Total		
	PB	PPCB	PPR	FA	IA	PPA	NC	DNB	FVR	TRY	TUB	CB	CS	B	PE	PPCC		P	
Burkina Faso	x	x	x	x	x	x												6	
Cameroun	x	x	x	x	x	x	x											7	
Côte d'Ivoire	x	x	x	x	x	x	x	x										8	
Guinée	x	x	x	x	x													5	
République centrafricaine	x	x	x							x					x			5	
République démocratique du Congo	x	x	x	x	x	x												6	
Sénégal	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x		10	
Tchad	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x				x	x	12
Togo	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x					12	
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>71</b>	

B : babésiose ; DNB : dermatose nodulaire contagieuse bovine ; FA : fièvre aphteuse ; FVR : fièvre de la Vallée du Rift ; IA : influenza aviaire ; NC : maladie de Newcastle ; PB : peste bovine ; PE : peste équine ; PPA : peste porcine africaine ; PPCB : péripneumonie contagieuse bovine ; PPR : peste des petits ruminants ; TRY : trypanosomiase ; PPCC : pleuropneumonie contagieuse caprine ; TUB : tuberculose ; CB : charbon bactérien ; CS : charbon symptomatique ; P : pasteurellose ; X : maladie retenue pour la surveillance épidémiologique

## **Les maladies surveillées**

Les maladies surveillées diffèrent d'un réseau d'épidémiosurveillance à un autre. Leur nombre varie de 5 à 12 (Tableau V). On note cependant que la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB), la peste bovine, la peste des petits ruminants, la fièvre aphteuse et l'influenza aviaire sont les maladies communes à presque tous les réseaux. Viennent ensuite la peste porcine africaine et la maladie de Newcastle qui sont surveillées par plus de la moitié des pays.

## **Echantillonnage**

Les postes vétérinaires des pays étudiés qui constituent la structure de base des Services vétérinaires sur le terrain, ne sont pas tous impliqués dans la surveillance épidémiologique. Le taux d'implication de ces postes dans cette surveillance varie de 7 % à 91 %. La superficie couverte par un poste de surveillance (poste vétérinaire impliqué dans le réseau d'épidémiosurveillance) varie de 1 132 km<sup>2</sup> à 86 815 km<sup>2</sup> (Tableau VI).

**Tableau VI : pourcentage de postes vétérinaires impliqués dans la surveillance épidémiologique et superficie couverte par chacun des postes en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre (réseaux ayant répondu à l'enquête)**

<b>Réseau d'épidémiosurveillance</b>	<b>Superficie du pays (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Nombre de postes vétérinaires<sup>(a)</sup></b>	<b>Nombre de postes de surveillance<sup>(b)</sup></b>	<b>Pourcentage de postes vétérinaires impliqués dans la surveillance</b>	<b>Superficie couverte par le poste de surveillance (km<sup>2</sup>)</b>
Burkina Faso	274 000	100	45	45	6 089
Cameroun	475 000	700	52	7	9 135
Côte d'Ivoire	322 000	83	32	39	10 063
Guinée	246 000	340	31	9	7 935
République centrafricaine	623 000	110	42	38	14 833
République démocratique du Congo	2 344 000	58	27	47	86 815
Sénégal	197 000	145	49	34	4 020
Tchad	1 284 000	154	131	85	9 802
Togo	56 600	55	50	91	1 132

(a) Structures de base des Services vétérinaires sur le terrain

(b) Postes vétérinaires impliqués dans un réseau d'épidémiosurveillance

D'une manière générale, dans la plupart des pays enquêtés, les éleveurs, les auxiliaires d'élevage, les commerçants de bétail, les associations d'éleveurs, les agents des parcs nationaux sont impliqués dans le réseau d'épidémiosurveillance. En revanche, les vétérinaires privés, lorsqu'ils existent, ne sont pas tous ou pas du tout impliqués (Tableau VII).

**Tableau VII : Nombre de vétérinaires privés impliqués dans les réseaux d'épidémiologie en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

<b>Réseau d'épidémiologie</b>	<b>Nombre de vétérinaires privés par pays</b>	<b>Pourcentage de vétérinaires privés impliqués</b>
Burkina Faso	55	0 %
Cameroun	35	0 %
Côte d'Ivoire	19	58 %
Guinée	43	58 %
République centrafricaine	0	0 %
République démocratique du Congo	1	100 %
Sénégal	90	53 %
Tchad	28	0 %
Togo	45	49 %

### **Collecte des données**

Plusieurs méthodes sont utilisées pour la collecte des données. Le plus souvent, une surveillance passive est pratiquée (Dufour et Hendriks, 2007). En complément, une surveillance active, suivant la procédure de l'OIE (James, 1998), est pratiquée pour l'obtention du statut de pays indemne de peste bovine. Plusieurs pays effectuent également des visites régulières de villages (troupeaux) pour la recherche des maladies surveillées (surveillance active). C'est le cas du Burkina Faso, de la RCA, du Sénégal et du Tchad. Tous les agents des postes de surveillance des réseaux d'épidémiologie des pays enquêtés ont suivi une formation initiale et des sessions annuelles de recyclage. Les matériels de collecte des données (fiches, matériel de prélèvement, glacières) sont généralement disponibles dans les postes de surveillance. Pour les déplacements, les agents utilisent le plus souvent des motocyclettes.

**Tableau VIII : pourcentage de postes de surveillance épidémiologique ayant des moyens de déplacement en Afrique francophone de l’Ouest et du Centre (réseaux d’épidémiosurveillance ayant répondu à l’enquête)**

<b>Réseau d’épidémiosurveillance</b>	<b>Nombre de poste de surveillance</b>	<b>Nombre de motocyclettes disponibles</b>	<b>Pourcentage des postes de surveillance ayant des motocyclettes</b>
Burkina Faso	45	45	100 %
Côte d’Ivoire	32	32	100 %
Cameroun	52	32	62 %
Guinée	31	31	100 %
République centrafricaine	42	28	67 %
République démocratique du Congo	27	27	100 %
Sénégal	49	33	67 %
Tchad	131	45	34 %
Togo	50	50	100 %

Le pourcentage de postes de surveillance qui disposent de motocyclettes varie de 34 % à 100 % (Tableau VIII). Certains postes qui ne disposent pas de motocyclettes utilisent leur propre moyen de déplacement et sont rémunérés en conséquence (Tchad).

### **Transmission des données**

Comme le montre le Tableau IX, dans tous les réseaux d’épidémiosurveillance des pays enquêtés, les données collectées par les postes de surveillance transitent par une structure intermédiaire, généralement une unité régionale, avant d’arriver à l’unité centrale. La diffusion des résultats suit presque le même circuit en sens inverse.

**Tableau IX : mode de transmission des données épidémiologiques au sein des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

<b>Réseau d'épidémiosurveillance</b>	<b>Mode de transmission des données</b>
Burkina Faso	Les fiches d'enquête sont acheminées mensuellement à l'unité centrale, soit directement par les transporteurs routiers, soit par la voie administrative. Les informations sont données lors des réunions trimestrielles et en dehors de ces réunions par la voie administrative
Cameroun	Le chef d'unité régionale centralise les données et prélèvements des différents postes de surveillance et se charge de leur transfert à l'unité centrale ou au laboratoire. Le retour d'information se fait par le même canal ou directement de l'unité centrale au poste. Les moyens utilisés sont le téléphone, l'Internet, le fax et le courrier postal
Côte d'Ivoire	L'agent du poste de surveillance transmet les données à la Direction des Services vétérinaires (DSV) ou au Chef du réseau via le Directeur départemental ; mais les prélèvements d'échantillons sont transmis directement au laboratoire (le Chef du réseau en faisant partie). La DSV transmet à son tour les informations au Chef du réseau pour traitement. Les résultats sont envoyés à la fois au DSV, au poste de surveillance et au propriétaire des animaux par le Chef du réseau
Guinée	Les fiches d'enquêtes sont acheminées mensuellement par les agents des postes d'élevage vers les Sections préfectorales des ressources animales des chefs-lieux qui les transmettent au responsable du réseau (LCVD). Les missions de supervision sont également mises à profit pour rassembler les fiches d'enquêtes et le matériel biologique. Les résultats des analyses sont transmis à la mission des Services vétérinaires qui les communique aux services du terrain et aux éleveurs. Les résultats alimentent les informations communiquées à l'OIE et au Bureau interafricain des ressources animales de l'Union africaine (UA-IBAR)
République centrafricaine	Les rapports mensuels du réseau sont exploités par le Chef de Service régional de santé animale (CSRSA) puis transmis par le Directeur régional à la Coordination du programme PACE. Les observations sont renvoyées au CSRSA qui retrouve l'agent du réseau pour lui en faire part. Les prélèvements et les rapports de suspicion de maladies infectieuses ne suivent pas cette procédure. Ils peuvent être acheminés directement à la Coordination par le moyen le plus rapide. En cas de suspicion de maladie contagieuse une copie du rapport est obligatoirement adressée par l'agent au Directeur régional. Les résultats des examens de laboratoires sont diffusés à la radio nationale puis les fiches sont renvoyées à l'agent du réseau qui en informe le propriétaire du troupeau
République démocratique du Congo	Les informations provenant des éleveurs, transitent par des agents de relais puis par des agents des postes d'observation pour arriver à la cellule de coordination nationale via l'alimentation d'une banque des données. Le retour de l'information se fait par l'édition d'un bulletin épidémiologique et des annonces diverses
Sénégal	L'acheminement des fiches de collecte et des prélèvements se fait par les taxis brousse (prise en charge par le programme PACE). Les agents reçoivent une indemnité forfaitaire si les prélèvements sont de qualité et les fiches bien renseignées. Le retour de l'information se fait par l'envoi de lettres contenant les résultats de laboratoire (sont disponibles aussi sur un réseau intranet) et l'édition d'un bulletin épidémiologique
Tchad	Les données collectées par les agents de surveillance sont transmises au chef de secteur qui les achemine à la cellule d'animation. Les résultats sont transmis soit directement au poste de surveillance par la cellule d'animation, qui à son tour les transmet aux éleveurs, soit indirectement au chef de secteur, qui se charge de les communiquer au poste de surveillance
Togo	Les données de terrain sont transmises aux unités régionales qui les adressent à l'unité centrale

## Gestion et traitement des données

Tous les réseaux d'épidémiologie des pays enquêtés possèdent pour la gestion des données, une base de données intégrée développée à l'échelon régional dans le cadre du programme PACE (*Pace Integrated Database/Animal Resources Information System, PID/ARIS*). En plus de cette base, les pays comme la Guinée, la RDC, le Sénégal et le Tchad utilisent une base de données nationale écrite à l'aide du logiciel Access®. Notons cependant que près de la moitié des pays enquêtés affirment avoir des problèmes dans l'utilisation du PID/ARIS (manque de flexibilité, blocage). Le traitement des données est généralement réalisé à l'aide des logiciels PID/ARIS, Excel® et Access® (Tableau X).

**Tableau X : logiciels de base de données et de traitement des données utilisés par les réseaux d'épidémiologie en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

Réseau d'épidémiologie	Logiciel de base de données		Logiciel de traitement des données					
	PID/ARIS <sup>(a)</sup>	Access	PID/ARIS	Excel	Access	SID 3.0	Arcview	Stata
Burkina Faso	x			x				
Cameroun	x		x					
Côte d'Ivoire	x		x	x				
Guinée	x	x	x	x		x		
République centrafricaine	x		x	x				
République démocratique du Congo	x	x	x		x			
Sénégal	x	x	x		x		x	
Tchad	x	x	x	x	x			x
Togo	x		x					
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

(a) Base de données intégrée développée à l'échelon régional dans le cadre du Programme panafricain de contrôle des épizooties (PACE) (*Pace Integrated Database/Animal Resources Information System, PID/ARIS*)

Tous les pays enquêtés disposent d'un laboratoire national central pour les analyses des prélèvements collectés. Des laboratoires provinciaux existent également, sauf au Tchad, en RDC et au Togo. Ces laboratoires sont considérés comme des partenaires des réseaux d'épidémiosurveillance dans la plupart des pays enquêtés. Notons cependant que seuls quatre pays (Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée et Sénégal) peuvent réaliser un diagnostic de toutes les maladies retenues pour la surveillance (Tableau XI).

**Tableau XI : nombre de maladies analysables par les laboratoires nationaux des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête**

<b>Réseau d'épidémiosurveillance</b>	<b>Nombre de maladies retenues pour la surveillance</b>	<b>Nombre de maladies analysables par les laboratoires nationaux</b>	<b>Type de maladies analysables par les laboratoires nationaux</b>
Burkina Faso	6	3	PB, PPR, PPCB
Cameroun	7	7	Tous
Côte d'Ivoire	8	8	Tous
Guinée	5	5	Tous
République centrafricaine	5	2	TRY, B
République démocratique du Congo	6	2	PB, FA
Sénégal	10	10	Tous
Tchad	12	7	PB, PPR
Togo	12	1	PB

B : babésiose ; PB : peste bovine ; PPR : peste des petits ruminants ; FA : fièvre aphteuse

PPCB : péripneumonie contagieuse bovine TRY : trypanosomiase



## Diffusion de l'information

La diffusion de l'information produite par les réseaux d'épidémiologie des pays enquêtés se fait en général par un bulletin épidémiologique. La fréquence de publication de ces bulletins est trimestrielle, sauf au Cameroun où elle est semestrielle (Tableau XII). On note que cette fréquence n'est jamais respectée vu le nombre de bulletins publiés par rapport aux prévisions. D'autres supports tels que les rapports, les annonces, les réunions, les plaquettes, la radio, la télévision, le téléphone, les dépliants et les messages électroniques sont également utilisés pour la diffusion des résultats et la communication des informations aux acteurs du réseau d'épidémiologie et autres personnes intéressées.

**Tableau XII : fréquence de publication des bulletins des réseaux d'épidémiologie de l'Afrique francophone de l'Ouest et du Centre ayant répondu à l'enquête (depuis leur création en 2006)**

<b>Pays enquêtés</b>	<b>Fréquence du bulletin</b>	<b>Nombre de bulletins prévus</b>	<b>Nombre de bulletins publiés</b>	<b>Pourcentage de réalisation des bulletins</b>
Burkina Faso	Trimestrielle	24	1	4 %
Cameroun	Semestrielle	4	2	50 %
Côte d'Ivoire	Trimestrielle	24	0	0 %
Guinée	Trimestrielle	36	4	11 %
République centrafricaine	Trimestrielle	24	18	75 %
République démocratique du Congo	Trimestrielle	24	4	17 %
Sénégal	Trimestrielle	36	18	50 %
Tchad	Trimestrielle	40	20	50 %
Togo	Trimestrielle	12	4	33 %

## Évaluation

Tous les réseaux d'épidémiologie enquêtés disposent d'indicateurs de performance (Hendrikx et Dufour, 2004), même s'ils ne sont pas toujours utilisés. La majorité des réseaux

des pays enquêtés ont bénéficié au moins d'une évaluation externe organisée dans le cadre du PACE. Au Sénégal, au Tchad et au Togo, les indicateurs de performance sont utilisés pour des évaluations internes des réseaux d'épidémiosurveillance.

#### **4. Discussion**

Le PACE a été un programme important pour les États d'Afrique qui y ont pris part. Il a permis à la plupart de ces pays de mettre en place un réseau d'épidémiosurveillance dont l'utilité et la nécessité à l'heure de la mondialisation ne sont plus à démontrer. Cette étude a montré qu'il existe plus de similitudes que de divergences entre les neuf réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés. Ceci est dû au fait qu'une coordination régionale, maintenue grâce au programme PACE, a diffusé un discours commun sur l'organisation des réseaux d'épidémiosurveillance. De la même manière, cette approche pourrait être suivie pour :

- harmoniser les procédures et les protocoles de surveillance épidémiologique entre ces pays comme cela se fait déjà, par exemple, pour la grippe aviaire,
- bâtir des outils d'évaluation et de suivi des réseaux d'épidémiosurveillance à l'échelon régional comme cela se fait aux Caraïbes (Caribbean Animal Health Network, 2007).

La tutelle des réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales a, dans les premières années de création, entraîné des débats. Ce fut le cas du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad (REPIMAT) qui, à sa création, était sous la tutelle d'un laboratoire (Hendriks et Dufour, 2004) avant d'être finalement placé sous celle de la Direction des Services vétérinaires en 2001, au démarrage du PACE (Ouagal *et al.*, 2004). Un réseau d'épidémiosurveillance est un outil de prévention et d'aide à la décision au bénéfice des Services vétérinaires, le laboratoire restant un partenaire incontournable et pas seulement un prestataire de services. En inadéquation avec le caractère panafricain du PACE, le réseau d'épidémiosurveillance est considéré comme une structure indépendante dans certains États africains. Dans ce contexte, sa pérennité est alors mise en jeu. De par sa nature, la surveillance épidémiologique est une activité régalienne des Services vétérinaires et un réseau d'épidémiosurveillance efficace s'avère déterminant pour assurer la détection rapide d'une modification du statut sanitaire d'une population animale (Salman *et al.*, 2003). Le maintien

des réseaux d'épidémiologie au sein des Services vétérinaires est donc un des éléments permettant d'en assurer la légitimité et la pérennité, pour peu que la question de l'organisation entre les institutions partenaires ait été abordée efficacement et sereinement.

Généralement, un réseau d'épidémiologie implique plusieurs structures ou organismes. Pour assurer son bon fonctionnement, la formalisation d'organes de coordination et de régulation s'impose. Cette étude a montré que tous les réseaux d'épidémiologie enquêtés disposent de structures de collaboration et d'animation bien formalisées mais que ces structures ne sont pas souvent fonctionnelles, surtout le comité de pilotage qui est une instance de prise de décision politique et d'orientation du réseau d'épidémiologie, car il ne se réunit que rarement. Les membres des comités de pilotage étaient souvent des hauts fonctionnaires issus de différentes administrations, ce qui peut expliquer la difficulté d'organiser régulièrement des réunions de ces comités.

L'enquête a montré également que presque tous les réseaux d'épidémiologie étudiés ont été mis en place par des projets ou programmes, et leur fonctionnement est assuré pour l'essentiel par des financements extérieurs. En tant qu'activité pérenne, un réseau d'épidémiologie ne peut être exclusivement supporté par des projets ou programmes dont la durée est limitée dans le temps. Par conséquent, la prise en charge du fonctionnement des réseaux d'épidémiologie par les États est une nécessité. Certes, certains États connaissent des tensions de trésorerie qui font que les ressources sont d'abord affectées à des secteurs jugés prioritaires comme la santé humaine ou l'éducation. Mais il faut noter que le coût du fonctionnement d'un réseau d'épidémiologie est nettement moins important que les conséquences de l'introduction d'une maladie ou la mise en œuvre d'un programme de contrôle ou d'éradication de celle-ci (Tambi *et al.*, 2004 ; Tambi *et al.*, 2006). Cet engagement de l'État devrait être sollicité par le comité de pilotage, car c'est un de ses rôles d'assurer et de rechercher le financement du réseau. Le fonctionnement d'un réseau d'épidémiologie nécessite un minimum de moyens parmi lesquels le moyen de déplacement, sans lequel il serait difficile, voire impossible, pour un agent d'un poste de surveillance d'investiguer les suspicions éloignées de sa zone de résidence. Par conséquent, il est indispensable que tous les postes de surveillance disposent au moins d'un moyen de déplacement.

La motivation des acteurs du réseau est un point essentiel mais, comme signalé auparavant, l'activité de surveillance épidémiologique fait partie intégrante des tâches usuelles des Services vétérinaires sur le terrain pour lesquelles les agents perçoivent un salaire. Les indemnités ou primes qui peuvent être allouées ne doivent donc pas être considérées comme un droit absolu. En fonction de disponibilités budgétaires, elles peuvent toutefois servir de moyens de motivation supplémentaires des agents. Dans ce cas, il est préférable d'allouer des indemnités à l'acte plutôt que d'attribuer des forfaits. Ce procédé permet de récompenser davantage les agents qui participent le plus aux activités du réseau d'épidémiosurveillance.

L'analyse des objectifs des réseaux d'épidémiosurveillance des pays enquêtés montre que ce sont tous des réseaux mixtes qui réalisent à la fois des activités d'épidémiosurveillance et d'épidémiovigilance et qui surveillent plusieurs maladies. Il n'existe presque pas de réseaux d'épidémiosurveillance spécifiques par espèce animale ou par maladie comme ceux rencontrés, par exemple, en France (Dufour, 1995) ou en Belgique (Saegerman *et al.*, 2002). Seul le Sénégal fait exception à cette règle, puisqu'il existe le Réseau sénégalais de surveillance des maladies des volailles (RESESAV) dédié spécifiquement à la surveillance des maladies des volailles (Cardinale et Hendrikx, 2000). L'intérêt d'avoir un réseau national unique est sa capacité de s'adapter assez facilement à une modification telle que l'ajout d'une nouvelle maladie (Dabis *et al.*, 1992), comme ce fut le cas avec l'influenza aviaire qui a été intégrée par tous les réseaux d'épidémiosurveillance dès son apparition. L'objectif d'un réseau doit être clair, précis et tenir compte des ressources disponibles pour atteindre les résultats escomptés. Il ne sert à rien de fixer des objectifs si l'on sait d'avance que l'on n'a pas les moyens techniques, humains et financiers suffisants pour les atteindre.

L'objectif de cette étude n'étant pas d'évaluer l'efficacité des réseaux mis en place mais uniquement leurs structures techniques et organisationnelles, il n'a pas été possible de faire une analyse critique des résultats de surveillance corrélés au nombre de maladies surveillées.

La liste des maladies à surveiller est variable d'un pays à un autre. On constate néanmoins des maladies retenues communes, qui sont en général des maladies transfrontalières avec une importance économique et épidémiologique majeure (par exemple, l'influenza aviaire ou la PPCB). Le choix des maladies à surveiller dépend de la situation épidémiologique du pays et de l'importance accordée à ces maladies. Il n'est ni techniquement, ni économiquement possible de surveiller toutes les maladies existantes dans un pays. Des priorités doivent être

fixées. Toutefois, des dispositions techniques doivent être mises en œuvre dans les protocoles de surveillance pour collecter les informations sur les suspicions des autres maladies préoccupantes qui ne font pas partie de la liste des maladies sous surveillance. Ceci est essentiel pour se donner les moyens de détecter l'apparition dans le pays d'une maladie animale nouvelle (encore inconnue ou exotique). Ces données peuvent également permettre de mieux apprécier les dominantes pathologiques à l'échelon national. Notons que depuis 2006, il n'existe plus qu'une liste unique de maladies notifiables à l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale, 2006). Ceci est important car cela donne plus de latitude à chaque pays pour établir un ordre de priorité des maladies qu'il souhaite surveiller.

Les laboratoires constituent la cheville ouvrière des programmes de surveillance mis en œuvre par les Services vétérinaires. Généralement, le fonctionnement d'un laboratoire nécessite des investissements conséquents. L'incapacité des laboratoires des pays enquêtés à traiter toutes les suspicions des maladies retenues pour la surveillance constitue un handicap au bon fonctionnement des réseaux d'épidémiosurveillance, car les suspicions des maladies surveillées seront rarement étayées par un diagnostic de laboratoire, ce qui entraînera, sans nul doute, une démotivation des acteurs de terrain. Cette contrainte peut être liée à l'insuffisance des ressources financières, matérielles et/ou humaines. Pour pallier cela, il est nécessaire de développer des outils d'aide à la décision clinique robustes (par exemple, Saegerman *et al.*, 2004).

La représentativité d'un réseau d'épidémiosurveillance est un des critères d'efficacité importants. Idéalement, dans un objectif de lutte ou de détection précoce d'une maladie exotique, le réseau national doit couvrir l'ensemble du pays. Nous constatons cependant que ce n'est pas souvent le cas, pour des raisons économiques et financières. Compte tenu des systèmes d'élevage pratiqués dans les pays enquêtés, généralement de type extensif, ainsi que de la perméabilité des frontières, la représentativité géographique d'un réseau dépasse largement le critère national. Il est donc nécessaire que la représentativité d'un réseau à l'échelle nationale tienne compte de cette caractéristique et soit intégrée dans une perspective régionale. Dans tous les cas, pour améliorer la possibilité de détection précoce des maladies prioritaires, il conviendrait qu'au niveau de chaque poste vétérinaire il y ait un dispositif de surveillance épidémiologique et que les vétérinaires privés participent davantage à celui-ci.

La standardisation de la collecte des données épidémiologiques par les acteurs de terrain est en général assurée dans la plupart des réseaux d'épidémiosurveillance car des formations initiales et des sessions de recyclage sont organisées. Presque tous les réseaux enquêtés utilisent des techniques passives pour la surveillance de la plupart des maladies (Dufour et Hendriks, 2007) alors que la surveillance active est réservée à la procédure de l'OIE pour l'obtention du statut de pays indemne de peste bovine. Cette dernière est en réalité une action ponctuelle. Elle peut être assimilée à une enquête transversale reconduite annuellement. Les modalités de cette surveillance active diffèrent d'un pays à l'autre. Certains pays organisent des réunions de sensibilisation des éleveurs et des visites régulières des troupeaux pour la recherche des maladies à surveiller. L'efficacité de ces différentes méthodes demande à être étudiée pour permettre de porter un jugement sur la pertinence de leur mise en œuvre.

Dans les réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés, la transmission des données se fait par le biais de l'édition de bulletins épidémiologiques. Dans certains réseaux, les données étaient collectées par des postes de surveillance puis transitaient par des unités régionales avant d'arriver à l'unité centrale. Pour d'autres, le circuit était plus complexe avec un nombre plus important d'intermédiaires. Plus le système est complexe, plus il est probable que l'adhésion des informateurs soit faible (Dabis *et al.*, 1992) et que le temps de transmission des données soit long. Or, la rapidité de transmission des données et de l'information est un indicateur clef de l'efficacité d'un réseau d'épidémiosurveillance car c'est l'un des paramètres essentiels d'une réaction efficace à une épizootie.

La gestion et le traitement des données sont également un point critique très important à maîtriser pour assurer l'efficacité d'un réseau. Ils conditionnent également la transmission et la diffusion des résultats, et donc l'efficacité de la réaction à un événement sanitaire quelconque.

Tous les réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés disposent de la base de données PID/ARIS mise en place par le PACE. Mais, dans la plupart des pays, son utilisation semble poser des problèmes. Le PID/ARIS est une base de données conçue dans le cadre de la régionalisation des réseaux. Son objectif est en effet de permettre l'agrégation des données à l'échelon régional mais il apparaît cependant que son développement reste insuffisant pour une utilisation optimale à l'échelon national, essentiellement en raison d'un manque de flexibilité qui ne permet pas son adaptation aux besoins spécifiques des pays. Un réseau

d'épidémiosurveillance est en effet appelé à évoluer, avec des possibilités de changement dans les protocoles de surveillance, des modifications de fiches de collecte de données ou l'introduction d'une nouvelle maladie. Tous ces changements entraînent parfois la nécessité de modifier de manière plus ou moins approfondie la base de données utilisée. Pour ce faire, celle-ci doit être simple, flexible et permettre de répondre aisément aux modifications éventuelles souhaitées. Une base de données écrite à l'aide du logiciel Access® est une solution possible pour les réseaux nationaux, car elle répond facilement aux besoins de flexibilité.

La diffusion des informations produites par le réseau d'épidémiosurveillance est un élément déterminant de motivation des acteurs de terrain et permet de diffuser à l'extérieur des preuves de son bon fonctionnement. Le bulletin d'information épidémiologique est l'outil le mieux adapté pour la diffusion de l'information tant au niveau national qu'international. Il est le signe de l'existence et de l'opérationnalité du réseau. Sa périodicité doit être respectée. On peut cependant constater que dans le cadre de cette enquête, la majorité des pays ont du mal à respecter cette nécessité.

L'évaluation interne des réseaux d'épidémiosurveillance est indispensable pour en assurer la gestion continue (Ouagal *et al.*, 2004). Cette étude a montré que tous les réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés disposent d'indicateurs de performance pour leur évaluation. Cependant, ils sont rarement utilisés. Ces indicateurs permettent d'identifier et de mesurer, en temps réel, les points de dysfonctionnement du réseau afin d'apporter les corrections qui s'imposent. Par conséquent, ils doivent être régulièrement utilisés et mis à jour. Il ne sert à rien d'élaborer des indicateurs et de ne pas les utiliser.

## **5. Conclusion**

Cette enquête a permis de confirmer l'existence de réseaux d'épidémiosurveillance bien formalisés et structurés dans neuf pays d'Afrique francophone de l'Ouest et du Centre. Cependant, les résultats de l'enquête indiquent la nécessité d'améliorer l'efficacité de certains éléments des réseaux d'épidémiosurveillance, en particulier, dans le domaine de la collecte des données. Essentiellement centrée sur les structures et les activités mises en place par les

réseaux d'épidémiosurveillance, cette enquête n'a toutefois pas permis d'aborder de manière approfondie l'efficacité de ces réseaux. Il conviendrait donc de réaliser en complément une étude de leurs résultats.

La similitude manifeste des réseaux d'épidémiosurveillance enquêtés est un atout majeur. Elle permet en effet de faciliter l'harmonisation régionale des procédures de surveillance ainsi que le développement d'outils d'évaluation et de suivi des réseaux à l'échelon régional.

On peut enfin constater que les États africains ont réalisé un effort important pour mettre en place des réseaux d'épidémiosurveillance qui contribuent fortement au renforcement des Services vétérinaires. Il est désormais essentiel que ces mêmes États puissent être en mesure de pérenniser les réseaux d'épidémiosurveillance existants en mobilisant les ressources tant matérielles qu'humaines et financières indispensables à leur fonctionnement. Il serait en effet dommageable pour la crédibilité des Services vétérinaires de laisser disparaître ces précieux outils de prévention et d'aide à la décision qui sont en place et dont il ne reste plus qu'à assurer et améliorer le fonctionnement.

## 6. Références

Cardinale E., Hendrikx P. International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics proceedings, ISVEE 9: Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, USA, National disease control programs session, 2000, pp. 306.

Caribbean Animal Health Network. Surveillance networks. Page web : <http://www.caribvet.net/surveillance.php> (consultée le 20 décembre 2007).

Dabis F., Drücker J., Moren A. Évaluer un système de surveillance. *In* Épidémiologie d'intervention (F. Dabis, J. Drücker & A. Moren, édit.). Arnette, Paris, 1992, 109-141.

Dufour B. Les réseaux français d'épidémiosurveillance animale. *Épidémiol. Santé anim.*, 1995, 27, 1-10.



Dufour B., Hendrikx P., Toma B. Élaboration et mise en place de systèmes de surveillance épidémiologique des maladies à haut risque dans les pays développés. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25 (1), 187-198.

Dufour B., Hendrikx P. La surveillance épidémiologique en santé animale, 2<sup>e</sup> éd. A.E.E.M.A et Quae, Paris, 2007, pp. 288.

Hendrikx P., Bidjeh K., Ganda K., Ouagal M., Hagggar A.I., Saboun M., Maho A., Idriss A. Le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1997, 16 (3), 759-769.

Hendrikx P., Dufour B. Méthode d'élaboration des indicateurs de performance des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales. *Épidémiol. Santé anim.*, 2004, 46, 71-85.

James A.D. Guide pour la surveillance épidémiologique de la peste bovine. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1998, 17 (3), 810-824.

Organisation mondiale de la santé animale (OIE). Liste des maladies de l'OIE en vigueur en 2006. Page web : [http://www.oie.int/fr/maladies/fr\\_classification2006.htm](http://www.oie.int/fr/maladies/fr_classification2006.htm) (consultée le 20 décembre 2007).

Organisation mondiale de la santé animale (OIE). Acte du séminaire régional OIE/UA-IBAR/FAO. Politiques de santé animale, évaluation des services vétérinaires et rôle des éleveurs dans la surveillance des maladies animales. 13-15 février 2006, N'Djamena, Tchad, 440 pp. Page web : <http://www.oie.int/download/NDJAMENA.pdf> (consultée le 13 octobre 2008).

Organisation mondiale de la santé animale (OIE). Code sanitaire pour les animaux terrestres. Page web : [http://www.oie.int/fr/normes/fr\\_mcode.htm?e1d10](http://www.oie.int/fr/normes/fr_mcode.htm?e1d10) (consultée le 20 décembre 2007).

Ouagal M., Berkvens D., Hendrikx P. Élaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales : le REPIMAT. *Épidémiol. Santé anim.*, 2004, 45, 101-112.

Paskin R. Manual on livestock disease surveillance and information systems. Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO), Rome, 1999, pp. 71.

Saegerman C., Dechamps P., Roels S., Petroff K., Geeroms R., Torck G., Dufey J., Fourez R., Hamelryckx M., Cormann A., Viatour P., De Coninck V., Lomba F., Vermeersch J.-P., Hallet I., Lhost O., Leemans M., Vandersanden A., Peharpre D., Brochier B., Costy F., Pastoret P.-P., Thiry E., Vanopdenbosch E. Épidémiosurveillance de l'encéphalopathie spongiforme bovine en Belgique : bilan de l'année 1999. *Ann. Méd. Vét.*, 2002, 145, 47-58.

Saegerman C., Speybroeck N., Roels S., Vanopdenbosch E., Thiry E., Berkvens D. Decision support tools for clinical diagnosis of diseases in cows with suspected bovine spongiform encephalopathy. *J. clin. Microbiol.*, 2004, 42, 172-178.

Salman M.D., Stärk K.D.C., Zepeda C. Quality assurance applied to animal disease surveillance system. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2003, 22 (3), 689-696.

Sidibé A.S. Les apports de l'assurance qualité à une organisation nationale vétérinaire dans les pays en développement : le cas de l'Afrique. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2003, 22 (3), 679-688.

Squarzoni C., Bendali F., Denormandie N., Bastiaensen P., Diop B. Les réseaux d'épidémiosurveillance dans treize pays d'Afrique de l'Ouest du PACE : état des lieux et évaluation de leur fonctionnement en 2004. *Épidémiol. Santé anim.*, 2005, 48, 69-80.

Tambi E.N., Maina O.W., Mariner J.C. Ex-ante economic analysis of animal disease surveillance. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, 23 (3), 737-752.

Tambi N.E., Maina W.O., Ndi C. An estimation of the economic impact of contagious bovine pleuropneumonia in Africa. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25 (3), 999-1011.

Toma B., Dufour B., Sanaa M., Bénet J.J., Shaw A., Moutou F., Louzà A. Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures, 2<sup>e</sup> éd. Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales, Maisons-Alfort, 2001, 732 pp.

**Chapitre 5 - Comparaison entre la surveillance active et la surveillance passive dans le cas du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad**

## **Préambule**

La diversité des maladies à surveiller et les objectifs qui s'y rattachent nécessitent une adaptation des modalités de surveillance. Dans la plupart des réseaux de surveillance des maladies animales en Afrique, la surveillance passive et la surveillance active sont les deux principales modalités de surveillance utilisées.

La surveillance est qualifiée de passive lorsque les données sur la maladie surveillée remontent spontanément du terrain à l'unité centrale. Elle est qualifiée d'active lorsque la collecte des données sur la maladie surveillée se fait à travers des actions programmées. Certains réseaux en Afrique, notamment le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad (REPIMAT), mènent la surveillance active des maladies sous surveillance à travers des visites régulières des élevages.

Cet article vise à apprécier l'efficacité et la pertinence de l'utilisation de ces deux modalités de surveillance dans le cadre du REPIMAT.

## **Comparison between active and passive surveillance within the network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad**

Mahamat Ouagal<sup>a,c,d</sup>, Pascal Hendriks<sup>b</sup>, Claude Saegerman<sup>c</sup>, Dirk Berkvens<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Ministère de l'Élevage, Direction des Services vétérinaires, Service d'Épidémiologie, B.P. 750, N'Djaména, Chad

<sup>b</sup> Direction Scientifique Afssa Lyon, 31 Avenue Tony Garnier, 69364 Lyon, France

<sup>c</sup> Department of Infectious and Parasitic Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, ULg, Boulevard de Colonster 20, B42 Sart-Tilman, B-4000 Liège, Belgium

<sup>d</sup> Department of Animal Health, Institute of Tropical Medicine, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerp, Belgium

*Acta Tropica, 2010, 116, 147–151.*

## **Abstract**

A comparative study between passive and active surveillance based on herd visits (villages) was conducted over a period of 24 months. It included 106 surveillance stations of the animal disease epidemiological surveillance network in Chad distributed randomly into 52 stations of active surveillance and 54 stations of passive surveillance. Nine diseases of various vaccination and expected prevalence status were monitored. The active surveillance stations carried out four herd visits monthly to look for the diseases under surveillance and organised four farmers awareness-raising meetings to stimulate them to make disease notifications. The passive surveillance stations held each month four farmer awareness-raising meetings. The suspicions recorded by the stations were consigned to a suspicion form specific to each disease, indicating whether a call from the farmer, a visit to the herd or a awareness-raising meeting was the source. The results showed that, irrespective of surveillance type, all diseases under surveillance, except the rare diseases (Rinderpest and Rift Valley Fever) were reported by the surveillance agents.

However, suspicions recorded following farmer calls are significantly more important than suspicions carried out during herd visits or meetings. Nevertheless, a considerable number of suspicions is recorded during awareness-raising meetings. Finally approximately 83% of the herd visits realised by the active surveillance stations showed negative results (no suspicion identified). Passive surveillance stimulated by awareness-raising meetings appears to be better adapted to Chads conditions and less expensive for the surveillance of existing diseases. However, for the rare diseases, other methods of specific active surveillance (such as for example sentinel herds) remain important to complete passive surveillance.

## **1. Introduction**

Epidemiological surveillance is a method of observation based on uninterrupted recordings making it possible to follow the health or risk factors of a defined population, to detect the appearance of pathological processes in particular and to study their development in time and space, in order to adopt suitable control measures (Toma *et al.*, 2001). One of the qualities of a network of epidemiological surveillance is its capacity to detect a maximum number of cases of the diseases under surveillance (Dabis *et al.*, 1992; Dufour *et al.*, 1998). This quality

depends on several factors among which the mode of data collection. Commonly, a distinction is made between active and passive surveillance. One qualifies as passive surveillance any surveillance activity based on the spontaneous declaration of cases or suspicions of a disease under surveillance (Dufour and Hendrickx, 2005). Data are transferred to the central processing unit without actively requesting the data sources or field actors to do so. Active surveillance is based on data collection undertaken by activities programmed in advance and worked out by the coordinator of the network.

In sub-Saharan Africa, several networks of epidemiological surveillance of animal diseases were created within the framework of the Panafrican Programme for the Control of Epizootics (Squarzoni *et al.*, 2005). In the majority of these networks, disease surveillance is done in a passive way. Some countries also carry out active surveillance via a programme of herd visits (villages). In addition to these two surveillance methods and within the framework of the OIE path to be recognised as free from Rinderpest (O.I.E., 1998), the countries involved set up an active surveillance based on annually repeated clinical and serological investigations on a representative sample of the targeted population (James, 1998).

The network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad (Réseau d'EPIdémiosurveillance des Maladies Animales au Tchad - REPIMAT) is one of the networks, which initiated active and passive surveillance methods. Created in 1995, this network supervises nine animal diseases. A ministerial decree created the list of the diseases included, based on a prioritisation exercise. It is a network of epidemiological surveillance and epidemiological monitoring (Ouagal *et al.*, 2004). The quality of an epidemiological surveillance network rests on its capacity to give, at any moment, an overview of the epidemiological situation of a disease under surveillance for a country or an area. Consequently, the network must be continuously operational and its operation must be based on surveillance methodologies technically effective and economically justifiable.

Very few studies were carried out to compare the relative effectiveness of active surveillance (programmed visit of herds) and passive surveillance. This study aims to appreciate the effectiveness and the relevance of the use of these two surveillance methodologies within the framework of REPIMAT.

## 2. Materials and methods

One hundred and six of the 131 surveillance stations of REPIMAT, distributed in eight of the nine regional livestock cantons of Chad, took part in the study. The regional canton of Borkou-Ennedi-Tibesti was not included in the study because of lack of field agents in the surveillance stations. The operation of REPIMAT is based on the circulation of information between the surveillance stations in the field, the central processing unit (management unit) and the national laboratory for veterinary diagnostics. Disease surveillance in each field station is ensured by an animal health technician. Data collected by this technician are transmitted to the chief of sector which is the senior in rank. He controls data conformity and transmits them to the central processing unit.

For each disease retained for surveillance (Table XIII) a surveillance protocol as well as a specific form to report suspicions in a format allowing epidemiological analysis is developed.

**Table XIII. List of diseases retained in the Animal diseases epidemiological surveillance network in Chad, their awaited prevalence and their vaccination status.**

Diseases under surveillance	Species concerned	Estimated prevalence	Statute vaccine
Rinderpest	Bovine	+	-
Peste des petits ruminants	Ovine and caprine	++	No
Foot-and-mouth disease	Bovine, ovine, caprine and porcine	+++	-
Rift Valley Fever	Ovine and caprine	+	-
Bovine contagious pleuropneumonia	Bovine	++	O
Caprine contagious pleuropneumonia	Caprine	++	-
Anthrax	Bovines, ovine, caprine and dromedaries	++	O
Blackleg	Bovines, ovine, caprine and dromedaries	++	O
Pasteurellosis	Bovine, ovine, caprine and dromedaries	++	O

+, rare disease; ++, disease with moderate prevalence; +++, disease with high prevalence; -, no vaccination; No, vaccination practiced unofficially; O, official vaccination.



All the agents of the involved surveillance stations followed a two day training on surveillance methodologies, recognition of clinical signs and lesions of the diseases under surveillance as well as taking, conditioning and conservation of samples on dead and live animals. The training was given by a team of three experienced trainers.

At the end of the training, the stations were randomly divided into 52 active surveillance stations and 54 passive surveillance stations. The distribution of the stations was made by geographical pairing to minimize possible biases due to absence or low disease prevalence in one or more zones.

All the stations involved in the surveillance network had means of data and sample collection, conservation and transmission including suspicion forms, sample forms, sample pots, tubes, needles and access to refrigerators (either their own or at Ministry of Public Health facilities). A surveillance protocol as well as a work plan for each group were drawn up. The active surveillance stations had to pay four herd visits (villages) within their zone of action each month. They also had to organise four farmer meetings on topics relating to surveillance per month. The goal of these meetings was to increase farmer awareness and to inform them on diseases monitored by REPIMAT in order to alert them and make them declare all identified suspicions. The passive surveillance stations conducted four awareness-raising meetings every month identical to those of the active surveillance stations.

The terminology of active surveillance and passive surveillance used in this study should not be taken too rigorously. Indeed, the awareness-raising activities within the framework of passive surveillance lead to the stimulation of passive surveillance which one could describe as activated passive surveillance. All visits and meetings actually carried out were recorded in a monthly report following a standardised format.

In the event of suspicion of a disease under surveillance, the agent should fill out the suspicion form corresponding to the suspected disease. He noted on the form whether the suspicion arose during a herd visit (active surveillance protocol), following a farmer call or during an awareness-raising meeting.

The data collected by the surveillance station agents were transmitted to their direct senior in rank (head of sector). The head of sector routed the data to the management unit after

conformity checking (first validation check). The data were then entered by the management unit in the data base of REPIMAT, again after conformity checking (second validation check). This relational data base is written with the software Access®2000.

The follow-up lasted 24 months (October 2005 to September 2007). Considering that it has not been possible for the national laboratory to analyze all the samples resulting from this surveillance, due to insufficient qualified manpower and diagnostic materials, this study will be based on the number of clinically legitimate suspicions.

Data analysis was carried out using the software Stata SE/10.1 (StataCorp, 2007) after data retrieval through Excel®2003. The analysis made use of a Poisson regression (or negative binomial regression in the case of extra-binomial variability) for count variables and exact binomial hypothesis tests when comparing absolute numbers of suspicions, irrespective of the number of farmers' calls, meetings or visits that were involved.

### 3. Results

During the period of study, 386 suspicions were recorded (Table XIV). It should be noted that 76% of the suspicions relate to foot-and-mouth disease. No suspicions of Rinderpest or Rift Valley Fever (RVF) were notified. No significant difference was found between the total numbers of recorded suspicions in the two types of surveillance.

**Table XIV. Number of disease suspicions reported in the two types of surveillance.**

Type of surveillance	Suspected diseases							Total
	AX	BL	FMD	Pa	CBPP	CCP	PPR	
A	14	3	149	11	4	8	15	204
P	5	4	145	11	2	7	8	182
Total	19	7	294	22	6	15	23	386

A, active; P, passive; AX, Anthrax; BL, Blackleg; FMD, foot-and-mouth disease; Pa, Pasteurellosis; CBPP, Contagious Bovine Pleuropneumonia; CCP, Contagious Caprine Pleuropneumonia; PPR, Peste des Petits Ruminants.

Table XV shows that 157 suspicions (41%) resulted from farmer calls, 29% were notified following awareness-raising meetings and 30% were recorded during herd visits. Overall, farmer calls are significantly more important than other types of suspicions ( $p < 0.058$ ). There was no difference between calls and meetings within the framework of the passive surveillance stations. For the active surveillance stations, suspicions resulted more frequently from visits than the other types ( $p < 0.05$ ), largely because farmers apparently did not use the opportunity of reporting problems during meetings. Table XV also shows that on 880 visits paid by the active surveillance stations, only 117 (13%) showed a suspicion. The 880 visits effectively carried out represent about 18% of the 4992 visits planned (52 active stations $\times$ 4 visits per month per station $\times$ 24 months). Whatever the type of surveillance, a vast majority of farmer calls (90%) resulted in a legitimate suspicion of disease. Poisson regression showed that farmer calls were the most effective, irrespective of the type of surveillance, followed by visits (incidence rate ratio (IRR) = 0.2060, 95% confidence interval(CI): 0.1533-0.2769,  $p < 0.001$ ) and meetings (IRR = 0.0456, 95% CI:0.0358–0.0581,  $p < 0.001$ ).

When separating foot-and-mouth disease (FMD), which is the more prevalent disease, from diseases with moderate prevalence (Peste des Petits Ruminants-PPR, Contagious Bovine Pleuropneumonia-CBPP, Contagious Caprine Pleuropneumonia-CCPP, Anthrax, Blackleg, Pasteurellosis), Table XVI shows that for the diseases with moderate prevalence, suspicions come mainly from farmer's calls (77%) and whatever the type of surveillance (73% for active surveillance and 84% for passive surveillance).

**Table XV. Number of suspicions by surveillance method and type of suspicion**

Type of surveillance	Type of suspicion			Total
	Call	Meeting	Visit	
A	70/78 89.7%	17/1246 1.4%	117/880 13.3%	204/2204 9.3%
P	87/96 90.6%	95/1487 6.5%	–	182/1583 11.5%
Total	157/174 90.2%	112/2733 4.1%	117/880 13.3%	386/3787 10.1%

A, active; P, passive; (AAAA/BBBB); AAAA, number of suspicions; BBBB, number of calls, meetings or visits; XX.X%, success rate.

On the other hand, for FMD, visits (37%) are the major mode of suspicions detection (Table XVI). Overall, no significant difference is observed between the types of surveillance because of a weak rate of reporting of the disease during the awareness-raising meetings by the active surveillance stations.

**Table XVI. Number of suspicions by surveillance method and type of suspicion in the case of diseases with moderate (all diseases excluding FMD) and high (FMD) prevalence.**

Disease prevalence	Type of surveillance	Type of suspicion			Total
		Call	Meeting	Visit	
Moderate	A	40/45	6/440	9/68	55/553
		88.9%	1.4%	13.2%	9.9%
	P	31/34	6/94	–	37/128
		91.2%	6.4%		28.9%
Total		71/79	12/534	9/68	92/681
		89.9%	2.2%	13.2%	13.5%
High	A	30/33	11/806	108/812	149/1651
		90.9%	1.4%	13.3%	9.0%
	P	56/62	89/1393	–	145/1455
		90.3%	6.4%		10.0%
Total		86/95	100/2199	108/812	294/3106
		90.5%	4.5%	13.3%	9.5%

A, active; P, passive.

#### 4. Discussion

This study showed that whatever the type of surveillance, suspicions of diseases under surveillance, except for Rinderpest and RVF, are reported by the agents of the surveillance stations. The absence of laboratory analysis for the confirmation of the suspicions remains an important limit. The incapacity of the national laboratory to analyze samples coming from the field is a weakness, which had already been identified during previous evaluations of REPIMAT (Dufour *et al.*, 1998). This weakness is on the one hand a consequence of the lack of qualified manpower in the various diagnostic services of the laboratory and on the other the lack of an official agreement fixing the collaboration rules between the national laboratory, which is an autonomous structure, and the Directorate of Veterinary Services in charge of the surveillance of animal diseases.

When considering the types of suspicion, it is observed that the majority is recorded following farmer calls (41%). The number of calls is more important within the passive surveillance than within the active surveillance. When distinguishing the two groups of diseases (moderate and high prevalence), it is observed that moderately prevalent diseases are mainly detected by farmers call. The more prevalent disease (FMD) is mainly detected during the herd visits in the active system and during meetings in the passive system. FMD is very widespread in Chad and clinically well known to both farmers and surveillance agents. The probability of encountering a clinical case of this disease during a herd visit is rather large.

The interesting point is that farmers do not report the disease during meetings in the active surveillance system (as opposed to in the passive system), possibly due to a certain degree of hesitation to inform agents during meetings, knowing they will have a chance during an ensuing visit, although this could reflect negatively on the farmer as the agent might question his/her ability to diagnose the disease. The fact that less farmer calls are recorded to declare this disease can be explained by the fact that FMD is a prevalent disease (Table XVI) which involves only little mortality and for which no collective control activity (vaccination) is implemented in Chad.

With regard to the diseases of moderate prevalence, the significant number of calls can be explained by the importance given to these diseases. Indeed, PPR, CBPP, CCPP, Anthrax, Blackleg and Pasteurellosis are diseases leading to considerable mortalities (Bidjeh *et al.*, 1995; Lefevre, 2003; Martranchar and Njanpop, 1994) and control measures exist. A factor tending to limit farmer calls is that veterinary drugs have to be paid by the farmers. Also, because of veterinary service privatisation, network agents, which are civil servants, are unable to deliver veterinary products. Were agents to be allowed to implement effective control measures for these diseases, which are all obligatory notifiable diseases, the number of calls would be undoubtedly more important.

The fact that the number of suspicions recorded following farmers calls is less important in active surveillance (70 calls out of 204 suspicions in active versus 87 out of 182 in passive) can be explained by the fact that the farmer is used to the visit of the surveillance agent and will thus tend to await a visit or a awareness-raising meeting to communicate a suspicion. This can constitute a danger if a disease requiring an immediate notification appears.

The results also showed that there are few suspicions recorded during meetings organised within active surveillance. This can be explained by the fact that the majority of suspicions are identified during the herd visits.

A considerable number of suspicion was notified during awareness-raising meetings, especially in the passive surveillance. However, statistically, the effect of activation by the meetings could not be shown in this study because of lack of power. Because awareness-raising meetings form an integral part of the system, data acquisition during meetings should be considered a valorisation of the travel cost. Consequently, in the economical analysis, data collected during meetings only represent a marginal cost considering that the main cost (organising the meeting), is a necessity. Its stimulating role can be objectified by the number of farmer calls recorded in the two types of surveillance. In a passive surveillance network, organisation of awareness-raising meetings becomes a peremptory necessity for the maintenance of the system. The commitment of the data holders, i.e. the farmers, to the network, is a major stake of passive surveillance stimulation.

The results of this study demonstrate that farmer calls within passive surveillance represent a significant part of all suspicions recorded (48% of the suspicions) what supposes a good level of participation of the farmers in the surveillance due to awareness-raising activities. This aspect on its own completely determines the quality of the network because field agents, in permanent contact with the farmers and their animals, are in the best position to detect the first clinical signs of a disease (Dufour and Hendrickx, 2005).

Data analysis also showed that in active surveillance, 87% of the visits paid for the search of the diseases showed negative results (absence of suspicion). This constitutes an important investment in logistics (vehicles, fuel, vehicle maintenance, allowances), representing an additional cost for the operation of the network and it leads to questions about the added value as regards detection of diseases by implementing active surveillance procedures such as these considered in this study. The results clearly show that, in this specific case of clinical detection of the nine diseases under surveillance, active surveillance did not result in an additional benefit.

The diseases slightly or fairly prevalent and presenting a recognised economical impact are declared by the farmers before the implementation of a visit. This is the sign of a passive surveillance operating correctly and demonstrates again the imperative need to develop

effective passive surveillance systems to ensure early detection following the onset of diseases. FMD, which is highly prevalent, is thus the only disease that might benefit from an active surveillance procedure, but with a limited scientific interest, its frequency being already recognised and the interest for early warning being limited in the Chadian context where no control measure is implemented.

Questioning the usefulness of active surveillance visits for the detection of prevalent diseases does of course not cast any doubt on the implementation of active surveillance with other objectives such as clinical or serological surveillance targeted at risk herds or serological surveillance of sub-clinical diseases.

This study did not make it possible to detect suspicion of rare diseases like Rinderpest and RVF.

Rinderpest is considered exotic in Chad. The last clinical cases date from 1983. The country started the OIE pathway and is currently free from Rinderpest disease according to the provisions of Chapter 2.2.12. of the Terrestrial Code 2006, valid until May 2009 ([http://www.oie.int/eng/Status/Rinderpest/en\\_RP\\_free.htm](http://www.oie.int/eng/Status/Rinderpest/en_RP_free.htm)).

The disease thus seems clinically absent what can partly explain the absence of clinical suspicion. However, absence of the disease should not exclude notification of suspicion. Certain diseases present in Chad (such as Infectious Bovine Rhinotracheitis and Bovine Viral Diarrhoea) should lead to suspicions of gastro-enteritic syndromes compatible with Rinderpest (IAEA, 2000; Mariner *et al.*, 2003; Perreau *et al.*, 1964; Thiaucourt, 2003). The explanation of this absence is thus certainly linked to the surveillance protocol, the suspect case definition and farmers awareness-raising for the declaration of suspicions. Based on the observations made previously on diseases of low to medium prevalence, it is not the active clinical surveillance which would make it possible to correct this deficiency of the network, but rather the reinforcement of the passive surveillance. Considering the absence of virus circulation, only active serological surveillance as recommended by the OIE pathway can be a proof of the absence of the infection for the international community.

A serological investigation of RVF virus carried out in 2002 on ruminants coming from the Farcha and Abéché slaughter-houses made it possible to highlight a recent, even active and significant RVF virus circulation within the Chadian domestic ruminants populations (Ringot

*et al.*, 2003). This disease belongs to the diseases under surveillance. No suspicion was recorded during the study although the case definition has been modified in order to allow a more sensitive clinical detection. Once more, it is advisable to check that passive surveillance has been implemented satisfactorily and to set up activities of active serological surveillance rather than clinical, in order to detect viral circulation without clinical evidence.

Considering these results for diseases supposed to be rare, the methodologies implemented appear to be insufficient to generate clinical suspicions. Active surveillance with serological investigation as recommended by the OIE pathway would be indicated, in particular when reliable diagnostic tools are available which make it possible to establish with a sufficient level of safety the status of a herd.

## **5. Conclusion**

The principal conclusion of this study is the fact that active and passive surveillance should not dogmatically be opposed to each other. They are of necessity complementary. Passive surveillance remains the best guarantee for a rapid alert for a large number of animal diseases and active surveillance, e.g. based on sentinel herds, is indispensable for rare diseases. It is however important to ensure that active surveillance is adapted to the surveillance objectives in order to avoid unnecessary costs in resource poor situations.

## **6. References**

Bidjeh K., Bornarel P., Imadine M., Lancelot R. Premier isolement au Tchad du virus de la PPR et reproduction expérimentale de la maladie. *Revue d'Élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1995, 48 (4), 295–300.

Dabis F., Drücker J., Moren A. Evaluer un système de surveillance. In: Dabis F., Drücker J., Moren A. (Eds.), *Epidémiologie d'intervention*. Arnette, Paris, 1992, pp. 109–141.



Dufour B., Hendrickx P. Surveillance épidémiologique en santé animale. CIRAD/AEEMA, 2005, 296 p.

Dufour B., Ouagal M., Idriss A., Maho A., Saboun M., Bidjeh K., Hagggar A., Delafosse A. Evaluation du réseau d'épidémiosurveillance tchadien: Le REPIMAT. *Epidémiologie et Santé Animale*, 1998, 33, 133–140.

IAEA, Guidelines for the use of performance indicators in rinderpest surveillance programmes. In: Tech. Rep., IAEA, Vienna. 2000, pp. 22.

James A. Guide pour la surveillance épidémiologique de la peste bovine. *Revue scientifique et technique de l'OIE*, 1998, 17 (3), 810–824.

Lefevre P.C. Péripneumonie contagieuse bovine. In: Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et régions chaudes. Lavoisier, Paris, 2003, 775–794.

Mariner J., Jeggo M., Van't Klooster G., Geiger R., Roeder P. Rinderpest surveillance performance monitoring using quantifiable indicators. *Revue scientifique et technique de l'OIE*, 2003, 22 (3), 837–847.

Martranchar A., Njanpop B. Première observation d'une épidémie de septicémie hémorragique due à *Pasteurella multocida* sérotype b6 au nord-Cameroun. *Revue d'Élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1994, 47 (1), 19–20.

O.I.E. Normes recommandées pour les systèmes de surveillance épidémiologique de la peste bovine. *Revue scientifique et technique de l'OIE*, 1998, 17 (3), 829-833.

Ouagal M., Berkvens D., Hendrickx P. Elaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales: Le REPIMAT. *Épidémiologie et santé animale*, 2004, 45, 101–112.

Perreau P., Petit J., Thomé M. Epizootiologie de la pasteurellose république du Tchad: importance de l'immunité naturelle acquise. *Revue d'Élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1964, 17 (4), 587–597.

Ringot D., Durand J., Tolou H., Boutin J., Davoust B. Fièvre de la vallée du rift: enquête de séroprévalence sur des ruminants domestiques à N'Djaména et Abèche (Tchad). *Epidémiologie et Santé Animale*, 2003, 43, 43–48.

Squarzoni C., Bendali F., Denormandie N., Bastiaensen P., Diop B. Les réseaux d'épidémiosurveillance dans treize pays d'Afrique de l'ouest du Pace: Etat des lieux et évaluation de leur fonctionnement en 2004. *Epidémiologie et Santé Animale*, 2005, 48, 69–80.

StataCorp, 2007. Stata Statistical Software: Release 10. StataCorp LP, College Station, TX.

Thiaucourt F. Pleuropneumonie contagieuse caprine. In: Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes. *Lavoisier*, Paris, 2003, pp. 795–808.

Toma B., Dufour B., Sanaa M., Bénet J., Shaw A., Moutou F., Louza A. Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies transmissibles majeures. A.E.E.M.A., Paris, 2001, 600 p.

**Chapitre 6 - Evaluation de la sensibilité du réseau  
d'épidémiosurveillance des maladies animales au  
Tchad pour la surveillance de la fièvre aphteuse**

## **Préambule**

L'un des principaux objectifs de la plupart des réseaux de surveillance des maladies animales en Afrique est la détection précoce des phénomènes de santé sous surveillance. A cet effet, un des principaux critères d'efficacité de ces dispositifs de surveillance est leur sensibilité. Celle-ci est définie comme la capacité du système de surveillance à détecter la totalité des cas des maladies à surveiller. Elle dépend de plusieurs facteurs notamment la prévalence de la maladie.

Dans la plupart des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales en Afrique, notamment au Tchad, la surveillance des maladies se fait sans un indicateur fiable permettant de mettre en place un dispositif adapté au contexte. La prévalence de la maladie permet d'avoir une information sur le statut de la maladie, notamment si elle est présente avec une forte ou faible prévalence ou si elle est rare. Ces informations permettront d'adopter le type de surveillance le plus efficace et d'avoir un suivi sur la capacité de détection des maladies surveillées.

L'étude réalisée consiste en l'application d'une méthode d'évaluation globale de la sensibilité d'un réseau d'épidémiosurveillance pour le cas spécifique de la surveillance de la fièvre aphteuse. Ce développement a été rendu nécessaire car, sur le terrain, seules les suspicions cliniques de fièvre aphteuse étaient répertoriées. De plus, aucun diagnostic de laboratoire n'était réalisé en vue d'une confirmation de la maladie.

## **Evaluation de la sensibilité du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad pour la surveillance de la fièvre aphteuse**

Ouagal Mahamat <sup>(1,6,7)</sup>, Brocchi Emiliana <sup>(2)</sup>, Grazioli Santina <sup>(2)</sup>, Ben Youssef Adel<sup>(3)</sup>,  
Sumption Keith<sup>(3)</sup>, Djibrine Kiram<sup>(4)</sup>, Assandi Oussiguéré<sup>(1)</sup>, Hendrikx Pascal<sup>(5)</sup>,  
Berkvens Dirk<sup>(6)</sup>, Saegerman Claude<sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Ministère de l'Elevage, Institut de Recherche en Elevage pour le Développement, N'Djaména, Tchad

<sup>(2)</sup> Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Brescia, Italy

<sup>(3)</sup> Secretariat of EuFMD Commission, FAO, Rome, Italie

<sup>(4)</sup> Ministère de l'Elevage, Direction Générale de la Planification et de Renforcement des Capacités, N'Djaména, Tchad

<sup>(5)</sup> Direction scientifique des laboratoires, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 31 avenue Tony-Garnier, 69364 Lyon Cedex 07, France

<sup>(6)</sup> Department of Animal Health, Institute of Tropical Medicine, Antwerp, Belgium

<sup>(7)</sup> Research Unit in Epidemiology and Risk Analysis applied to veterinary sciences (UREAR-ULg), Department of Infectious and Parasitic Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liege, Belgium

## Résumé

La détection précoce des maladies est l'un des principaux objectifs des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique de l'Ouest et du Centre. L'une des qualités essentielles d'un réseau de surveillance épidémiologique est sa sensibilité. Au Tchad, la fièvre aphteuse est la maladie la plus souvent suspectée par le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales (REPIMAT). Cependant, la notification des cas de la fièvre aphteuse se limite aux suspicions cliniques et aucun prélèvement complémentaire n'est réalisé en vue de la confirmation du diagnostic par un laboratoire. Afin d'apprécier la sensibilité du REPIMAT pour cette maladie, une enquête sérologique a été menée dans huit des neuf délégations régionales d'élevage les plus peuplées du pays en bovins. Les échantillons ont été analysés par le laboratoire national de référence de la fièvre aphteuse de Brescia en Italie avec l'appui de la Commission européenne de lutte contre la fièvre aphteuse. Les tests NSP 3ABC-ELISA et ELISA SP ont été utilisés respectivement pour la détection des anticorps dirigés contre des protéines non structurales (NSP) qui sont indicatifs d'une infection et des anticorps dirigés contre des protéines structurales (SP) permettant le sérotypage. La notification des suspicions cliniques a été mise en adéquation avec la séroprévalence. Des informations épidémiologiques notamment les sérotypes circulants dans le pays ont été identifiés.

Au total 796 bovins ont été prélevés. Le taux de séroprévalence individuelle est de 35,6 % (IC 95 % : 32,2 – 39,0) alors que le taux de prévalence troupeau est de 61,9% (IC 95 % : 51,9 – 71,2). Une forte corrélation est observée entre la séroprévalence estimée et le nombre de suspicions cliniques enregistrées dans le cadre du REPIMAT. La maladie est présente dans toutes les délégations régionales d'élevage enquêtées avec une plus forte prévalence dans les délégations se trouvant dans le sud du pays, zone la plus humide et où les mouvements transfrontaliers sont les plus importants. Les anticorps spécifiques pour les sérotypes A, O, SAT1, SAT2 ont été identifiés.

## 1. Introduction

En Afrique de l'Ouest et du Centre, plusieurs réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales ont été mis en place depuis la fin des années 1990. L'un des principaux objectifs de ces réseaux est la détection précoce des maladies épizootiques. Des études ont montré qu'en général ces réseaux sont presque similaires, bien formalisés et structurés (Ouagal *et al.*, 2008), cependant, peu d'informations sont disponibles quant à leur efficacité.

L'une des qualités essentielles pour un réseau de surveillance épidémiologique efficace est sa sensibilité (Dabis *et al.*, 1992; Dufour et Hendriks, 2006). Celle-ci est définie comme la capacité du réseau à détecter les cas des maladies surveillées.

La plupart des réseaux de surveillance épidémiologique en Afrique de l'Ouest et du Centre ciblent plusieurs maladies parmi lesquelles figure la fièvre aphteuse.

La fièvre aphteuse est une maladie virale hautement contagieuse, affectant les animaux artiodactyles domestiques et sauvages (Habou, 1976; Organisation mondiale de la santé animale, 2013). Il existe sept sérotypes de virus aphteux (O, A, C, SAT1, SAT2, SAT3 et Asia 1) et un nombre important de sous types répartis à travers le monde (Thiry *et al.*, 2001 ; Vosloo *et al.*, 2002). C'est une pathologie majeure à caractère transfrontalier qui cause des pertes économiques tant dans les pays indemnes lorsqu'elle émerge que dans les pays où elle est endémique de par les pertes de production qu'elle engendre (Domenech, 2011; Couacy-Hymann *et al.*, 2006). Cliniquement, la maladie est caractérisée par une fièvre pouvant atteindre 42°C, de la dépression, l'apparition d'aphtes et de l'inappétence. Chez les bovins, on note une chute de la production laitière, suivie après un jour environ par l'apparition d'aphtes dans la bouche, dans l'espace interdigital, sur le bourrelet coronaire des onglons et sur les trayons. Ces lésions s'accompagnent d'une hypersalivation, d'une incapacité à déglutir, de boiteries aiguës et de difficultés de locomotion. D'un point de vue épidémiologique, la forme de la maladie est épizootique dans les pays à l'origine indemnes, le taux de morbidité est souvent proche des 100% et le taux de mortalité est d'environ 5%. Elle engendre une mortalité plutôt chez les jeunes animaux des suites de lésions dégénératives du muscle cardiaque (Thomson et Bastos, 2004 ; Clifford, 2008).

L'impact réel de la maladie dans les pays où elle est endémique est cependant difficile à estimer en raison de ses manifestations cliniques qui ne sont pas toujours caractéristiques et qui peuvent être confondues avec d'autres affections (Gourreau, 1999). En outre, la présence d'anticorps est constatée chez un grand nombre d'animaux, notamment ceux conduits dans des modes d'élevage extensifs qui caractérisent la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Les manifestations cliniques de la fièvre aphteuse sont plus pénalisantes dans les élevages intensifs, tels que les élevages de bovins laitiers en périphérie des capitales. C'est la raison pour laquelle les vaccinations, lorsqu'elles existent, sont le plus souvent orientées vers ce type d'élevage.

L'intérêt et la pertinence des stratégies de lutte, notamment l'approche progressive de la lutte contre la fièvre aphteuse mise au point par la FAO (FAO, 2013) qui peut être conduite en Afrique de l'Ouest et du Centre, passent par une meilleure connaissance de son épidémiologie et de son impact dans les systèmes d'élevage majoritairement traditionnels de ces pays. C'est ce qui justifie l'inclusion de la fièvre aphteuse dans la liste des maladies surveillées comme c'est le cas pour le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad (REPIMAT). Cette maladie est la plus suspectée par ce réseau (Ouagal *et al.*, 2008 ; Ouagal *et al.*, 2010). Par manque de compétences et de matériels, le laboratoire national ne pouvant analyser les prélèvements de cette maladie, la notification des cas se limite à des suspicions cliniques sans réalisation de prélèvements en vue d'une confirmation de laboratoire. Les informations épidémiologiques sur cette maladie restent dès lors imprécises. Il convient par conséquent d'évaluer l'efficacité de la surveillance de cette maladie par le REPIMAT.

La présente enquête vise à évaluer la sensibilité du REPIMAT vis-à-vis de la fièvre aphteuse en mettant en adéquation la notification des suspicions cliniques enregistrées par le réseau et le niveau de séroprévalence du cheptel bovin, et à donner des informations épidémiologiques cruciales sur cette maladie notamment concernant les sérotypes qui circulent au Tchad dans une perspective éventuelle d'une vaccination.



## 2. Matériel et méthodes

En vue d'évaluer la sensibilité du REPIMAT, une enquête de prévalence sérologique de la fièvre aphteuse a été menée en 2009 dans 34 postes de surveillance du REPIMAT répartis dans huit des neuf délégations régionales d'élevage les plus peuplées du pays en bovins. Parallèlement, les suspicions cliniques enregistrées par le réseau REPIMAT de 2007 à 2011 dans ces mêmes délégations régionales d'élevage ont été répertoriées (Tableau XVII).

**Tableau XVII. Nombre de suspicions cliniques de fièvre aphteuse enregistrées au Tchad de 2007 à 2011 par délégation régionale d'élevage**

Délégations régionales d'élevage	Années					Total
	2007	2008	2009	2010	2011	
Centre	0	0	3	0	0	3
Centre-est	8	1	3	0	0	12
Est	0	0	0	2	0	2
Nord-ouest	0	0	0	7	0	7
Ouest	3	3	1	17	0	24
Sud	13	19	8	13	2	55
Sud-est	25	2	2	38	18	85
Sud-ouest	6	0	3	16	8	33
Total	55	25	20	93	28	221

### 2.1. Le réseau REPIMAT

Le REPIMAT est l'un des premiers véritables réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales qui ait été créé en Afrique subsaharienne. Il couvre l'ensemble du pays et surveille douze maladies (Ouagal *et al.*, 2010). Pour chacune des maladies surveillées, un protocole spécifique de surveillance a été élaboré. Au Tchad, la surveillance de la fièvre aphteuse est passive (c'est-à-dire clinique). Dès qu'un cas suspect est rencontré, l'agent de terrain du réseau, formé à cet effet, remplit une fiche de suspicion spécifique avec des informations cliniques et épidémiologiques sur la manifestation de la maladie. Il expédie ces

données collectées à l'unité centrale, basée à N'Djaména la capitale, qui se charge de les traiter et de diffuser les informations épidémiologiques.

## **2.2. Echantillonnage**

Pour la collecte des prélèvements, un échantillonnage aléatoire à plusieurs degrés a été réalisé. Cent six villages répartis dans 34 postes ont été tirés au hasard (fonction *alea* du logiciel Excel®). Ceci devait permettre de détecter la présence de la maladie si celle-ci était présente avec un niveau de prévalence de 3 % et un niveau de confiance de 95 %. La base du sondage était constituée de 3297 villages couverts par les 106 postes de surveillance du REPIMAT. Le nombre des animaux prélevés par village est déterminé en fonction de la taille des troupeaux, en considérant une prévalence attendue de 15 % et une précision absolue de 5%. Les animaux prélevés sont choisis au hasard parmi les animaux âgés d'un an et plus, tous sexes confondus, présentés par les éleveurs. Aucune vaccination contre la fièvre aphteuse n'est officiellement pratiquée dans le pays.

## **2.3. Collecte des échantillons**

La collecte du sang des bovins a été faite au niveau de la veine jugulaire à l'aide d'une aiguille venoject® et de tubes secs vacutainers® de 5 ml. Le sang prélevé a été gardé à la température ambiante pendant deux à trois heures pour la formation du caillot. Après l'extraction du caillot, les sérums ont été conservés sous glace (+4°C) jusqu'à leur acheminement à l'Institut de Recherches en Elevage pour le Développement (Laboratoire de Farcha basé à N'Djaména). Ces sérums ont ensuite été centrifugés à 3000 tours par minute, aliquotés dans des cryotubes nalgènes® et conservés à -20° C avant leur transport au laboratoire en charge de leur analyse. Les normes internationales en matière de transport des matériels infectieux ont été strictement respectées lors du transport des sérums du Tchad vers le laboratoire d'analyse.

## **2.4. Analyse sérologique**

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire national de référence pour la fièvre aphteuse de Brescia en Italie (IZSLER) avec l'appui de la Commission européenne de lutte contre la fièvre aphteuse (EuFMD).

Les tests ELISA NSP (3ABC-ELISA) et ELISA SP du laboratoire IZSLER, ont été utilisés respectivement pour la recherche des anticorps dirigés contre des protéines non structurales (NSP) qui sont indicatifs d'une infection et des anticorps dirigés contre des protéines structurales (SP) permettant le sérotypage et visant à identifier les sérotypes viraux qui circulent dans la région. La recherche des anticorps contre le sérotype SAT3 n'a pas été réalisée par le laboratoire faute de test validé pour ce sérotype.

ELISA NSP : Le kit 3ABC-ELISA est produit par le laboratoire IZSLER. C'est un test validé dont les performances sont comparables à celles du test de référence de l'OIE (Panaflosa screening-ELISA) et décrites dans le Manuel des tests de diagnostic et des vaccins de l'Organisation mondiale de la santé animale. Sa spécificité est supérieure à 99% et sa sensibilité varie selon le délai après l'infection et selon le statut vaccinal des animaux. Elle est de 100% chez des bovins non vaccinés et exposés à l'infection et de 86,4% chez des bovins vaccinés mais porteurs du virus (Brocchi *et al.*, 2006).

ELISA SP : Le principe et la procédure du test ELISA SP sont basés sur l'usage d'anticorps monoclonaux en phase solide dans un test ELISA de compétition. Le test a été décrit pour la première fois pour la quantification des anticorps spécifiques des sous-types européens O1, A5 et C1 de la fièvre aphteuse (Brocchi *et al.*, 1990), et par la suite appliqué à d'autres maladies infectieuses (Brocchi *et al.*, 1993; Brocchi *et al.*, 2006). Plus récemment, les réactifs des tests ELISA SP pour les sérotypes O et A (anticorps monoclonaux et antigènes spécifiques du sérotype) ont été adaptés et validés pour la détection des anticorps dirigés contre des souches vaccinales actuelles ou contre des sérotypes et des variants sauvages qui circulent. Les antigènes du virus aphteux adoptés dans les nouveaux tests ELISA sont le vaccin contenant les souches O Manisa et A22 Irak, chacune respectivement associée à un anticorps monoclonal de détection et caractérisé par une réactivité intra-type à large spectre. En outre, des tests ELISA similaires pour la détection d'anticorps spécifiques pour les sérotypes Asia 1 et SAT 1 et 2 ont été décrits plus récemment (Brocchi *et al.*, 2004; Grazioli *et al.*, 2004).

Le protocole expérimental pour le test ELISA SP est le suivant : les microplaques sont sensibilisées à +4°C pendant une nuit avec 50 µl par cupule d'anticorps sérotype-spécifique dilué en condition de saturation dans le système tampon carbonate-bicarbonate à pH 9,6. Après 3 lavages, 50 µl d'antigène homologue du virus de la fièvre aphteuse sont ajoutés par cupule, à une dilution optimale prédéterminée. Après 1 heure d'incubation à 37° C suivie de lavages, des séries de dilution des sérums à tester et des sérums contrôles sont ajoutés et incubés à 37°C pendant 1 heure. Puis on ajoute par cupule 25 µl d'anticorps monoclonaux

conjugués à la peroxydase. La plaque est incubée à 37°C pendant 1 heure. Après une dernière série de lavages, une réaction colorimétrique se produit en mettant 50 µl de substrat (OPD 0,5mg/ml) dilué dans le système tampon phosphate-citrate contenant 0,02% d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à pH 5. La réaction est stoppée 10 minutes après en ajoutant 50 µl de 2NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. La densité optique est lue à une longueur d'onde de 492 nm.

La dilution optimale pour l'antigène et les anticorps monoclonaux conjugués est celle pour laquelle une densité optique de 1,5 est obtenue par titrage croisé. La première dilution des sérums examinés est 1/10. Le seuil de positivité des sérums est exprimé par la réciproque de la plus forte dilution donnant une inhibition de la réaction de 50%.

## **2.5. Analyse statistique**

Les données ont été saisies dans le logiciel Excel<sup>®</sup>2007. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Stata/MP 12.1 (StataCorp, 2011). Une régression de poisson (ou une régression binomiale négative lorsque cela s'est avéré nécessaire en raison de la variabilité extra-binomiale) a été utilisée pour tester le lien entre la séroprévalence et les délégations régionales d'élevage et entre la séroprévalence et la notification des suspicions. Lorsque plusieurs comparaisons ont été prises en compte, une correction de Bonferroni a été appliquée. Celle-ci consiste à diviser le seuil de signification (5%) par le nombre de comparaisons testées en même temps.

## **3. Résultats**

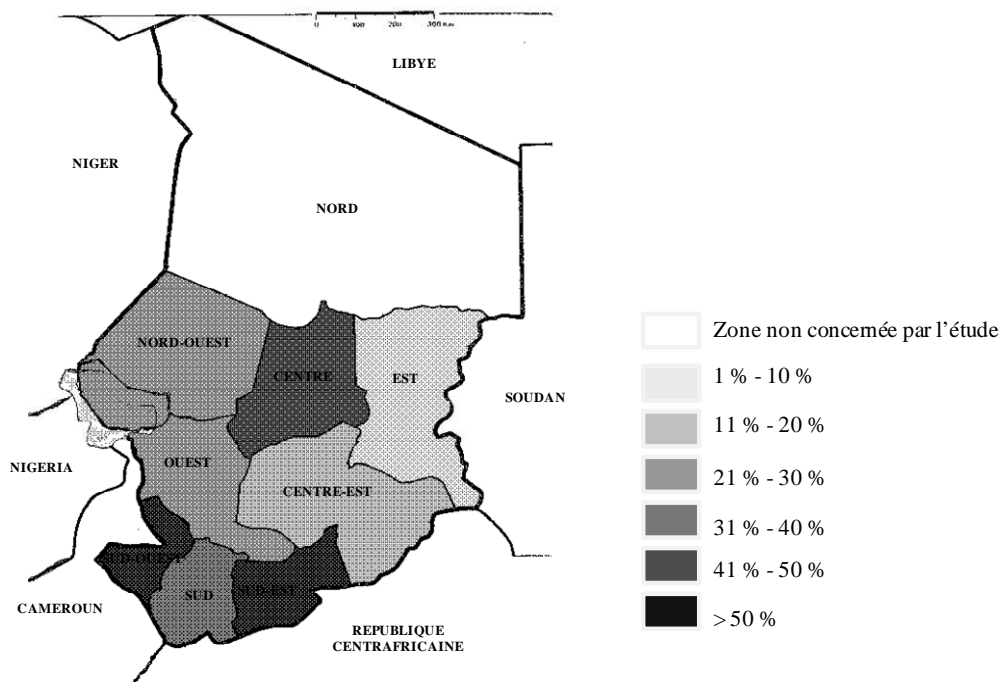
Sur 796 sérums analysés par le 3ABC ELISA, 283 se sont avérés positifs soit une séroprévalence de 35,6% (95%, IC= 32,2% - 39,0%). A l'échelle du troupeau, la séroprévalence est en général hétérogène. Globalement, elle est de 61,9% (IC 95 % : 51,9 - 71,2). Cette séroprévalence varie d'une délégation régionale d'élevage à une autre (Tableau XVIII). Elle est plus importante dans les délégations se trouvant au sud du pays et dans la délégation du Centre où la séroprévalence est égale ou supérieure à 40 % (Figure 1).

**Tableau XVIII. Taux de séroprévalence de la fièvre aphteuse au Tchad en 2009 par délégation régionale d'élevage, détectée par des anticorps anti-NSP sérotype-indépendant**

Délégations régionale d'élevage	Suspensions <sup>1</sup> %	Nombre de Sérums analysés	Nombre de Sérums positifs	Séroprévalence individuelle (%)	Séroprévalence troupeau (%)	Tests multiple <sup>2</sup>
Centre	1,4	43	19	44,2	62,5	bc
Centre-est	5,4	111	17	15,3	38,9	ab
Est	0,9	83	5	6,0	20,0	d
Nord-ouest	3,2	126	38	30,2	90,9	cd
Ouest	10,9	87	21	24,1	66,7	bcd
Sud	24,9	128	51	39,8	64,7	a
Sud-est	38,5	138	86	62,3	83,3	ab
Sud-ouest	14,9	80	46	57,5	100,0	a
Total	100,0	796	283	35,6	61,9	

<sup>1</sup> pourcentage de suspicions cliniques enregistrées de 2007 à 2011 par délégation régionale d'élevage divisé par le nombre total de suspicions ; <sup>2</sup> les délégations régionales d'élevage avec des lettres différentes sont significativement différentes les unes des autres (seuil de signification tenant compte d'une correction de Bonferroni).

**Figure 1. Distribution de la séroprévalence de la fièvre aphteuse au Tchad en 2009 dans les délégations régionales d'élevage**



L'analyse des données montre une forte corrélation entre la séroprévalence et les suspicions enregistrées par le réseau ( $p= 0,009$ ).

Le taux de séroprévalence est plus élevé chez les animaux âgés de plus de 4 ans ( $p < 0,001$ ). Il est de 30,4 % (191 positifs sur 628) pour les animaux âgés de moins de 4 ans et 54,8% (92 positifs sur 168) pour les animaux âgés de plus de 4 ans.

Les élevages transhumants et semi-sédentaires sont plus touchés que les élevages sédentaires (Tableau XIX).

**Tableau XIX. Taux de séroprévalence de la fièvre aphteuse au Tchad en 2009 par type d'élevage**

Type d'élevage	Nb de sérums testés	Nb de sérums positifs	Prévalence %
Sédentaire	690	236	34,2
Semi-sédentaire	70	29	41,4
Transhumant	36	18	50,0
Total	796	283	35,6

Les taux de séroprévalence des sérotypes O, A, SAT1 et SAT2 relevés par le test ELISA SP varient de 27,0 % à 32,2 %. Le taux des échantillons concernés par les réactions croisées est estimé à 4,5 % (Tableau XX). En effet, le taux de séropositivité pour les sérotypes Asia 1 et C sont très faibles, avec des titres d'anticorps très faibles et très probablement dus à des réactions croisées.

Chez le même animal peuvent être trouvés des titres élevés d'anticorps dirigés contre différents sérotypes.

**Tableau XX. Prévalence des anticorps des différents sérotypes de fièvre aphteuse au Tchad en 2009 par délégation régionale d'élevage**

Délégations Régionales d'élevage	Nb. de Sérums testés	Nb.de sérums positives par sérotype (ou avec un titre 4 à 5 fois supérieur pour un sérotype)				Nb. de sérums avec de réactions croisées entre deux ou plusieurs sérotypes	Nb. de sérums négatifs pour tous les sérotypes
		O	A	SAT 1	SAT 2		
Centre	43	16	3	8	7	1	19
Centre-est	111	13	1	26	9	1	70
Est	83	10	1	21	11	2	50
Nord-ouest	126	27	45	38	42	1	58
Ouest	87	9	14	21	3	2	50
Sud	128	27	48	50	44	2	38
Sud-est	138	72	74	71	88	25	20
Sud-ouest	80	41	44	21	18	2	14
Total	796	215 (27,0 %)	230 (28,9 %)	256 (32,2 %)	222 (27,9 %)	36 (4,5 %)	319 (40,1 %)

#### 4. Discussion

Au travers de cette enquête, les séroprévalences estimées à l'échelle individuelle (35,6%) et à l'échelle du troupeau (61,9%) mettent en évidence l'importance de la circulation du virus aphteux au Tchad. Un réseau efficace devrait être à même de détecter des cas cliniques. Les chiffres bruts montrent que des suspicions cliniques sont effectivement notifiées dans toutes les délégations régionales et les analyses statistiques montrent qu'il existe une forte corrélation entre le nombre de suspicions cliniques et la séroprévalence estimée ; plus la séroprévalence est élevée et plus le nombre de suspicions notifiées est important. Ce résultat permet d'objectiver que ce réseau est sensible pour la surveillance de la fièvre aphteuse. Cependant, certaines délégations régionales présentent des taux de prévalence sérologique élevée sans pour autant qu'un nombre élevé de suspicions cliniques aient été notifiées dans le cadre du REPIMAT. Dans l'hypothèse où l'on considère une manifestation clinique homogène de la maladie à travers le pays, ceci traduit des différences de sensibilité de la

surveillance à mettre probablement en relation avec des facteurs humains (motivation, formation), matériels (difficultés d'accès à certaines zones) et zootechniques (plus grande dispersion des élevages dans certaines zones).

L'estimation de la sensibilité par la séroprévalence est une approche permettant d'avoir une appréciation globale de la capacité de détection de la maladie surveillée par le réseau. Cependant elle doit être utilisée avec précaution car d'une part, la prévalence sérologique peut signifier un passage viral sur une période plus importante que la période de notification de cas cliniques considérée, ce qui entraîne un recrutement d'une proportion plus importante d'élevages dans les zones enquêtées. D'autre part, en raison du nombre important de sérotypes qui circulent et du caractère endémique de la maladie, il n'est pas certain que toutes les séroconversions s'accompagnent nécessairement de manifestations cliniques détectables par les éleveurs et les agents du réseau. Une approche quantitative de la sensibilité de la surveillance pourrait être effectuée en utilisant des méthodes de capture-recapture par la création d'une deuxième liste de cas à l'aide d'une enquête clinique rétrospective accompagnée éventuellement d'une approche sérologique avec un ciblage plus précis des classes d'âge pour permettre de dater plus précisément la période d'atteinte des troupeaux et assurer qu'elle soit contemporaine de la surveillance passive (clinique) (Vergne, 2012).

Par ailleurs, il est important de se poser la question sur le choix de l'unité épidémiologique pour présenter les résultats. La présentation des résultats à échelle des troupeaux est une approche intéressante et particulièrement parlante en termes de distribution de la maladie. La concordance entre la séroprévalence et les suspicions cliniques notifiées pose donc inévitablement la question de la pertinence des objectifs de surveillance passive de la fièvre aphteuse dans un pays comme le Tchad si l'on considère la très large distribution de la maladie. S'il apparaît que la majorité des foyers cliniques ne sont pas détectés, la correspondance entre séroprévalence et nombre de notifications montrera une faible corrélation ce qui amènera à s'interroger sur la sensibilité du réseau et notamment sur l'efficacité de la surveillance passive et des agents de terrain du réseau.

Au vu des résultats obtenus, le maintien d'une surveillance passive de la fièvre aphteuse au Tchad apparaît donc fondé, ceci d'autant plus que la détection régulière de cas cliniques est une excellente manière d'assurer en routine le fonctionnement des procédures de détection et de notification des cas cliniques par les agents de terrain du REPIMAT. Elle constitue un



estimateur global, certes grossier mais peu coûteux permettant de détecter d'éventuelles flambées épizootiques ou l'atteinte de nouvelles zones géographiques pouvant nécessiter la mise en place de mesures de lutte et, potentiellement à l'avenir, d'assurer une veille épidémiologique des principaux sérotypes qui circulent dans le pays. Il faudrait pour cela inclure la réalisation de prélèvements lors de la suspicion clinique pour permettre la confirmation du sérotype par le laboratoire et la mise en œuvre possible d'études d'épidémiologie moléculaire. La fièvre aphteuse représente ainsi un excellent marqueur de la dynamique du réseau de surveillance. Elle permet l'entretien régulier d'une vigilance globale dans les élevages de bovins du pays favorisant ainsi la détection d'autres maladies.

Les fortes séroprévalences observées dans la zone sud du Tchad sont probablement liées à plusieurs facteurs tels que les mouvements intenses du bétail dans cette zone qui favorisent la transmission de la maladie par des contacts fréquents et les regroupements de troupeaux, le climat plus humide qui favorise la survie du virus dans le milieu extérieur par rapport aux zones sèches plus au nord et la présence d'animaux sauvages tels que des buffles, antilopes et phacochères qui pourraient jouer le rôle de réservoir du virus. Au Tchad, le système d'élevage est dominé à 80% par la transhumance. Le sud du pays se trouve dans la zone soudanienne caractérisée par une pluviométrie assez abondante (800 à 1200 mm/an), un pâturage riche et un nombre important de réserves et de parcs naturels. C'est une zone de concentration et de rencontre du bétail venant de tous les horizons du pays ainsi que des pays voisins tels que le Cameroun et la République Centrafricaine, favorisant ainsi la contamination du bétail par les maladies contagieuses telle que la fièvre aphteuse.

Cette étude montre également que ce sont les animaux âgés de plus de 4 ans qui présentent la plus forte probabilité d'avoir été touchés par la maladie par rapport ceux âgés de moins de 4 ans. Les mêmes tendances ont été observées également en Ethiopie (Mohamoud *et al.*, 2011). Au-delà du caractère logique de cette constatation (plus l'animal est âgé, plus il a de chance d'avoir rencontré un virus de la fièvre aphteuse), celle-ci est vraisemblablement renforcée par la conduite de l'élevage. Généralement, les animaux jeunes pâturent autour du campement alors que les adultes sont conduits sur des longues distances à la recherche des pâturages et s'abreuvent dans les mares ou les rivières où convergent les animaux de la zone, favorisant ainsi leur exposition. Cette plus forte exposition des animaux adultes se traduit par la plus grande probabilité chez les adultes d'avoir été en contact avec plusieurs sérotypes. L'immunité maternelle peut contribuer également à la protection des jeunes. L'importance de

la conduite d'élevage se traduit aussi par la séroprévalence plus élevée observée chez les troupeaux transhumants et semi-sédentaires. Ceci constitue des facteurs de risque importants pour l'exposition des animaux et la propagation de la maladie.

Les résultats d'analyse ont mis en évidence les sérotypes A, O, SAT1, SAT2. Ces sérotypes sont régulièrement notifiés en Afrique (Habou, 1976 ; Couacy-Hymann et al., 2006 ; Nardo *et al.*, 2011 ; Mohamoud *et al.*, 2011). Leur diffusion est essentiellement facilitée par le mode d'élevage dominé par les mouvements importants et non contrôlés des animaux (FAO, 2013). En 2010, la situation mondiale de la fièvre aphteuse était caractérisée par sept pools régionaux de virus et leurs sérotypes dominants (Nardo *et al.*, 2011). Le Tchad était concerné par le cinquième pool avec les sérotypes A, O, SAT1 et SAT2. Nos résultats corroborent ces distributions régionales. Le faible taux de positivité et les faibles titres d'anticorps obtenus pour les sérotypes Asia 1 et C correspondent très certainement à des réactions croisées. En effet, le sérotype Asia1 n'a jamais été signalé en Afrique (Nardo *et al.*, 2011). Nos résultats confirment que les sérotypes Asia 1 et C ne circulent pas au Tchad et qu'une interprétation rigoureuse des résultats est nécessaire.

## **5. Conclusion**

Cette étude a permis de montrer que la fièvre aphteuse circule bel et bien au Tchad et que le réseau de surveillance REPIMAT permet d'en assurer une détection en relation avec la distribution globale de la maladie. La séroprévalence de la fièvre aphteuse a permis d'avoir une évaluation globale de la sensibilité du REPIMAT pour la surveillance de cette maladie et de montrer l'intérêt de disposer au préalable, dans le cadre d'un réseau de surveillance épidémiologique, de la prévalence de chacune des maladies sous surveillance pour permettre d'en apprécier la sensibilité. Une approche quantitative de la sensibilité nécessiterait de conduire des enquêtes complémentaires. Les informations épidémiologiques obtenues notamment la séroprévalence et l'identification des sérotypes circulants permettent de définir une stratégie de lutte contre la fièvre aphteuse au Tchad.

## 6. Remerciements

Nos sincères remerciements vont à la Direction Générale de la Coopération pour le Développement (DGCD) pour l'appui financier à la réalisation de cette étude. Nous exprimons aussi notre reconnaissance et nos remerciements à la Commission européenne de lutte contre la fièvre aphteuse et au laboratoire IZSLER de Brescia en Italie pour avoir accepté d'analyser gracieusement les échantillons qui ont servi à cette étude. Nos remerciements sont également adressés à l'Institut de Recherches en Elevage pour le Développement pour l'appui matériel.

## 7. Bibliographie

Habou A. Contribution à l'étude de la fièvre aphteuse en Afrique de l'Ouest : le cas particulier du Niger, *Thèse*, 1976, 130p.

Brocchi E., Bergmann I.E., Dekker A., Paton D.J., Sammine D.J., Greiner M., Grazioli S., De Simone F., Yadin H., Haas B., Bulut N., Malirat V., Neitzert E., Goris N., Parida S., Sørensen K., De Clercq K..Comparative evaluation of six ELISAs for the detection of antibodies to the non-structural proteins of foot-and-mouth disease virus. *Vaccine*, 2006, 24, 6966–6979.

Brocchi, E., Berlinzani, A., Gamba, D. & De Simone, F. Development of two novel monoclonal antibody-based ELISAs for the detection of antibodies and the identification of swine isotypes swine vesicular disease virus. *Journal of Virological Methods*, 1995, 52, 155-167.

Brocchi E., De Simone F., Bugnetti M., Gamba D. & Capucci L. Application of a monoclonal antibody-based competition ELISA to the measurement of anti-FMDV antibodies in animal sera. Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease. *Report of Sess. Res. Gr. St. Tech.*, Lindholm, Denmark, 1990, Appendix 14.

Brocchi, E., Gamba, D., Poumarat, F., Martel, J.I. & De Simone, F. Improvements in the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia through the use of monoclonal antibodies. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1993, 12, 559-570.

Brocchi E., Grazioli S., Yadin H., De Simone F. Validation of a Solid Phase Competitive ELISA (SPBE) based on the use a single neutralizing monoclonal antibody for the measurement of antibodies to FMDV type Asia 1. *Report of the session of the Research Group of the Standing Technical Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease*: Chania, Crete, Greece.2004. [Rome: FAO, 2004]; p. 288-297.

Grazioli S., Brocchi E., Tranquillo V., Parida S., Paton D. Development of solid phase competitive ELISAs based on monoclonal antibodies for the serology of FMDV serotypes SAT1 and SAT2. *Report of the session of the Research Group of the Standing Technical Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease*, Erice, Italy, 2008. (Rome: FAO, 2008); p. 267-276. Bronsvooort BM, Radford AD, Tanya VN, Nfon C, Kitching RP, Morgan KL. Molecular Epidemiology of Foot-and-Mouth Disease Viruses in the Adamawa Province of Cameroon. *J Clin Microbiol.*, 2004, 42(5), 2186–2196.

Domenech J. Mise en œuvre d'une stratégie mondiale pour le contrôle de la fièvre aphteuse. *79<sup>e</sup> session générale de l'OIE*. 2011, 13p.

Dufour B., Hendriks P. Elaboration et mise en place de surveillance épidémiologique des maladies à haut risque dans les pays développés. *Rev. tech. sci. off. int. Epiz.*, 2006, 25(1), 187-198.

Couacy-Hymann E., Aplogan G. L., Sangaré O., Compaoré Z., Karimu J., Awoueme K.A., Seini A., Martin V. & Valarcher J. F. Étude rétrospective de la fièvre aphteuse en Afrique de l'Ouest de 1970 à 2003. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25 (3), 1013-1024.

FAO. Approche progressive de la lutte contre la fièvre aphteuse (PCP-FMD). Principes directeurs, description des étapes et conditions à remplir. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/eufmd/docs/PCP/FrenchEdited.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/PCP/FrenchEdited.pdf) . Consulté le 09 mai 2013.

Dabis F., Drucker J., Morne A. Evaluer un système de surveillance. In: *Epidémiologie d'intervention*. Dabis François, Drucker J.. & Moren A., éditeurs. Arnette Blackwell, Paris, 1992, 109-141.

Gourreau J.M. La fièvre aphteuse. Diagnostic clinique et différentiel. *Bulletin des GTV*, 1999, 4, 53-57.

Clifford J.R. Foot and mouth disease In *Foreign Animal Diseases*, Seventh Edition, The United States Animal Health Association, 2008, 261-275.

Clifford J.R. Foot and mouth disease In *Foreign Animal Diseases*, Seventh Edition, The United States Animal Health Association, 2008, 261-275.

Mohamoud A., Tessema E., Degefu H. Seroprevalence of bovine foot and mouth disease (FMD) in Awbere and Babelle districts of Jijiga zone, Somalia Regional State, Eastern Ethiopia. *African Journal of Microbiology Research.*, 2011, 5(21), 3559-3563.

Nardo A. Di., Knowles N.J., Paton D.J. Combining livestock trade patterns with phylogenetics to help understand the spread of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa, the Middle East and Southeast Asia. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2011, 30 (1), 63-85.

Organisation mondiale de la santé animale. Foot and mouth disease Portal. Adresse URL : <http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/fmd-portal/about-fmd/> (consulté le 12 mars 2013).

Ouagal M., Hendriks P., Berkvens D., Ncharé A., Cissé B., Akpeli P.Y., Sory K., Saegerman C. Les réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2008, 27 (3), 689-702.

Ouagal M., Hendriks P., Saegerman C., Berkvens D. Comparison between active and passive surveillance within the network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad. *Acta Tropica*. 2010, 116, 147–151.

StataCorp, 2011. Stata: Release 12. Statistical Software. College Station, TX. StataCorp LP.

Thiry E., Baranowski E., Domingo E. Epidémiologie moléculaire de la fièvre aphteuse. *Epidémiol. et santé anim.*, 2001, 39, 59-67.

Thomson G., Bastos A. Foot-and-mouth disease. In: Coetzer, J., Tustin, R. (Eds.), *Infectious Diseases of Livestock*, 2nd Edition. Vol. 2. Oxford University Press, Oxford, 2004, Ch. 125, pp. 1324–1365.

Vergne T. Les méthodes de capture-recapture pour évaluer les systèmes de surveillance des maladies animales (*Thèse*). Université Paris XI : Paris, 2012, 228 p.

Vosloo W, Bastos AD, Sangare O, Hargreaves SK, Thomson GR. Review of the status and control of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa. *Rev Sci Tech*. 2002, 21(3), 437-449.

**Chapitre 7 - Elaboration d'indicateurs de  
performance du fonctionnement du réseau tchadien  
d'épidémiosurveillance des maladies animales : le  
REPIMAT**

## **Préambule**

L'efficacité d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales ne peut être appréciée qu'à travers des évaluations. L'évaluation peut être externe ou interne. La plupart des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales en Afrique ont bénéficié d'évaluations externes qui sont ponctuelles et nécessitent des ressources financières et la disponibilité des ressources humaines pour l'expertise. Ce type d'évaluation ponctuelle ne permet pas de garantir le maintien de l'efficacité d'un système de surveillance épidémiologique tout au long de la durée de son fonctionnement. Pour ce faire, une évaluation régulière et continue s'avère nécessaire. L'un des outils indispensables à cet effet sont les indicateurs de performance. Ceux-ci sont définis comme des outils de mesure quantitative ou qualitative du niveau de réalisation des activités d'un réseau d'épidémiosurveillance. Ils permettent de déceler à tout moment les points faibles du fonctionnement d'un réseau afin de proposer des améliorations qui s'imposent et d'avoir une vision longitudinale du fonctionnement du réseau d'épidémiosurveillance.

La présente étude donne une première approche d'élaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement d'un réseau de surveillance épidémiologique en prenant l'exemple du REPIMAT.

## **Elaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales : le REPIMAT**

Mahamat Ouagal <sup>1</sup>, Dirk Berkvens <sup>2</sup>& Pascal Hendrikx <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Direction des services vétérinaire, service d'épidémiologie, BP 750, N'Djaména – Tchad

<sup>2</sup> Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Département vétérinaire, B-2000, Anvers – Belgique

<sup>3</sup> Direction départementale des services vétérinaires du Gard, Mas de l'agriculture, BP 78215 Nîmes cedex 9, France

*Epidémiologie et santé animale*, 2004, 45, 101-112.



## Résumé

L'épidémiosurveillance est une méthode fondée sur l'enregistrement en continu de données sur une ou plusieurs maladies jugées prioritaires pour un pays afin de connaître leur épidémiologie en vue d'adopter une stratégie de lutte. La mise en œuvre de cet outil nécessite la mise en place d'un réseau d'épidémiosurveillance. L'efficacité et la pérennité d'un réseau sont le plus souvent appréciées à l'aide d'évaluations externes. Cependant, ces évaluations sont le plus souvent ponctuelles et peuvent s'avérer lourdes des points de vue organisationnels et financiers. Une approche complémentaire consiste à développer des outils d'évaluation interne des réseaux d'épidémiosurveillance dont l'une des caractéristiques est la régularité : les indicateurs de performance. Ces derniers sont des outils de mesure quantitative et qualitative du niveau de réalisation des activités d'un réseau. A ce jour, peu d'études ont été faites dans ce domaine pour les réseaux d'épidémiosurveillance.

Cet article présente une première approche d'élaboration d'indicateurs de performance ainsi que leur application dans le cadre du fonctionnement de 43 postes de surveillance du réseau tchadien d'épidémiosurveillance des maladies animales (REPIMAT).

Une analyse des objectifs et du mécanisme de fonctionnement du REPIMAT a permis de retenir trois principales composantes à savoir les intervenants de terrain, la cellule d'animation et le laboratoire.

Les activités de chacune de ces composantes ont été inventoriées. L'analyse des résultats attendus de ces activités a permis l'élaboration de la liste des indicateurs de performance qui peuvent être utilisés dans le cadre du fonctionnement du REPIMAT.

L'application de ces indicateurs a permis de mettre en évidence les points faibles de chaque composante. La marge de progrès de la cellule d'animation varie de 0% à 67%, celle des intervenants du terrain de 30% à 100% et enfin celle du laboratoire de 67% à 97%.

## 1. Introduction

L'élevage représente au Tchad la deuxième source de revenu national après l'agriculture. Le cheptel est estimé à 6,3 millions de bovins, 6,6 millions de petits ruminants, un million de camélidés et 500 000 équidés (Ministère de l'élevage, 2001).

Le Tchad occupe une place stratégique entre l'Afrique de l'Ouest, considérée indemne de peste bovine, et l'Afrique de l'Est, où des foyers sont encore actifs. L'épidémiologie de nombreuses maladies animales y est encore mal connue (Ministère de l'élevage, 1998). Ceci a conduit le pays à mettre en place en 1995 un réseau d'épidémiosurveillance (Hendrikx *et al.*, 1997) baptisé réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad (REPIMAT).

Les objectifs de ce réseau sont de surveiller les maladies animales prioritaires, dont la liste est publiée par arrêté ministériel ; de détecter précocement les nouveaux foyers de ces maladies ; de recueillir les données quant à leur répartition géographique, prévalence et incidence, et de transmettre l'ensemble des informations traitées aux autorités chargées de l'élevage, de la santé animale et de la santé humaine pour ce qui concerne les maladies à caractère zoonotique. Les maladies surveillées par le REPIMAT sont la peste bovine, la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB), la pleuropneumonie contagieuse caprine (PPCC), la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants (PPR), le charbon bactérien, la pasteurellose et la trypanosomose.

Ce réseau est fondé sur la circulation des données entre le terrain, la Direction des services vétérinaires (DSV) et le Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha (figure 2).

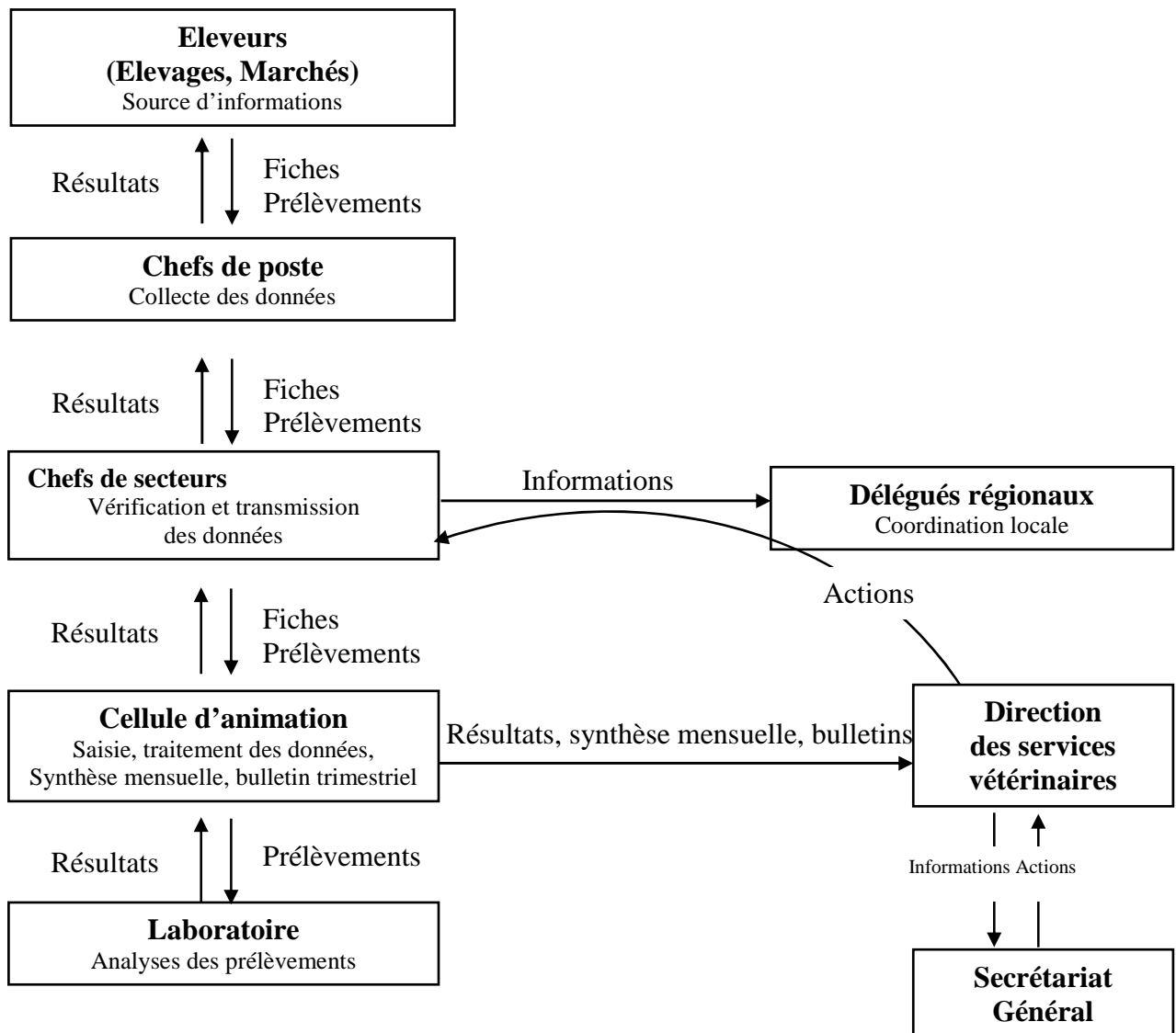
La collaboration entre les institutions impliquées dans le REPIMAT est matérialisée par un comité de pilotage, un comité technique et une cellule d'animation.

Le comité de pilotage est l'organe de décision du réseau. Il a pour rôle de définir les modalités de son organisation et de son fonctionnement du réseau ; d'en fixer les objectifs sanitaires du réseau et de discuter les protocoles de surveillance proposés par le comité technique.

Le comité technique est l'organe technique. Il a pour rôle d'élaborer les protocoles de surveillance des maladies concernées par le réseau ; de proposer les modes d'organisation et de fonctionnement du réseau, de discuter des résultats des analyses réalisées dans le cadre de l'épidémiosurveillance et de former les acteurs de terrain.

La cellule d'animation constitue l'unité centrale du réseau. Elle a pour missions d'assurer la coordination des activités du réseau dans son ensemble.

**Figure 2 : schéma fonctionnel du REPIMAT**



L'épidémiosurveillance est une méthode fondée sur l'enregistrement en continu de données sur une ou plusieurs maladies jugées prioritaires pour un pays afin de connaître leur épidémiologie en vue d'adopter une stratégie de lutte (Toma *et al.*, 2001).

A ce jour, les principes généraux de la mise en place des réseaux d'épidémiosurveillance sont bien connus et codifiés notamment dans le code zoosanitaire international de l'Office international des épizooties (OIE) ainsi que dans des guides pratiques de l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Dans les accords internationaux (Organisation mondiale du commerce), une connaissance fiable et continue de la situation épidémiologique du cheptel est devenue indispensable pour les pays qui veulent exporter leurs produits. La qualité de ces réseaux de surveillance devient

donc un des critères majeurs dans l'analyse du risque réalisé par les pays importateurs. L'efficacité d'un réseau peut être appréciée par sa représentativité, sa sensibilité, sa spécificité, sa réactivité et sa simplicité (François *et al.*, 1992).

Le suivi en continu de la qualité des réseaux d'épidémiologie ainsi que l'entretien de la reconnaissance internationale de ces réseaux rendent nécessaire une évaluation régulière du système. L'évaluation des réseaux d'épidémiologie, quand elle est effectuée, repose essentiellement sur des évaluations ponctuelles externes. Des méthodes d'évaluation des réseaux de surveillance épidémiologique existent (Dufour, 1994). En 1997, l'une d'elle a été utilisée pour l'évaluation externe du REPIMAT (Dufour *et al.*, 1998). Une approche complémentaire consiste à développer des outils d'évaluation internes : les indicateurs de performance. Ils permettent le pilotage du réseau par leur animateur en indiquant à tout moment l'insuffisance du système et en proposant les clés pour l'amélioration (FAO/AIEA, 2000).

Cet article présente une première démarche qui a été employée pour élaborer les indicateurs de performance du REPIMAT et leur application dans le cadre du fonctionnement régulier de ce réseau.

## **2. Matériel et méthodes**

L'élaboration des indicateurs de performance est fondée sur l'analyse approfondie du fonctionnement du REPIMAT. L'objectif est de lister l'ensemble des activités prioritaires du réseau, d'en formaliser les résultats attendus afin d'aboutir à la construction des indicateurs de performance calculables.

Pour effectuer ce travail, nous avons listé l'ensemble des activités qui sont menées par les acteurs du réseau. Un résultat attendu a été affecté à chacune de ces activités, ce qui nous a permis de formuler un indicateur pour la réalisation effective de chacune de ces activités.

Les indicateurs de performance reposent sur le plan de travail établi pour chacun des acteurs impliqués :

- L'agent enquêteur qui est généralement le chef de poste vétérinaire, effectue mensuellement la visite de 4 villages au minimum pour la recherche des maladies sous surveillance, réalise 2 enquêtes dans des marchés à bétails de sa localité et élabore des rapports mensuels;
- Le chef de secteur d'élevage effectue des missions de supervision des postes relevant de son secteur. Il contrôle, envoie les données des agents enquêteurs de son secteur à la cellule

d'animation basée à N'Djaména et élabore un rapport mensuel de ces activités dans le cadre du réseau;

- Le délégué régional d'élevage effectue des missions de supervision des activités du réseau dans les secteurs d'élevage relevant de sa zone et élabore un rapport mensuel de ces activités dans le cadre du réseau.

Les agents sont indemnisés en fonction de la qualité et la quantité des données transmises à la cellule d'animation.

L'élaboration des indicateurs de performance est fondée sur l'observation et le suivi de ces 43 postes stratégiques du REPIMAT répartis dans 8 délégations régionales d'élevages. Les Services vétérinaires au Tchad comptent 140 postes vétérinaires répartis dans 27 secteurs d'élevages eux-mêmes répartis dans neuf délégations régionales d'élevages. Le suivi a duré d'avril 2002 à mars 2003.

Toutes les données envoyées par les intervenants de terrain ont été saisies dans une base de données relationnelles développée avec le logiciel Access® 2000 sous Windows millenium®. Les données utiles à l'élaboration des indicateurs (nombre de suspicions, nombre de prélèvements, nombre d'enquêtes "marché", dates de visite, dates de réception des données à la cellule d'animation, dates de saisie des données etc.) ont été extraites de cette base.

Afin d'apporter des éléments d'appréciation sur l'efficacité relative de différentes modalités de surveillance et compléter certaines informations sur les indicateurs, les 43 postes ont été divisés en deux groupes et répartis aléatoirement par délégation régionale d'élevage. Ainsi 22 postes réalisent des rotations dans huit villages (troupeaux) à raison de quatre visites au minimum par mois.

Les villages ont été choisis au hasard parmi une liste de 20 à 40 villages et sont situés dans un rayon de 50 km de chacun des postes. Vingt et un postes réalisent également par mois la visite de quatre villages minimum sans revenir obligatoirement dans un village déjà visité. Cependant, en cas d'un événement particulier ou d'appel d'un éleveur, l'agent est tenu de revenir dans le village déjà visité.

Afin de mieux apprécier certains indicateurs, des informations sur le fonctionnement du laboratoire (nombre du personnel, les matériels et tests de diagnostic utilisés), de la cellule d'animation ainsi que les postes de surveillance (distance entre les postes et leur secteur, les moyens de communication disponibles) ont été recueillies.

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel Stata/SE®8.0 (StataCorp. 2003) après extraction des données sur le logiciel Excel®2000.

### 3. Résultats

Le REPIMAT est à la fois un réseau d'épidémiovigilance (peste bovine) et d'épidémiosurveillance (autres maladies).

L'examen du mécanisme de fonctionnement du REPIMAT a permis de retenir trois principales composantes qui interviennent de façon plus importante dans son fonctionnement. Il s'agit des intervenants de terrain, de la cellule d'animation et du laboratoire. Les intervenants de terrain sont les agents enquêteurs des postes de surveillance, les chefs de secteur d'élevage et les délégués régionaux d'élevage.

L'analyse des protocoles de surveillance et du plan du travail a permis de lister, pour chacune des composantes du réseau, les activités prévues et les indicateurs de performance en suivant les étapes de l'épidémiosurveillance à savoir la collecte des données, leur transmission, leur analyse ainsi que le traitement et la diffusion des résultats (tableaux XXI, XXII, XXIII). L'année est considérée comme la fréquence de calcul de ces indicateurs.

**Tableau XXI: liste des activités de la cellule d'animation et leurs indicateurs de performance par rubrique**

<b>Rubrique</b>	<b>Activités</b>	<b>Indicateurs de performance</b>
<b>d'activités</b>		
Collecte des données	Superviser les intervenants de terrain	Nombre de missions de supervision réalisées par délégation régionale par an
Transmission des données	Transmettre les prélèvements au laboratoire pour analyse	Nombre de prélèvements transmis au laboratoire par an Durée moyenne de transmission des prélèvements par an
Traitement des données	Réaliser les synthèses mensuelles d'informations	Nombre de synthèses mensuelles réalisées par an
Diffusion des résultats	Publier le bulletin d'information trimestriel	Nombre de bulletins publiés par an
	Diffuser les résultats d'analyse aux intervenants de terrain	Nombre de résultats diffusés aux intervenants de terrain par an

**Tableau XXII : liste des activités du laboratoire et leurs indicateurs de performance par rubrique**

<b>Rubrique d'activités</b>	<b>Activités</b>	<b>Indicateurs de performance</b>
Analyse des données	Analyser les prélèvements transmis par la cellule d'animation	Nombre de prélèvements analysés par an
		Nombre de résultats positifs par maladie par an
Transmission des données	Transmettre les résultats d'analyse à la cellule d'animation	Nombre de résultats d'analyse transmis à la cellule d'animation par an
		Durée moyenne d'analyse des prélèvements par maladie par an

**Tableau XXIII : liste des activités des intervenants de terrain et leurs indicateurs de performance par rubrique**

<b>Rubrique d'activités</b>	<b>Activités</b>	<b>Indicateurs de performance</b>	
Collecte des données	Visiter des villages	Nombre de visites de villages réalisées par an	
	Enquêter dans les marchés à bétail	Nombre d'enquêtes "marché" réalisées par an	
	Détecter les cas des maladies (suspensions)	Nombre de suspicions réalisées par an	
	Réaliser les prélèvements relatifs aux suspicions	Nombre de prélèvements réalisés par suspicion par an	
	Elaborer les rapports d'activités mensuels		Nombre de rapports mensuels élaborés par les délégations régionales par an
			Nombre de rapports mensuels élaborés par les secteurs d'élevage par an
Superviser les activités de ses agents		Nombre de rapports mensuels élaborés par les postes de surveillance par an	
		Nombre de missions de supervision réalisées par les délégations régionales par an	
		Nombre de missions de supervision réalisées par les secteurs d'élevage par an	

Transmission des données	Transmettre les données (fiches de suspicion, prélèvements, fiches d'enquêtes "marché", rapports mensuels à la cellule d'animation)	Durée moyenne de transmission des données (fiches de suspicion, prélèvements, fiches d'enquêtes "marché", rapports mensuels) par an
--------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Pour chacune des composantes le mode et les données utiles au calcul ont été établis. A titre d'exemple, nous donnons, dans le tableau XXIV le résultat de cette étape pour la cellule d'animation.

**Tableau XXIV : mode de calcul, données utiles et critères de performance par indicateur relatif à la cellule d'animation**

<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Mode de calcul</b>	<b>Données utiles au calcul</b>	<b>Critères de performance</b>
Nombre de missions de supervision réalisées par an	Nombre de missions de supervision réalisées par an/nombre de missions prévues par an	Nombre de missions réalisées par an  Nombre de missions prévues par an	Représentativité
Nombre de prélèvements transmis au laboratoire par an	Nombre de prélèvements transmis au laboratoire par an/ nombre de prélèvements du terrain reçus par la cellule d'animation par an	Nombre de prélèvements transmis au laboratoire par an  Nombre de prélèvements du terrain reçus par la cellule d'animation par an	Représentativité
Durée moyenne de transmission des prélèvements au laboratoire par an	Différence entre les dates de réception des prélèvements du terrain par an et les dates d'envoi des prélèvements au laboratoire par an	Dates de réception des prélèvements du terrain  Dates d'envoi des prélèvements au laboratoire	Réactivité
Nombre de synthèses mensuelles réalisées par an	Nombre de synthèses mensuelles réalisées par an/nombre de synthèses mensuelles prévues par an	Nombre de synthèses mensuelles réalisées par an  Nombre de synthèses mensuelles prévues par an	Représentativité  Simplicité



Nombre de bulletins publiés par an	Nombre de bulletins réalisés par an/ nombre de bulletins prévus par an	Nombre de bulletins réalisés par an Nombre de bulletins prévus par an	Représentativité Simplicité
Nombre de résultats diffusés aux intervenants de terrain par an	Nombre de résultats diffusés aux intervenants du terrain par an/nombre de résultats attendus par les intervenants par an	Nombre de résultats diffusés aux intervenants par an Nombre de résultats attendus par les intervenants par an	Représentativité

Enfin, pour chacun des indicateurs de performance, les résultats attendus ont été précisés. Ainsi, les résultats obtenus ont été comparés à ceux attendus pour évaluer les marges de progrès à réaliser précisés à l'échelle de chaque paire du réseau.

Nous avons ainsi obtenu les résultats présentés dans les tableaux XXV à XXVI.

L'analyse du tableau XXV montre que la cellule d'animation a transmis au laboratoire tous les prélèvements qu'elle a reçus du terrain. La transmission des prélèvements a été réalisée dans les délais prévus. Par contre, les marges de progrès pour la diffusion des bulletins, le retour des résultats d'analyse sur le terrain et les missions de supervision sont considérables.

Le tableau XXVI montre qu'au laboratoire les marges de progrès concernant le nombre de prélèvements analysés sont importantes.

Quant au délai de transmission des résultats de la PPCB et de la PPCC, les marges ne sont pas calculées car les prélèvements les concernant n'ont pas été analysés.

Au cours de la période d'étude, le laboratoire a reçu de la cellule d'animation 769 prélèvements pour analyse. Seuls 251 prélèvements ont été traités, soit 33%.

**Tableau XXV : résultats attendus, résultats obtenus et marges de progrès pour la cellule d'animation par indicateur de performance**

<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Résultats attendus</b>	<b>Résultats obtenus</b>	<b>Marges de progrès</b>
Nombre de missions de supervision réalisées par an	12	5	58 %
Nombre de prélèvements transmis au laboratoire par an	769	769	0 %
Durée moyenne (en jours) de transmission des prélèvements au laboratoire	2	2	0 %
Nombre de synthèses mensuelles réalisées par an	12	11	8 %
Nombre de bulletins publiés par an	4	1	75 %
Nombre de résultats diffusés aux intervenants de terrain par an	769	251	67 %

**Tableau XXVI : résultats attendus, résultats obtenus et marges de progrès pour le laboratoire par indicateur de performance**

<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Résultats attendus</b>	<b>Résultats obtenus</b>	<b>Marges de progrès</b>
Nombre de prélèvements analysés et transmis à la cellule d'animation par an	769	251	67 %
Nombre de résultats positifs par an	?	7	?
Durée moyenne (en jours) de d'analyse des prélèvements par maladie par an	2-3 : PB, PPR	4	1
	2-5 : Pasto, ch. bact	10-22	17
	3-21 : PPCC, PPCB	-	-
	2 : Trypanosomose	22	20

? données indisponibles pour la prévision, - données indisponibles, PB : peste bovine, Pasto : pasteurellose, Ch. bact : charbon bactérien

Les prélèvements traités concernent essentiellement ceux des suspicions de trypanosomose, de charbon bactérien et de pasteurellose. Sept prélèvements sont positifs soit 3% (tableau XXVII).

**Tableau XXVII : situation des prélèvements par maladie au niveau de laboratoire pendant l'étude**

Prélèvements	Maladies							Total
	Ch. bact.	Pasto	PB	PPCB	PPCC	PPR	Trypano	
Nombre total	25	40	2	25	18	97	562	769
Traités	15	23	2	0	0	0	211	251
Résultats positifs	1	1	0	0	0	0	5	7
Résultats négatifs	14	22	2	0	0	0	206	244

Ch. bact. : charbon bactérien, Pasto : pasteurellose, PB : peste bovine, Trypano : trypanosomoses

Le tableau XXVIII présente les résultats obtenus, les résultats attendus et les marges de progrès pour les intervenants de terrain. De manière globale, chaque poste doit réaliser au minimum quatre visites de villages et deux enquêtes "marché" par mois soit au total 2 064 visites et 1 032 enquêtes "marché" par an pour les 43 postes.

On remarque que les délégations régionales n'ont réalisé aucune des activités prévues. La marge de progrès varie de 30% à 46% pour les postes de surveillance en ce qui concerne la collecte des données. A l'échelon des secteurs d'élevage, la marge varie de 79% à 83%.

Le retard dans la transmission des données du terrain à la cellule d'animation varie de 8 à 28 jours.

Pour ce qui concerne le nombre de suspicions et de prélèvements, les marges de progrès ne sont pas calculées car il est difficile, à partir de cette étude, de faire une prévision.

**Tableau XXVIII : résultats attendus, résultats obtenus et marges de progrès pour les intervenants de terrain par indicateur de performance**

<b>Indicateurs de performance</b>	<b>Résultats attendus</b>	<b>Résultats obtenus</b>	<b>Marges de progrès</b>
Nombre de visites de villages réalisées par an	2064	1452	30 %
Nombre d'enquêtes "marché" réalisées par an	1032	562	46 %
Nombre de suspicions réalisées par an	?	355	?
Nombre de prélèvements réalisés par an	?	820	?
Nombre de rapports mensuels élaborés par les délégations régionales par an	96	0	100 %
Nombre de rapports mensuels élaborés par les secteurs d'élevage par an	312	65	79 %
Nombre de rapports mensuels élaborés par les postes de surveillance par an	516	340	34 %
Nombre de missions de supervision effectuées par les délégations régionales par an	32	0	100 %
Nombre de missions de supervision effectuées par les secteurs d'élevage par an	104	18	83 %
Durée moyenne (en jours) de transmission des fiches de suspicion par an	7	27	20
Durée moyenne (en jours) de transmission des prélèvements par an	7	25	18
Durée moyenne (en jours) de transmission des fiches d'enquêtes "marché" par an	7	35	28
Durée moyenne (en jours) de transmission des rapports mensuels des délégations régionales par an	15	-	-
Durée moyenne (en jours) de transmission des rapports mensuels des secteurs d'élevage par an	15	-	-
Durée moyenne (en jours) de transmission des rapports mensuels des postes de surveillance par an	15	23	8

- données indisponibles    ? données indisponibles pour la prévision

Une forte corrélation a été mise en évidence entre le nombre de suspicions et le nombre de visites. Une différence très significative ( $p < 0,05$ ) a également été observée entre les postes

actifs et passifs. Les postes réalisant les rotations dans les mêmes villages ont plus suspecté de maladies que les postes ne retournant pas dans les mêmes villages.

La durée de transmission des fiches de suspicions des postes de surveillance à la cellule d'animation est présentée dans le tableau XXIX. Elle varie de 6 à 75 jours avec des écarts-types importants sauf pour les fiches de suspicion de peste bovine et de la PPR.

**Tableau XXIX: durée de transmission (en jour) des fiches de suspicions par maladie des postes de surveillance à la cellule d'animation**

Maladies	Nombre de fiches	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Peste bovine	1	6,00	-	6	6
Pasteurellose	12	12,58	20,30	3	74
PPR	13	17,46	11,52	4	40
Charbon bactérien	12	20,67	7,28	8	34
PPCB	6	21,67	26,96	1	74
PPCC	3	26,33	18,77	6	43
Trypanosomose	143	27,42	14,57	1	74
Fièvre aphteuse	165	28,73	16,21	3	75

#### 4. Discussion

La méthode d'élaboration des indicateurs de performance retenue dans le cadre de ce travail (inventaire de toutes les activités prioritaires du réseau et affectation d'un indicateur de performance pour chacune d'elle) s'est avérée opérationnelle pour formaliser des tableaux de bord calculables.

Cette méthode a cependant l'inconvénient de proposer un nombre important d'indicateurs (une quarantaine) qu'il n'est pas facile de suivre en continu de manière régulière. Il apparaît donc nécessaire de développer une méthode complémentaire permettant d'opérer un choix parmi les indicateurs de performance de manière standardisée et répétable.

L'élaboration et le calcul d'indicateurs de performance a permis d'effectuer la comparaison de l'efficacité de deux modalités d'activation de la surveillance passive, à savoir la réalisation des visites régulières dans les mêmes villages ou le changement de village à chaque visite. Nos résultats ont montré une différence significative entre ces deux modalités de surveillance. Les postes à visites répétées réalisent plus de suspicions de maladies que les autres. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les postes à visites répétées sont plus en contact avec les éleveurs ce qui leur permet d'instaurer un climat de confiance qui peut entraîner l'éleveur à présenter plus facilement les animaux malades à l'agent.

L'écart entre ces deux modalités de surveillance peut cependant potentiellement se combler avec le temps. Il faudra en effet plus de temps pour bien connaître les éleveurs de leur zone aux postes de surveillance qui se rendent aléatoirement dans tous les villages de leur zone.

La modalité de surveillance par visites répétées peut manifestement apparaître efficace dans le cadre des réseaux d'épidémiosurveillance car un échantillon représentatif d'éleveurs d'une zone peut être suffisant pour apprécier la prévalence ou l'incidence d'une maladie. Cette modalité sera cependant, obligatoirement insuffisante dans le cadre de l'épidémiologie. En effet, les postes réalisant les rotations dans les mêmes villages ont un champ d'investigation réduit. Ils pourront ainsi passer à côté d'un événement rare.

Les résultats attendus pour le nombre de suspicions et le nombre de prélèvements ne peuvent être que difficilement connus à l'avance, il est bien souvent nécessaire de réaliser des études complémentaires sur la prévalence de la maladie surveillée ou des maladies nécessitant un diagnostic différentiel.

Il en est de même pour le nombre de résultats positifs. En effet, si les protocoles de surveillance sont très sensibles, les agents sur le terrain vont collecter un grand nombre de prélèvements qui ne seront pas positifs au laboratoire, ce n'est ni imputable aux agents ni au laboratoire, mais au protocole. De plus, avoir un protocole très sensible peut être intéressant pour l'épidémiologie. Il convient donc d'être prudent sur l'interprétation des marges de progrès des indicateurs.

Théoriquement, un réseau efficace doit réaliser 100% des activités prévues. Mais, dans la pratique, ce résultat est difficile, voire impossible à atteindre. Comme nous venons de le noter dans nos analyses, les marges de progrès sont rarement nulles. De nombreux facteurs influencent le bon déroulement des activités. C'est pourquoi, il serait réaliste de fixer, pour chacun des indicateurs, un seuil objectif par rapport aux résultats attendus. La performance est

alors jugée à partir de ce seuil. Il est possible ensuite de faire évoluer ces seuils en fonction du degré d'atteinte des objectifs. Par exemple, dans le cadre du REPIMAT on peut fixer le seuil de visites de villages à 90%, le nombre de rapport mensuel à 10 par an, le pourcentage des prélèvements traités par le laboratoire à 95% etc.

L'élaboration des indicateurs de performance de fonctionnement d'un réseau d'épidémiosurveillance nécessite une parfaite connaissance du réseau en question et une démarche rigoureuse.

Comme pour le fonctionnement d'un réseau, la difficulté du système d'indicateurs tient plus à son fonctionnement effectif dans le temps (qui passe par la collecte régulière des données nécessaires, la mise à jour, la fréquence de calcul, l'interprétation des résultats et la mise en œuvre des actions correctives) qu'à son élaboration.

La fréquence de calcul de ces indicateurs doit être établie. Dans cette étude nous avons prévu un calcul annuel mais il peut être hebdomadaire, mensuel, trimestriel, semestriel ou annuel. La fréquence de calcul peut être modifiée au cours de temps suivant l'importance des indicateurs et des objectifs à atteindre. Plus les résultats évoqueront une marge de progrès importante, plus une fréquence de calcul élevée sera utile pour améliorer les points critiques du réseau.

Les indicateurs de performance ne sont pas seulement des paramètres d'évaluation du réseau mais ils peuvent apparaître également comme de bons outils de motivation de ses acteurs. En effet, la publication des résultats à travers le bulletin d'information du réseau permet aux acteurs de mesurer leur performance et de se comparer aux autres membres du réseau. Les indicateurs peuvent également être utilisés comme critère d'attribution des rétributions des agents de terrain. Par exemple, dans le cadre du REPIMAT, les indemnités des intervenants de terrain sont versées en fonction de la qualité et de la quantité ainsi que du respect des délais de transmission des données reçus par la cellule d'animation.

Le calcul des principaux indicateurs de performance nous a donné une estimation de la qualité de fonctionnement du réseau.

Suivant les marges de progrès, les causes de déficiences constatées peuvent être recherchées en faisant appel aux indicateurs de diagnostic qui permettent d'identifier là où sont apparues exactement les déficiences.

C'est en cela que réside l'intérêt des indicateurs de performance : proposer des actions d'amélioration du fonctionnement du réseau et en mesurer la mise en application.

## 5. Conclusion

Cette étude a montré qu'il était possible d'élaborer des indicateurs de performance de réseaux d'épidémiosurveillance et de les appliquer au fonctionnement d'un réseau tel que le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad. Ces indicateurs ont permis d'objectiver certains dysfonctionnements en attribuant une valeur quantitative qu'il sera désormais possible de suivre dans le temps. Ils ont également permis de comparer deux modalités d'activation de la surveillance passive des maladies animales prioritaires. Ceci montre l'intérêt des indicateurs de performance en tant qu'outil d'analyse et de suivi du fonctionnement des réseaux d'épidémiosurveillance qui trouvent ainsi leur place en complément de l'évaluation ponctuelle.

## 6. Bibliographie

Dufour B. Proposition d'application de la méthode HACCP au fonctionnement des réseaux d'épidémiosurveillance. *Epidémiol. et santé anim.*, 1994, 26, 77-86.

Dufour B., Ouagal M., Idriss A., Maho A., Saboum M., Bidjeh K., Hagggar A., Delafosse A. Evaluation du réseau d'épidémiosurveillance tchadien : le REPIMAT. *Epidémiol. et santé anim.*, 1998, 33, 133-140.

FAO/AIEA. Guidelines for the use of performance indicators in rinderpest surveillance programme. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, 2000.

François D., Jacques D., Alain M. Evaluer un système de surveillance. In: *Epidémiologie d'intervention*. François D., Jacques D. & Alain M, éditeurs. Arnette, Paris, 1992, 109-141.

Hendrikx P., Ganda K., Ouagal M., Hagggar A., Saboum M., Maho A., Idriss A. Le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad. *Rev. scie. et tech. OIE*, 1997, 16, 759-768.



Ministère de l'élevage. Réflexion prospective sur l'élevage au Tchad. Ministère de l'élevage, 1998, N'Djaména.

Ministère de l'élevage. Rapport annuel d'activité. Ministère de l'élevage, 2001, N'Djaména.

StataCorp. Stata Statistical Software : release 8.0. College Station, 2003, TX : Stata Corporation.

Toma B., Dufour B., Sanaa M., Bénet J.J., Shaw A., Moutou F., Louzà A. - Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies transmissibles majeures. Deuxième édition, 2001, A.E.E.M.A, Paris

**Chapitre 8 - Estimation du coût d'un réseau  
d'épidémiosurveillance des maladies animales en  
Afrique centrale : le cas du réseau tchadien**

## **Préambule**

La mise en place et le fonctionnement d'un dispositif de surveillance nécessite des moyens humains, matériels et financiers. Son bon fonctionnement est lié à plusieurs facteurs dont le plus important est d'ordre financier. Un réseau est un outil pérenne nécessitant un financement en continu pour son fonctionnement. En Afrique, la plupart des réseaux de surveillance épidémiologique ont bénéficié pour leur mise en place et leur renforcement de l'appui de projets ou de programmes limités dans le temps.

La vie d'un réseau de surveillance épidémiologique est compromise s'il ne dispose pas d'un financement continu. Celui-ci ne peut être assuré que s'il est pris en compte dans le budget de l'Etat. Cependant, à combien est estimé le coût d'un dispositif de surveillance en Afrique comme le REPIMAT ? Quelles sont les différentes charges du coût global et leur poids à chaque niveau d'intervention ? Ce coût est-il supportable par l'Etat ? Cette étude avait pour but de répondre à ces questions.

## **Estimation du coût d'un réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique centrale : le cas du réseau tchadien**

Mahamat Ouagal <sup>(1, 2, 5)</sup>, Dirk Berkvens <sup>(2)</sup>, Pascal Hendrikx <sup>(3)</sup>,  
Fabienne Fecher-Bourgeois <sup>(4)</sup>, Claude Saegerman <sup>(5)</sup>

(1) Ministère de l'Élevage, Direction des Services vétérinaires, Service d'Épidémiologie, B.P. 750, N'Djaména, Tchad

(2) Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Département de Santé Animale, Unité d'Épidémiologie et de Statistiques appliquées, Nationalestraat 155, B-2000 Anvers, Belgique

(3) Direction scientifique des laboratoires, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 31 avenue Tony Garnier, 69364 Lyon Cedex 07, France

(4) Université de Liège, Département d'Économie, Boulevard du Rectorat 7, B31, B-4000 Liège, Belgique

(5) Université de Liège, Faculté de médecine vétérinaire, Département des maladies infectieuses et parasitaires, Unité de Recherche en Épidémiologie et Analyse de Risques appliquées aux Sciences vétérinaires (UREAR-ULg), Boulevard de Colonster 20, B42 Sart-Tilman, B-4000 Liège, Belgique

## **Résumé**

En Afrique subsaharienne, la plupart des réseaux d'épidémiologie des maladies animales ont été financés temporairement par des aides extérieures. La pérennité de tels outils d'aides à la décision devrait pouvoir être assurée par des fonds publics nationaux. En prenant l'exemple du réseau d'épidémiologie des maladies animales au Tchad (REPIMAT), cette étude a pour objectif d'estimer son coût en identifiant les différentes charges ainsi que les postes de dépenses par niveau d'intervention. L'estimation du coût du réseau se base sur une analyse de l'organisation du fonctionnement du REPIMAT, une collecte de données complémentaires à travers des enquêtes et des interviews des acteurs de terrain du réseau et une utilisation d'une mercuriale du pays. Ces coûts ont été ensuite comparés à ceux d'autres réseaux d'épidémiologie en Afrique de l'Ouest. Les résultats de cette étude indiquent que le coût du REPIMAT représente 3 % du budget que l'État alloue au ministère de l'Élevage. Au Tchad, d'une manière générale, comme dans les autres pays d'Afrique de l'Ouest, les charges fixes pèsent plus que les charges variables quels que soient les niveaux d'intervention. Le coût de la surveillance est lié principalement au niveau local (postes de surveillance) et au niveau intermédiaire (secteurs d'élevage et délégations régionales d'élevage) à impliquer dans la surveillance sanitaire, ainsi qu'aux équipements qu'elle nécessite. Dans les pays africains, le coût de la surveillance rapporté au km<sup>2</sup> est lié à la densité du cheptel.

## Introduction

L'élevage occupe une place importante dans l'économie de nombreux pays en développement, particulièrement en Afrique où il intervient souvent dans le produit intérieur brut à hauteur de 10 % à 20 % (Sidibé, 2003). Une des contraintes majeures au développement de ce secteur reste la maîtrise des maladies animales qui engendrent des pertes économiques parfois très importantes et dont les conséquences sociales sont souvent très lourdes pour les éleveurs (Tambi et al., 2006). La réduction de l'incidence de ces contraintes socio-économiques passe par la prévention et la lutte contre les maladies animales. À cet effet, une bonne connaissance de la situation épidémiologique des maladies est un prérequis pour définir une stratégie de prévention et de contrôle adaptée. L'un des outils incontournables pour connaître cette situation demeure la surveillance épidémiologique événementielle (ou épidémiosurveillance).

En général, la surveillance épidémiologique est définie comme une "méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte" (Toma *et al.*, 2001). La surveillance épidémiologique événementielle est fondée sur un réseau d'acteurs de terrain (éleveurs, techniciens vétérinaires, auxiliaires d'élevage, vétérinaires) rapportant spontanément des événements sanitaires prédéfinis à un niveau central (Dufour *et al.*, 2011). Elle devrait constituer un outil pérenne de prévention et d'aide à la décision pour les Services vétérinaires.

En Afrique, ces dernières années, plusieurs réseaux de surveillance épidémiologique événementielle des maladies animales ont été mis en place. Ils sont pour la plupart financés par des aides extérieures dans le cadre de projets de recherche ou de programmes de développement (Ouagal *et al.*, 2008). Ces derniers sont en général limités dans le temps et ne permettent dès lors pas d'assurer leur pérennité.

La surveillance épidémiologique de certaines catégories de maladies animales, notamment les plus contagieuses et celles qui ont un impact sur la santé publique, est une activité régaliennne des Services vétérinaires. Son fonctionnement devrait donc en principe être majoritairement assuré par des ressources publiques nationales, mais ce n'est pas le cas pour la plupart des réseaux en Afrique, notamment celui du Tchad. L'intérêt de disposer d'un réseau

d'épidémiosurveillance des maladies animales n'est plus à démontrer (Cheikh, 2005 ; Laval, 2003 ; Tambi *et al.*, 2004). Cependant, peu d'études ont été réalisées pour estimer les coûts liés au fonctionnement d'un dispositif de surveillance événementielle des maladies animales en Afrique. Dans le Programme panafricain de contrôle des épizooties (PACE), une étude sur l'estimation du coût de la surveillance épidémiologique de quatre pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Ghana, Mauritanie et Sénégal) a cependant été réalisée (Cheikh, 2005).

La présente étude vise à estimer les catégories de coûts qu'engendre, pour un pays africain, le fonctionnement d'un réseau d'épidémiosurveillance événementielle des maladies animales. L'un des premiers réseaux en Afrique subsaharienne, le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad (REPIMAT) a été sélectionné pour conduire cette étude (Hendrikx *et al.*, 1997 ; Dufour *et al.*, 1998 ; Ouagal *et al.*, 2008 ; Ouagal *et al.*, 2010). Les résultats de ce travail ont ensuite été comparés à une étude menée dans le cadre du PACE.

## **1. Matériel et méthodes**

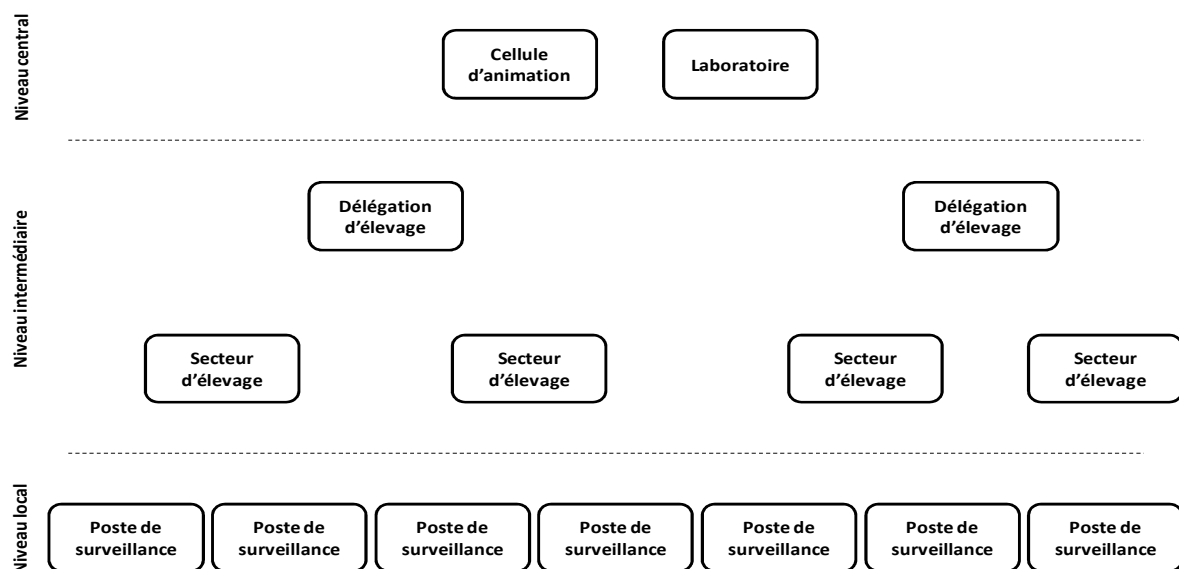
L'estimation du coût de fonctionnement du REPIMAT a été réalisée sur la base de trois niveaux d'intervention qui sont constitués respectivement de 106 postes de surveillance (niveau local), de 26 secteurs d'élevage et de huit des neuf délégations régionales d'élevage (niveau intermédiaire), et d'une cellule d'animation (niveau central). La délégation régionale d'élevage du Nord comptant deux postes de surveillance n'a pas été prise en compte dans cette étude du fait de l'indisponibilité des données en provenance de cette délégation. C'est une zone en grande partie désertique où l'élevage a une importance relativement faible par rapport aux autres délégations.

Trois étapes ont permis de réunir les données nécessaires à l'établissement du coût du fonctionnement du REPIMAT. Celles-ci sont décrites ci-dessous.

## Organisation et fonctionnement du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad

Au Tchad, la surveillance épidémiologique des maladies animales est réalisée par des agents de l'État. La première étape a consisté en une analyse approfondie de l'organisation et du fonctionnement du REPIMAT et ce, en consultant les documents de base du réseau (arrêté de création, document d'organisation, guide de surveillance). Ceci a permis d'identifier trois principaux niveaux d'intervention (local, intermédiaire et central) qui assurent la mise en œuvre des activités du réseau (Fig. 3).

**Fig. 3 : Schéma organisationnel du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad**

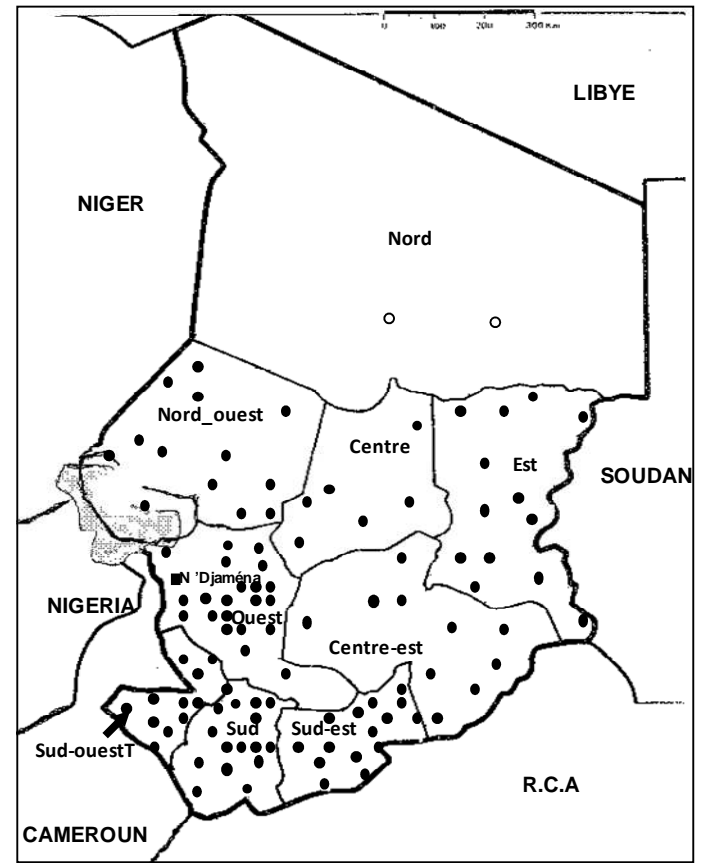


Le niveau local regroupe les 106 postes de surveillance (Fig. 4). Chacun d'eux est placé sous la responsabilité d'un chef de poste vétérinaire. Il a le grade d'un agent technique d'élevage (ATE) ou de contrôleur d'élevage (CE). Il assure l'essentiel des activités de surveillance sur le terrain, à savoir l'organisation des réunions de sensibilisation des éleveurs, la visite des élevages pour la notification des cas de suspicion en remplissant une fiche *ad hoc* et en réalisant les prélèvements nécessaires, des enquêtes au niveau des marchés à bestiaux, une surveillance aux abattoirs et enfin une transmission de toutes ces données à son chef hiérarchique qui est le chef de secteur. En plus des activités liées à la surveillance des maladies, la plupart des chefs de postes vétérinaires sont également responsables d'autres activités telles que le contrôle des exportations du bétail, la clinique vétérinaire, le suivi du



marché de bétail et sont impliqués dans certains projets tels que par exemple le Projet d'appui aux systèmes pastoraux.

**Fig. 4 : répartition des 106 postes de surveillance du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad par délégation régionale d'élevage**



●: postes de surveillance ayant pris part à l'étude (N = 106)

○: postes de surveillance n'ayant pas pris part à l'étude (N = 2) et faisant partie de la délégation régionale d'élevage du Nord (indisponibilité des données). C'est une zone en grande partie désertique où l'élevage a une importance relativement faible par rapport aux autres délégations

Le niveau intermédiaire regroupe le secteur d'élevage et la délégation régionale d'élevage. Le secteur d'élevage est l'entité hiérarchique dont dépend un poste de surveillance. Il est dirigé par un chef de secteur possédant en général le grade d'ingénieur des techniques d'élevage (ITE) ou CE. Il a pour principal rôle de valider les données collectées par les agents des postes de surveillance et de les transmettre à la cellule d'animation. En outre, il effectue des missions de supervision dans des postes de surveillance qui sont sous son autorité. En plus des

activités liées au réseau, il assure la coordination des autres activités du secteur, notamment celles des projets. La délégation régionale d'élevage est quant à elle l'unité administrative qui coiffe les secteurs d'élevage et les postes de surveillance. Elle est sous l'autorité d'un délégué régional d'élevage qui a généralement le titre de médecin ou docteur en médecine vétérinaire. Il est chargé de coordonner les activités du réseau en effectuant des missions de supervision dans sa zone d'action, et de transmettre à la cellule d'animation certaines données envoyées par les secteurs d'élevage. En plus de ces activités, il coordonne toutes les autres activités de sa zone.

Le niveau central est composé de la cellule d'animation et du laboratoire de diagnostic. La cellule d'animation assure la coordination des activités du réseau dans son ensemble (supervision, formation, analyse et diffusion des informations du réseau). Elle est composée de quatre personnes dont un animateur, un animateur adjoint, un chargé de communication et un gestionnaire des données qui ont le grade respectif de médecin ou docteur en médecine vétérinaire, ITE, CE et ATE. Le laboratoire de diagnostic a pour tâche d'analyser les échantillons du réseau sur demande de la cellule d'animation. Dans cette étude, il est considéré comme un prestataire de services. Pour ce faire, nous avons inclus les coûts de laboratoire dans ceux de la cellule d'animation.

### **Collecte d'informations complémentaires**

La deuxième étape a consisté en la collecte d'informations complémentaires, à partir d'interviews et de questionnaires auprès des acteurs du réseau des différents niveaux d'intervention (chefs de poste vétérinaire, chefs de secteur et délégués régionaux d'élevage et personnel de la cellule d'animation), de la direction des Services vétérinaires assurant la tutelle du réseau, de la direction des ressources humaines et de la direction des affaires administratives et du matériel du ministère de l'Élevage et des ressources animales. La base de données regroupant les données sanitaires du réseau de 2005 à 2008 a également été utilisée pour estimer des paramètres tels que le nombre moyen annuel de suspicions et de prélèvements ainsi que les distances moyennes parcourues pour la réalisation des réunions de sensibilisation et des enquêtes. Toutes les hypothèses contenues dans cette étude sont donc basées sur des données moyennes et factuelles de quatre années de suivi du fonctionnement du REPIMAT.

## **Affectation des coûts**

La troisième étape a consisté en l'affectation des coûts à chacune des activités et matériels indispensables au fonctionnement du réseau. Les prix d'acquisition des matériels et fournitures utilisés sont ceux fixés officiellement par l'État et repris dans une mercuriale de 2009 (République du Tchad, 2009b). Les taux des frais de missions utilisés ont été extraits du Décret N° 201/PR/PM/MFB/2009 du 06/02/2009 fixant le régime et les taux des frais de missions officielles effectuées par les autorités et agents de l'État (République du Tchad, 2009a). Comme stipulé à l'article 2 du Décret, sont considérés comme missions officielles à l'intérieur et à l'extérieur du territoire, des déplacements effectués hors du lieu d'exercice ou de la juridiction administrative pour les motifs autres que l'exécution des activités normales des autorités et agents (contrôle, supervision, sensibilisation, enquête). Ainsi, pour tout déplacement dans les zones d'action, aucune indemnité n'est attribuée.

Une enquête complémentaire au niveau des marchés de la capitale du pays a également été réalisée afin de recueillir les prix de certains produits et fournitures non mentionnés dans cette mercuriale.

Les charges fixes comprennent les salaires des acteurs du réseau (compte tenu du statut de fonctionnaire d'État de ceux-ci, les frais de personnel ont été assimilés à des charges fixes), la dotation aux amortissements et l'entretien des matériels et des équipements. Les salaires des acteurs du réseau ont été calculés en tenant compte du temps consacré aux activités de surveillance épidémiologique et de la catégorie des agents concernés exerçant une activité à l'un des niveaux d'intervention du réseau. Les grilles indiciaires des salaires du pays fixées par la loi n° 017/PR/2001 portant statut général de la fonction publique du 31/12/2001 ont été utilisées (République du Tchad, 2001). Pour chacune des catégories, compte tenu de mutations fréquentes des agents, une moyenne indiciaire de salaire a été utilisée. À partir des investigations, des discussions avec les principaux acteurs impliqués dans le dispositif et de l'expérience acquise, le pourcentage de temps passé par catégorie d'acteurs exerçant au niveau de chaque niveau d'intervention du réseau a été fixé. Ainsi le temps consacré aux activités de la surveillance a été déterminé par type d'acteur à 30 % pour un chef de poste, 20 % pour le chef de secteur, 10 % pour le délégué régional d'élevage et 100 % pour le personnel de la cellule d'animation.

Pour les équipements, des dotations aux amortissements ont été calculées en rapportant la valeur d'achat du matériel à sa durée de vie. Ainsi, les durées de vie suivantes ont été considérées : cinq ans pour un véhicule tout terrain (4x4), quatre ans pour une motocyclette et trois ans pour des congélateurs, glacières et matériels informatiques. Les bâtiments administratifs abritant les agents impliqués dans le réseau ainsi que les équipements de bureau (chaises, bureaux, armoires) n'ont pas été inclus dans le calcul du coût du réseau. Ils ont été considérés comme des biens communs servant à toutes les activités du ministère de l'Élevage, qu'un réseau existe ou pas. Pour les frais d'entretien des matériels et des équipements, notamment des véhicules, des motocyclettes et des congélateurs, une somme forfaitaire de 10 % des frais d'achat a été prise en compte.

Les charges variables sont constituées des frais de notification, de sensibilisation, de visites des élevages et des marchés, de missions de supervision, de formation et de recyclage, d'analyses des échantillons ainsi que des frais de fonctionnement courant du réseau (consommables pour assurer les prélèvements, fournitures de bureau, consommables informatiques).

Pour la transmission des données (notifications) des postes de surveillance vers les secteurs d'élevage ou les délégations régionales d'élevage, et d'un secteur d'élevage directement à la cellule d'animation ou vers les délégations régionales d'élevage, une moyenne de 20 notifications par an et par poste de surveillance a été prise en compte. La notification inclut l'envoi des rapports mensuels (soit 12 par an), des fiches de suspicion et des prélèvements. De 2005 à 2008, 838 suspicions (Tableau XXX) ont été enregistrées par le REPIMAT, soit annuellement environ deux suspicions par poste. Dans le cadre de cette étude, nous avons estimé qu'un poste disposant régulièrement des moyens nécessaires pour travailler pourrait traiter un minimum de huit suspicions par an.

**Tableau XXX : nombre de suspicions de maladies recensées par le réseau d'épidémiologie des maladies animales au Tchad, de 2005 à 2008, par délégation régionale d'élevage**

Délégations régionales d'élevage	Maladies suspectées								Total
	FA	Past.	PPCB	PPCC	PPR	CB	CS	IA	
Centre	5	0	0	0	0	1	0	0	6
Centre-est	50	1	0	0	4	2	1	0	58
Est	37	1	0	0	8	2	0	0	48
Nord-ouest	33	3	5	3	0	1	0	0	45
Ouest	102	8	10	11	8	14	4	5	162
Sud	194	6	13	3	12	7	0	0	235
Sud-est	193	5	0	0	12	7	2	0	219
Sud-ouest	47	6	0	0	4	5	1	2	65
<b>Total</b>	<b>661</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>48</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>838</b>

FA : fièvre aphteuse PPCC : pleuropneumonie contagieuse caprine CS : charbon symptomatique

Past. : pasteurellose PPCB : péripneumonie contagieuse bovine CB : charbon bactérien

IA : influenza aviaire PPR : peste des petits ruminants

Il a été considéré que la transmission des données des postes aux secteurs d'élevage et des secteurs à la délégation régionale a été réalisée en motocyclette. Par notification, la distance moyenne à parcourir entre un poste et son secteur d'élevage a été estimée à 75 km et entre le secteur et sa délégation à 100 km. La transmission des données des délégations régionales vers la cellule d'animation se fait par des agences de voyage. Les frais d'envoi supportés par ces agences ont été estimés à 2 000 FCFA par notification (soit 3,05 €).

Les frais de sensibilisation sont constitués des frais d'achat de carburant pour la réalisation de quatre réunions de sensibilisation d'éleveurs par les agents des postes de surveillance et des frais d'édition du bulletin d'information trimestriel et des supports de communication au niveau de la cellule d'animation.

Pour les frais de visite des élevages et des marchés, quatre visites d'élevages et deux enquêtes des marchés à bestiaux par mois ont été considérées. La distance moyenne à parcourir par visite d'élevage et par marché a été estimée à 40 km.

Pour les frais de mission de supervision attribuables à la cellule d'animation, le nombre moyen de quatre missions de 10 jours par an et une distance moyenne de 2 000 km par mission ont été pris en compte. Au niveau des délégations régionales d'élevage, la réalisation de six missions de supervision de cinq jours par an et une distance moyenne de 500 km par mission ont été prises en compte. Au niveau des secteurs d'élevage, la réalisation de six missions de supervision de cinq jours par an et une distance moyenne de 250 km par mission ont été prises en compte. Les distances moyennes à parcourir par mission ont été estimées en calculant les distances séparant les postes de surveillance des secteurs d'élevage, et ces derniers des délégations régionales d'élevage, en se référant à une carte routière (Institut géographique national, 2010).

Les frais liés à la sensibilisation, aux visites des élevages et marchés, de mission et de supervision sont constitués essentiellement par l'achat du carburant pour les véhicules et motocyclettes lors des déplacements des agents. Il a été estimé que la consommation d'un véhicule est de 20 litres aux 100 km et celle d'une motocyclette de cinq litres aux 100 km. Le prix d'un litre de carburant a été estimé à 670 FCFA (soit 1,02 €) (République du Tchad, 2009b).

Le coût moyen journalier d'une formation ou d'un recyclage d'un agent du réseau a été estimé à 60 000 FCFA (soit 91,44 €) et le nombre de jours de formation à trois par année.

Les frais d'analyse d'un échantillon quelle qu'en soit la nature ont été estimés à 10 000 FCFA (soit 15,24 €). Pour un fonctionnement optimal et efficace, nous avons estimé (sur la base de notre expérience), à 1 000 le nombre d'échantillons que pourrait enregistrer annuellement le REPIMAT.

Le coût de fonctionnement courant est constitué des fournitures de bureau et de consommables informatiques (encre d'imprimantes, toners), des frais d'édition des fiches d'enquêtes et des frais d'achat de consommables pour assurer des prélèvements. Un forfait a

été attribué à l'achat de consommables pour des prélèvements (par exemples, tubes, pots de prélèvements, écouvillons et lames).

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel Excel®2010. Les coûts sont exprimés en euros après conversion du franc CFA en euros en considérant un taux de conversion de 1 € pour 655,957 FCFA. Les coûts ont été subdivisés en charges fixes (charges structurelles) et variables (charges opérationnelles). Le coût du REPIMAT a ensuite été comparé aux coûts rapportés à la superficie des pays, au cheptel bovin et au cheptel animal dans sa totalité (Tableau XXXI) de quatre réseaux de l'Afrique de l'Ouest (Bénin, Ghana, Mauritanie et Sénégal) étudiés dans le cadre du programme PACE (Cheikh , 2005). Il est à noter que l'organisation des Services vétérinaires des quatre pays d'Afrique de l'Ouest et celle du Tchad sont similaires. Tous reposent, dans la mise en œuvre des activités notamment celles de la surveillance épidémiologique, sur trois niveaux d'intervention, à savoir le niveau central, le niveau intermédiaire et le niveau local avec l'implication principale de l'État.

**Tableau XXXI : Superficies et effectifs des populations humaine et animales recensés en 2005 pour cinq pays (d'après Cheikh, 2005 ; Ministère de l'Élevage et des ressources animales du Tchad, 2005)**

	<b>Bénin</b>	<b>Ghana</b>	<b>Mauritanie</b>	<b>Sénégal</b>	<b>Tchad</b>
Superficie (km <sup>2</sup> )	112 622	238 538	1 030 700	196 193	1 284 000
Populations					
Humains	7 862 944	22 409 572	3 281 634	5 734 000	9 944 201
Bovins	1 744 750	1 365 000	1 475 900	3 100 000	6 630 452
Petits ruminants	2 050 000	3 417 100	12 558 900	8 700 000	8 722 380
Porcins	322 394	300 000	-	315 000	78 162
Volailles	13 000 000	29 500 000	420 000	46 000 000	30 000 000
Asins	600	13 700	158 000	406 000	411 684
Equins	1 000	3 000	20 000	505 000	387 104
Camelins	-	-	1 230 700	4 000	1 257 783

## 2. Résultats

Le Tableau XXXII donne le coût global annuel du REPIMAT, qui est estimé à 666 349 € pour l'ensemble du dispositif comprenant la cellule d'animation, les 106 postes de surveillance, les 26 secteurs d'élevage et les 8 délégations régionales d'élevage. Par rapport au budget alloué par l'État au ministère de l'Élevage et des ressources animales et qui se chiffrait à 23 344 067 € en 2009 (République du Tchad, 2010), le coût global du REPIMAT représente 3 % de ce montant (2 % pour les charges fixes et 1 % pour les charges variables). Les charges fixes du réseau (72 %) pèsent plus que les charges variables (28 %). En outre, le rapport entre charges fixes et variables est semblable pour les autres réseaux africains : 66 % et 34 % pour la Mauritanie, 62 % et 38 % pour le Bénin, 64 % et 36 % pour le Sénégal et 80 % et 20 % pour le Ghana.

**Tableau XXXII : Répartition du coût moyen annuel du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad par niveau d'intervention et type de charges (en euros)**

<b>Niveau d'intervention</b>	<b>Charges fixes (€)</b>	<b>Charges variables (€)</b>	<b>Total</b>
Niveau local	293 388	99 862	393 250
Niveau intermédiaire	146 886	36 278	183 164
Niveau central	42 705	47 230	89 935
<b>Total</b>	<b>482 978</b>	<b>183 370</b>	<b>666 349</b>
Pourcentage	72%	28%	100%

Le Tableau XXXIII présente la répartition du coût global du réseau tchadien par niveau d'intervention par rapport aux autres pays. D'une manière générale, on note que ces répartitions suivent la même tendance. Le niveau local prédomine sur le niveau intermédiaire, suivi du niveau central.

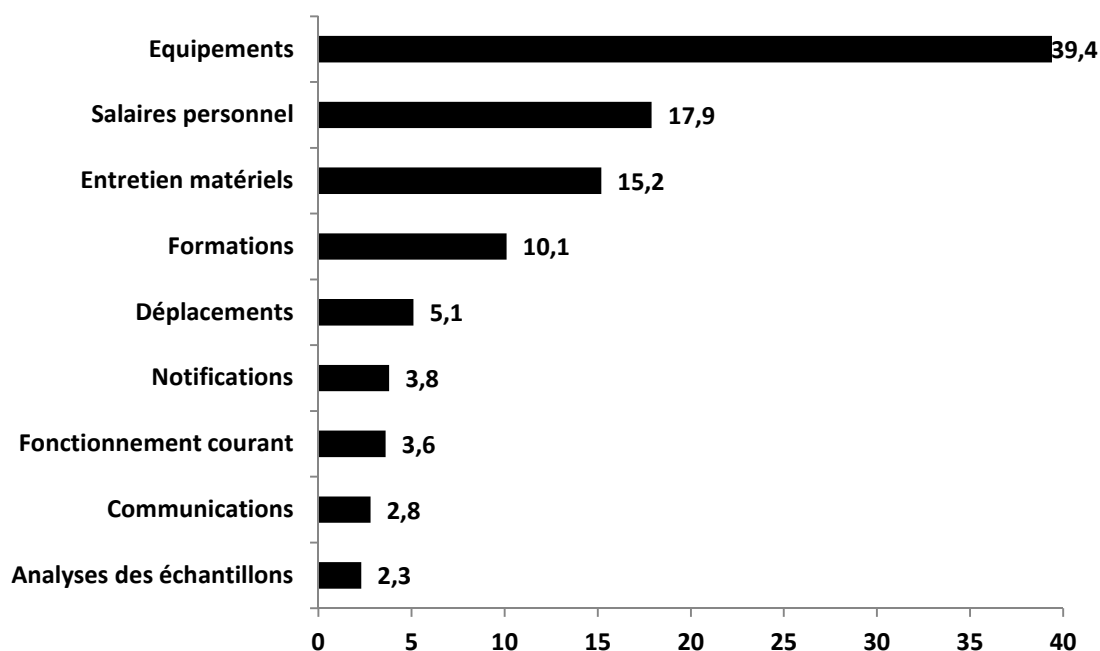


**Tableau XXXIII : répartition des coûts moyens globaux par pays et par niveau d'intervention**

Niveau d'intervention	Tchad	Mauritanie	Benin	Sénégal	Ghana
Niveau local	59%	44%	42%	45%	76%
Niveau intermédiaire	27%	32%	35%	44%	13%
Niveau central	13%	24%	23%	11%	11%

Une répartition du coût global par catégorie de postes budgétaires (Fig. 5) montre que les équipements constituent le poste le plus important (39 %) suivi des salaires du personnel (18 %) et l'entretien des matériels (15 %). Les frais d'analyses des échantillons représentent la catégorie la moins onéreuse (2 %).

**Fig. 5 : Répartition des coûts du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad en fonction des postes budgétaires (axe des ordonnées [axe des x] : pourcentage ; axe des abscisses [axe des y] : poste budgétaire)**

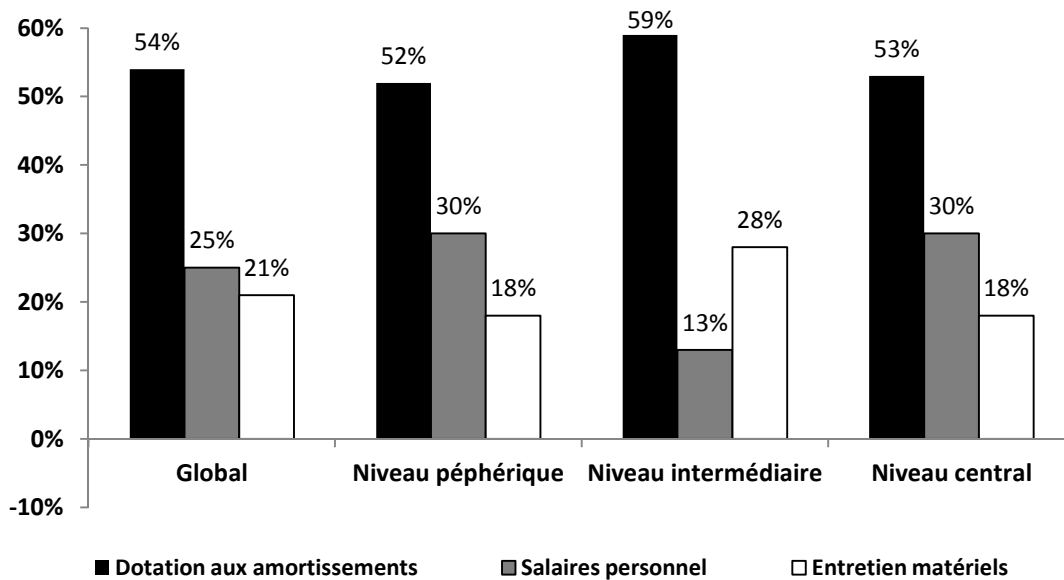


La répartition des charges fixes du REPIMAT (Fig. 6) montre globalement que la dotation aux amortissements occupe plus de la moitié de ces charges (54 %). Celle-ci est suivie par les

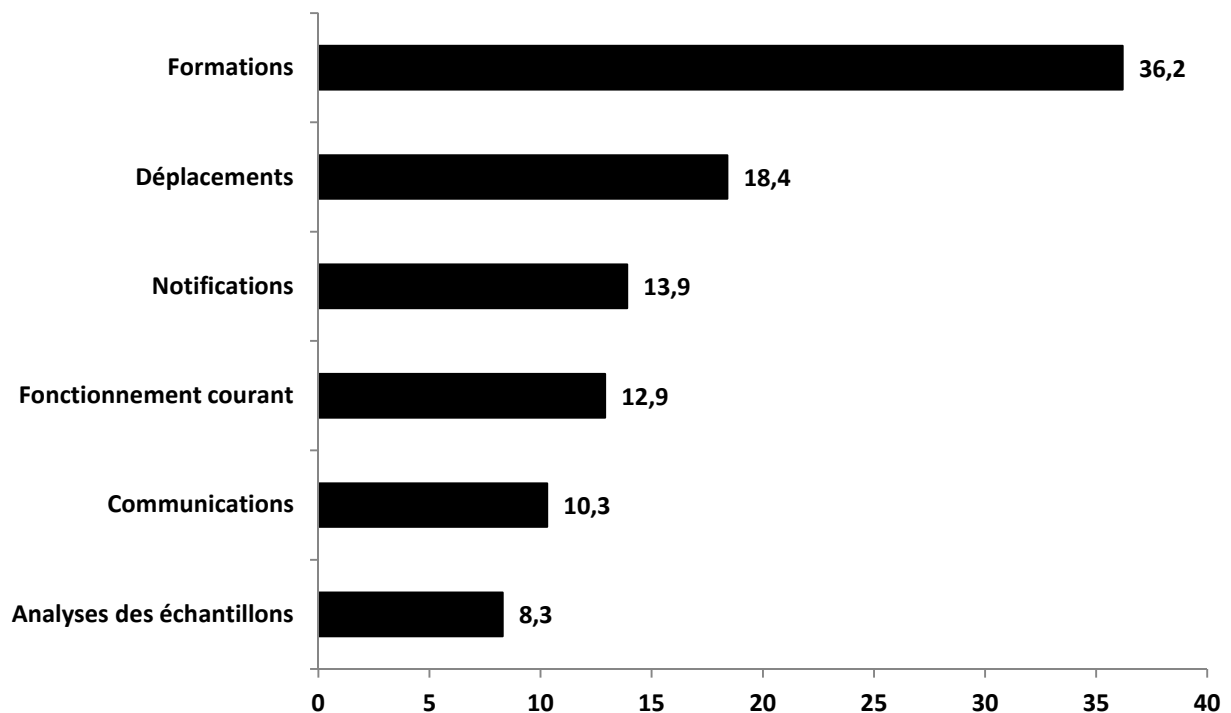
salaires du personnel impliqué dans le dispositif de surveillance (25 %) et par l'entretien des matériels et équipements (21 %). Cette répartition est assez semblable quel que soit le niveau d'intervention, à l'exception du niveau intermédiaire où l'on note que les salaires du personnel représentent une charge nettement inférieure aux salaires des deux autres niveaux.

La Figure 7 montre la répartition des charges variables globales par poste budgétaire. On note que le coût des formations des agents impliqués dans le dispositif de surveillance occupe une partie majoritaire (38 %), suivi par le coût lié aux déplacements des acteurs (19 %). Les autres rubriques représentent de 4 % à 14 % des charges variables.

**Fig. 6 : répartition des charges fixes du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad par poste budgétaire et niveau d'intervention (en %)**



**Fig. 7 : répartition de charges variables du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad par poste budgétaire (axe des abscisses [axe des x] : pourcentage ; axe des ordonnées [axe des y] : poste budgétaire)**



Une analyse détaillée des coûts de formation des acteurs du réseau et des déplacements montre que ce sont respectivement les indemnités des participants (26 %) et les frais d'achat de carburant (68 %) pour la mise en œuvre des activités (notification, sensibilisation des éleveurs, visites des élevages et des marchés et enfin missions de supervision) qui constituent les postes les plus élevés.

Le calcul du coût moyen annuel par unité de chaque niveau d'intervention (poste de surveillance, secteur ou délégation d'élevage ou cellule d'animation) indique que le coût du niveau intermédiaire est largement supérieur à celui du niveau local (Tableau XXXIV).

**Tableau XXXIV : coût unitaire moyen annuel du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad et de quatre autres réseaux d'Afrique de l'Ouest, par niveau d'intervention et par type de charges en euros)**

<b>Niveau d'intervention</b>	<b>Tchad</b>	<b>Mauritanie</b>	<b>Bénin</b>	<b>Sénégal</b>	<b>Ghana</b>
	<b>(€)</b>	<b>(€)</b>	<b>(€)</b>	<b>(€)</b>	<b>(€)</b>
Niveau local (par poste de surveillance)	3 710	4 159	2 312	4 911	5 804
Niveau intermédiaire (par région*)	16 466	12 197	34 199	54 108	13 263
Niveau central (par cellule d'animation**)	89 935	99 415	133 941	144 542	22 715

\* l'unité commune aux différentes études est la région

\*\* frais d'analyses de laboratoire inclus (voir texte)

Le coût de la surveillance au km<sup>2</sup> au Tchad (0,52 €) est proche de ceux de la Mauritanie (0,40 €) et du Ghana (0,77 €), mais nettement inférieur à ceux du Bénin (5,18 €) et du Sénégal (6,82 €) (Tableau XXXV).

**Tableau XXXV : coût moyen de la surveillance par km<sup>2</sup> et par bovin du réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad et de quatre réseaux d'Afrique de l'Ouest (en euros)**

<b>Pays</b>	<b>Coûts / km<sup>2</sup> (€)</b>	<b>Coûts / bovin (€)</b>	<b>Coûts / animal* (€)</b>
Tchad	0,52	0,10	0,014
Mauritanie	0,40	0,22	0,020
Ghana	0,77	0,36	0,014
Bénin	5,18	0,24	0,025
Sénégal	6,82	0,33	0,017

\* Toutes espèces confondues

Cette différence peut être expliquée par la densité du cheptel bovin au km<sup>2</sup> qui est plus faible au Tchad, en Mauritanie et au Ghana (respectivement 5, 2 et 6 bovins au km<sup>2</sup>) qu'au Bénin et au Sénégal (16 bovins par km<sup>2</sup>) (coefficient de corrélation de Pearson égal à 0,96 avec une valeur de  $P = 0,01$ ). Ceci tendrait à indiquer que le coût de la surveillance en Afrique est

indexé linéairement à la population bovine. Cette tendance est quelque peu confirmée par la distribution des coûts par bovin qui montre des écarts moins importants entre les cinq pays considérés (avec un minimum de 0,10 € par bovin au Tchad et un maximum de 0,36 € par bovin au Ghana). Ce résultat doit toutefois être tempéré par le fait de la présence des autres espèces surveillées. La distribution de ces espèces est très inégale entre les pays considérés (Tableau XXXV). Ainsi, lorsqu'on considère l'ensemble du cheptel animal des pays concernés, il y a toujours une relation entre le coût de la surveillance au km<sup>2</sup> et la densité du cheptel au km<sup>2</sup>, mais celle-ci est moins forte (coefficient de corrélation de Pearson égal à 0,87 avec une valeur de  $P = 0.06$ ).

### 3. Discussion

Cette étude a permis d'estimer à 666 349 € le coût annuel de fonctionnement du REPIMAT dont 72 % concernent les charges structurelles (fixes). Les résultats obtenus montrent que la mise en place d'un dispositif de surveillance nécessite un investissement plus important en équipements et salaires de personnel qu'en moyens opérationnels. Le coût de la surveillance du REPIMAT représente 3 % du montant qu'alloue l'État au ministère de l'Élevage et des ressources animales et 0,0126 % du produit intérieur brut du Tchad (<http://donnees.banquemondiale.org/pays/tchad>). À titre de comparaison, il s'agit d'un montant inférieur aux pertes directes et indirectes qu'engendrerait une épizootie de péripneumonie contagieuse bovine (estimées à 3,7 millions d'euros) et même inférieur au coût d'une campagne annuelle de prophylaxie contre cette maladie mise en place au Tchad (estimée à 1 225 000 €) (Tambiet *al.*, 2006).

La répartition du coût global de la surveillance par niveau d'intervention montre que le niveau local occupe la plus grande part en comparaison avec les autres niveaux. Cette tendance est la même dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Le poids du niveau local est attribuable au nombre élevé de postes de surveillance en charge des actions d'épidémiosurveillance. Cette activité nécessite un nombre important d'équipements et de personnes à mobiliser pour assurer la surveillance. Ce poids majoritaire du niveau local se justifie dans la logique d'un dispositif de surveillance recherchant l'efficacité maximale à travers un maillage géographique important et une proximité des agents assurant la surveillance avec les éleveurs. Par ailleurs, même si ce n'est pas le premier poste des coûts à considérer, le niveau intermédiaire représente un poids non négligeable dans le dispositif. Au Tchad, il occupe 27 % du coût global, au Sénégal 44 %, en Mauritanie 32 %, au Bénin 35 % et au Ghana 13 %. Les rôles d'animation, de supervision et de transmission des données qu'assume cet échelon sont essentiels au bon fonctionnement du dispositif. Il convient toutefois de veiller à ce que ce rôle soit effectivement correctement rempli et que le coût qu'il représente soit proportionnel aux services rendus.

Le niveau central représente la charge financière la moins importante du dispositif (13 %). Si l'on considère le rôle crucial que joue la cellule d'animation dans le maintien du fonctionnement de l'ensemble du dispositif, dans la gestion, l'analyse, le traitement et la valorisation des données qui sont collectées, son poids financier peut être considéré comme modeste.

Une analyse détaillée des charges fixes a montré que d'une manière générale et même à chaque niveau d'intervention, ce sont les dotations aux amortissements des matériels et équipements qui occupent plus de la moitié du budget du réseau. Elles sont plus élevées au niveau intermédiaire. Cette différence est due à l'acquisition des véhicules qui coûtent très cher et qui, par conséquent, augmentent le coût de la surveillance. Notons que la dotation aux amortissements ne représente pas un flux financier réel mais doit obligatoirement être considérée si l'on souhaite faire une analyse économique réaliste devant intégrer les indicateurs de durabilité. C'est donc un montant virtuel permettant de prendre en compte la part annuelle de l'utilisation des équipements et matériels lors de l'exercice comptable (Cheikh, 2005).

Les salaires occupent un quart des charges fixes et un peu moins d'un cinquième des charges globales. Ils constituent le deuxième poste le plus important après les dotations aux amortissements. Ils sont considérés comme pérennes car ils sont assurés régulièrement par l'État. Ils constituent en ce sens une garantie de stabilité et conditionnent la motivation des acteurs du réseau à s'investir dans les actions d'épidémiosurveillance.

Comme en Mauritanie, au Bénin, au Ghana et au Sénégal, ce sont les coûts de formation et de recyclage des acteurs de la surveillance qui pèsent le plus sur les charges variables. Une analyse détaillée des coûts a montré que ce sont les per diem et indemnités des participants qui sont les plus élevés. La formation et le recyclage restent des activités incontournables de l'épidémiosurveillance car d'elles dépend la réussite de l'organisation du réseau et la standardisation des méthodes de surveillance à mettre en place. L'importance de son poids financier est donc logique et constitue un indicateur d'investissement pertinent pour le fonctionnement du réseau. Généralement la formation et le recyclage des acteurs de terrain sont réalisés de façon décentralisée par l'équipe de la cellule d'animation, ce qui nécessite le déplacement de la plupart des participants entraînant un coût important de per diem et indemnités. Une formation des formateurs (délégués régionaux et chefs de secteurs d'élevage) permettant à ceux-ci de réaliser par la suite les recyclages, chacun dans sa zone d'action, pourrait être une méthode de contrôle du coût global de la formation assurant un haut degré de standardisation.

Les frais de déplacements restent le deuxième poste le plus important après les coûts de formation. La mise en œuvre des activités de la surveillance nécessite de très importants déplacements, notamment pour la notification des cas, la sensibilisation des éleveurs, les visites d'élevages et de marchés et les missions de supervision. Ces déplacements engendrent des frais importants de carburant. Les frais de déplacement sont directement liés à la superficie qui doit être couverte par les postes de surveillance et les échelons régionaux et peuvent difficilement être réduits.

Comme dans la plupart des réseaux en Afrique subsaharienne, l'insuffisante capacité de diagnostic de laboratoire demeure un maillon faible du dispositif tchadien (Ouagal *et al.*, 2008). Ainsi, cette étude a montré que les frais d'analyse des échantillons de laboratoire occupent la plus petite part des charges globales ainsi que des charges variables. Ceci peut s'expliquer d'une part par le fait que le laboratoire est pris dans cette étude comme un prestataire de services, ce qui exclut les charges fixes, notamment en équipements, qui pourraient peser davantage. D'autre part, cette proportion est due également au fait que dans le cadre du REPIMAT, le nombre d'échantillons réalisés est minime. Une plus grande efficacité du réseau, induisant un recours plus fréquent au laboratoire en vue de la confirmation des suspicions rapportées, devrait induire une augmentation significative de ce poste de frais.

Nonobstant ce qui précède et rapporté à la superficie du pays, le coût de la surveillance par km<sup>2</sup> au Tchad est supérieur à celui de la Mauritanie et est inférieur à celui du Ghana, du Bénin et du Sénégal. Le coût moyen par bovin au Tchad est inférieur à celui des quatre pays d'Afrique de l'Ouest. Lorsque l'on considère le coût moyen par animal (toutes espèces confondues), il reste un des plus faibles pour le Tchad et le Ghana. Cependant, des différences géographiques, notamment la présence de zones désertiques importantes au Tchad et en Mauritanie, mériteraient une analyse plus fine du coût ramené à la surface et à la densité de cheptel.



#### **4. Conclusion**

L'objectif de cette étude était de déterminer les coûts qu'engendre le fonctionnement du REPIMAT dans son état actuel et qui pourraient être pris en charge par les ressources nationales pour en assurer sa pérennisation. La méthode utilisée a permis de décrire les différentes charges liées à l'estimation du coût de la surveillance et leur poids dans le budget global d'un réseau. Cette étude a permis de montrer que la mise en œuvre des actions de surveillance, notamment celles du REPIMAT, entraîne d'importantes charges fixes par rapport aux charges variables comme c'est le cas des réseaux au Sénégal, au Ghana, au Bénin et en Mauritanie. Elle a montré que le coût de la surveillance est lié au nombre de personnes qu'elle implique et surtout aux équipements qu'elle nécessite. L'importance du coût au niveau local montre que le coût d'un réseau dépend beaucoup de l'effort consenti pour privilégier la sensibilité de la surveillance.

Comparativement aux actions de prophylaxie, le coût lié à la surveillance pourrait être raisonnablement pris en charge dans le budget de l'État, considérant la faible proportion que représente le coût de la surveillance par rapport au budget qu'alloue annuellement l'État au ministère de l'Élevage et des ressources animales. Ce coût du réseau n'a cependant pas été mis en relation avec son efficacité et ses perspectives d'évolution. Il conviendrait donc de mettre en place une analyse coût-efficacité du dispositif de surveillance pour avoir une estimation du coût minimum lié au fonctionnement d'un réseau efficace.

## 5. Bibliographie

Cheikh L.Y. Rapport de consultation, coûts de la surveillance épidémiologique vétérinaire, étude de cas en Afrique de l'Ouest, Bénin – Ghana – Mauritanie – Sénégal. Programme panafricain de contrôle des épizooties, Coordination régionale Afrique de l'Ouest et du Centre, 2005, 112 p.

Dufour B., Hendriks P. Surveillance épidémiologique en santé animale. Éditions QUAE & Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA), Versailles, 2011, 341 p.

Dufour B., Ouagal M., Idriss A., Maho A., Saboum M., Bidjeh K., Hagggar A., Delafosse A. Évaluation du réseau d'épidémiosurveillance tchadien : le REPIMAT. *Épidémiol. Santé anim.*, 1998, 33, 133-140.

Dufour B., Ouagal M., Idriss A., Maho A., Saboum M., Bidjeh K., Hagggar A., Delafosse A. Évaluation du réseau d'épidémiosurveillance tchadien : le REPIMAT. *Epidémiol. et santé anim.*, 1998, 33, 133-140.

Hendriks P., Ganda K., Ouagal M., Hagggar A., Saboum M., Maho A., Idriss A. Le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1997, 16 (3), 759-768.

Institut géographique national (IGN). Les spéciales de l'IGN, pays et villes du monde. Tchad, 2010, carte routière au 1 : 1 500 000, 3615.

Laval G. Analyse coût-bénéfice de méthodes de lutte contre la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB). Une application à l'échelle du troupeau dans le district du Boji, West Wellega (Éthiopie). *Épidémiol. Santé anim.*, 2003, 43, 1-9.

Ministère de l'Élevage et des ressources animales du Tchad. Rapport statistique, N'Djamena, 2005, 41 p.

Ouagal M., Hendriks P., Berkvens D., Nchare A., Cissé B., Akpeli P.Y., Sory K., Saegerman C. Les réseaux d'épidémiosurveillance des maladies animales en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2008, 27 (3), 689-702.

Ouagal M., Hendrikx P., Saegerman C., Berkvens D. Comparison between active and passive surveillance within the network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad. *Acta trop.*, 2010, 116, 147-151.

République du Tchad. Loi n° 017/PR/2001 portant statut général de la fonction publique du 31/12/2001. Fonctions publiques africaines, textes et documents, 2002-04, Observatoire des Fonctions publiques africaines, Tchad, 31 p.

République du Tchad. Décret n° 201/PR/PM/MFB/2009a fixant régime et les taux des frais de missions officielles effectuées par les autorités et agents de l'État du 6 février 2009, 4 pp.

République du Tchad. Ministère des Finances et du budget, Mercuriale des Prix 2009, n° 004MFB/CF/09 du 3 mars 2009b, N'Djaména, 87 p.

République du Tchad. Ministère des Finances et du budget, Budget général de l'État 2010, Loi n° 001/PR/2010 pour l'année budgétaire 2010.

Sidibé A.S. Les apports de l'assurance qualité à une organisation nationale vétérinaire dans les pays en développement : le cas de l'Afrique. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2003, 22 (3), 679-688.

Tambi N.E., Maina O., Mariner J. Ex-ante economic analysis of animal disease surveillance. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, 23 (3), 737-752.

Tambi N.E., Maina W.O., Ndi C. An estimation of the economic impact of contagious bovine pleuropneumonia in Africa. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25 (3), 999-1012.

Toma B., Dufour B., Benet J.J., Sanaa M., Shaw A., Moutou F. Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies transmissibles majeures, 3e édition. Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA), Maisons-Alfort, 2001, 600 pp.

## **Chapitre 9 -Discussion générale**

## **Discussion générale**

L'objectif de cette thèse est de contribuer à l'amélioration des réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique. L'efficacité d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales dépend de plusieurs facteurs, notamment de son organisation technique et institutionnelle, des modalités de surveillance utilisées, de la sensibilité de la surveillance et de son coût de mise en œuvre et de fonctionnement pour ne citer que ceux-ci (Dabis *et al.*, 1992 ; Dufour *et al.*, 2006). La réussite d'une telle activité regroupant plusieurs acteurs, structures et organismes différents, nécessite une bonne organisation fonctionnelle. La détection des problèmes de santé recherchés n'est possible que si des dispositions pratiques et techniques sont prises.

Les résultats des différentes études que nous avons conduites ainsi que la méthodologie utilisée sont discutés dans ce chapitre. Les conclusions, recommandations et perspectives sont tirées en fin de celui-ci.

### **1. Méthodologie utilisée**

La réalisation d'études portant sur des dispositifs de surveillance épidémiologique n'était pas aisée. En effet, les données des systèmes nationaux de surveillance épidémiologique n'étaient pas toujours disponibles. La première étude concernant l'inventaire et la comparaison de réseaux d'épidémiosurveillance africains était un préalable aux études suivantes et a été rendue possible grâce aux collaborations étroites entretenues avec la plupart des animateurs des réseaux de surveillance épidémiologiques des maladies animales des pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Toutes les études de cas effectuées par la suite ont porté sur le seul réseau tchadien, le REPIMAT. Ce choix est lié, d'une part, à la faisabilité des études qui nécessitent un suivi régulier sur le terrain et une disponibilité de moyens financiers et, d'autre part, le REPIMAT, créé en 1995, est l'un des premiers véritables réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales fonctionnels en Afrique subsaharienne et c'est donc celui sur lequel le plus grand nombre d'informations et de données étaient disponibles. Par ailleurs, le REPIMAT a servi de modèle à plusieurs autres réseaux africains, raison pour laquelle les résultats obtenus peuvent être extrapolés à d'autres réseaux d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Cependant, le manque, voire l'absence de confirmation par le laboratoire de certaines suspicions cliniques des maladies enregistrées dans le REPIMAT constitue une des

principales limites des études présentées. Des efforts substantiels devront être faits dans à l'avenir pour résoudre ce problème. A titre d'exemple, la confirmation des suspicions cliniques de fièvre aphteuse est cruciale pour la détermination des sérotypes viraux qui circulent. Leur identification a une importance majeure pour le choix de futurs vaccins.

Dans le cadre de ce travail de thèse, il a été considéré que les suspicions cliniques étaient légitimes.

## **2. Organisation des réseaux de surveillance épidémiologiques en Afrique de l'Ouest et du Centre**

### **2.1. Organisation institutionnelle**

Nos études ont permis de montrer que les réseaux qui se sont créés et renforcés en Afrique de l'Ouest et du Centre, dans le cadre du Programme PACE, sont en général structurés et formalisés de manière similaire. Ceci est un atout considérable pour une harmonisation de la surveillance au niveau régional ou sous régional et pourrait faciliter une évaluation de ces réseaux. Cependant, bien qu'ils soient présents dans tous les dispositifs de surveillance en Afrique, les instances de coordination et de régulation mises en place ne jouent pas souvent pleinement leur rôle, particulièrement l'instance de pilotage qui n'existe que « sur le papier » dans la plupart des réseaux. Etant une instance de décision, l'absence d'opérationnalité du comité de pilotage a un impact défavorable sur l'efficacité du fonctionnement du réseau. L'absence d'opérationnalité de cette instance est due principalement à sa composition qui comprend généralement les plus hautes autorités de certains départements impliqués qui ne sont pas souvent disponibles et ne délèguent pas leur représentation. Ceci peut expliquer la difficulté d'organiser régulièrement des réunions de pilotage. Il serait donc adéquat de revoir la composition de ces comités de pilotage ou de confier leur rôle à d'autres instances présentes dans le pays. En effet, dans les départements en charge de l'élevage, il existe généralement un comité national de lutte contre les maladies animales qui a notamment joué un rôle important pendant la crise de l'influenza aviaire. Ce comité, dont le rôle n'est pas très différent de celui du comité de pilotage d'un réseau de surveillance épidémiologique, peut valablement jouer le rôle de pilotage de la surveillance à l'échelon national. Par ailleurs, pour être efficace, un réseau doit être simple et perçu comme un service ou une unité parfaitement intégrée au sein de sa tutelle et non une entité indépendante et lourde dans ses prises de

décision. Confier le pilotage de la surveillance aux comités nationaux de lutte contre les maladies animales répondrait à cet impératif.

Un réseau est conçu avant tout pour tenir informés les services vétérinaires officiels de la situation des maladies et du progrès effectué par les programmes de contrôle ou d'éradication des maladies. Le laboratoire demeure un maillon important, incontournable et complémentaire dans la mise en œuvre des actions de surveillance épidémiologique des maladies animales. Selon les pays, la hiérarchie et la tutelle d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales diffère. Dans certains pays comme la Guinée, le laboratoire national de diagnostic vétérinaire est sous la tutelle de la direction des services vétérinaires alors que dans d'autres pays, comme le Burkina Faso, le Niger, le Sénégal et le Tchad, le laboratoire est une entité à part entière ne dépendant pas de la direction des services vétérinaires (OIE, 2006). Dans le deuxième contexte, la question de la tutelle du réseau doit être sérieusement anticipée pour assurer la réussite du dispositif. Au Tchad par exemple, à sa création en 1995, le REPIMAT était sous la tutelle du laboratoire national de diagnostic pour passer ensuite, en 2001, à la Direction des services vétérinaires. Après ce passage, il a été noté une baisse de performance et d'efficacité de ce réseau que l'on peut expliquer par le manque de ressources humaines qualifiées en épidémiologie permettant de coordonner et suivre les activités du réseau de manière appropriée. La position du laboratoire est restée confuse. On parle tantôt du laboratoire comme prestataire de service et tantôt comme partenaire du réseau. Cette confusion a contribué à un désintéressement de traitement des prélèvements du REPIMAT (Ouagal, 2003).

Pendant la période du programme PACE, dans certains pays, le réseau d'épidémiosurveillance était considéré comme une structure indépendante. Dans ce contexte, sa pérennité était alors mise en jeu. De par sa nature, la surveillance épidémiologique est une activité régaliennne des Services vétérinaires et un réseau d'épidémiosurveillance efficace s'avère déterminant pour assurer la détection rapide d'une modification du statut sanitaire d'une population animale. Le maintien des réseaux d'épidémiosurveillance au sein des Services vétérinaires est donc un des éléments permettant d'en assurer la légitimité. Cependant il est important de prendre en compte le contexte et la réalité du pays en plaçant le réseau là où il peut jouer efficacement son rôle et là où les compétences sont présentes pour en assurer la coordination.

Peu de réseaux en Afrique disposent de laboratoires capables de diagnostiquer toutes les maladies retenues pour la surveillance. Quand ces laboratoires existent, les résultats des

analyses ne sont souvent pas disponibles très rapidement. Ceci constitue un sérieux handicap dans la performance de la surveillance et entraîne inévitablement une démotivation des acteurs du réseau. La rapidité dans le diagnostic est un élément très important dans la prise d'une décision efficace. Pour ce faire, il est nécessaire de développer des outils d'aide à la décision clinique robustes (Saegerman *et al.*, 2004) et de disposer des tests de diagnostic rapide pour les premières présomptions afin de permettre aux acteurs et aux décideurs de prendre des mesures conservatoires qui s'imposent.

## **2.2. Organisation technique**

Les principaux objectifs des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales des pays enquêtés sont la détection des maladies nouvelles et la connaissance épidémiologique des maladies existantes. Ce sont donc des réseaux mixtes qui réalisent à la fois des activités d'épidémiosurveillance et d'épidémiovigilance. Ces réseaux surveillent plusieurs maladies. Il n'existe presque pas de réseaux de surveillance épidémiologique spécifiques par espèce animale ou par maladie comme ceux rencontrés, par exemple, en France (Dufour, 1995) ou en Belgique (Saegerman, 2005). Seul le Sénégal fait exception à cette règle, avec le Réseau sénégalais de surveillance dédié spécifiquement à la surveillance des maladies des volailles, le RESESAV (Cardinale *et al.*, 2000).

Pour la plupart des maladies, les sources de données sont presque les mêmes ainsi que les acteurs de terrain chargés de la collecte et de la transmission des données. L'intérêt d'avoir un réseau national unique réside dans sa capacité à s'adapter assez facilement à une modification telle que l'ajout d'une nouvelle maladie, comme ce fut le cas avec l'influenza aviaire qui a été intégrée par tous les réseaux d'épidémiosurveillance en Afrique dès son apparition. Le coût de ce type d'organisation est également moindre que de créer plusieurs réseaux spécifiques par maladie.

L'objectif d'un réseau doit être clair, précis et tenir compte des ressources disponibles pour atteindre les résultats escomptés. Il ne sert à rien de fixer des objectifs si l'on sait d'avance que l'on n'a pas les moyens techniques, humains et financiers suffisants pour les atteindre. Ainsi, il n'est ni techniquement, ni économiquement possible de surveiller toutes les maladies existantes dans un pays. Des priorités doivent être fixées. Toutefois, des dispositions techniques doivent être mises en œuvre dans les protocoles de surveillance pour être en mesure de collecter les informations sur des suspicions d'autres maladies dont l'évolution peut être préoccupante qui ne font pas partie de la liste des maladies sous surveillance. Ceci



est essentiel pour se donner les moyens de détecter l'apparition dans le pays d'une maladie animale nouvelle (encore inconnue ou exotique) ou détecter l'augmentation d'incidence d'une maladie existante. Ces données peuvent également permettre de mieux apprécier les dominantes pathologiques à l'échelon national.

La représentativité de la surveillance est un point fondamental. C'est d'elle que dépend la validité des informations produites par le réseau. Nos résultats ont montré que dans les réseaux enquêtés, les postes vétérinaires, qui font office généralement de postes de surveillance, ne sont pas tous impliqués dans la surveillance. Pour assurer une bonne représentativité, plusieurs facteurs doivent être pris en compte, notamment la représentativité des populations cibles et la représentativité territoriale. La conduite de l'élevage en Afrique est généralement de type extensif et rend l'échantillonnage difficile. La taille de la population cible n'est souvent pas connue par manque d'un recensement actualisé du cheptel, les animaux sont en perpétuel déplacement à cause de la transhumance et du nomadisme. Ces contraintes peuvent être levées à travers un bon maillage géographique du réseau. Un bon maillage nécessite ainsi qu'il ait un dispositif de surveillance au niveau de chaque poste vétérinaire existant dans le pays.

La gestion des données dans un réseau de surveillance épidémiologique est un élément qui mérite une attention particulière car c'est d'elle que sont générées les «informations» épidémiologiques qui sont à la base des prises de décisions. Cet élément conditionne également la transmission, la diffusion des résultats et la réactivité du réseau à un événement sanitaire quelconque. Nos études ont montré que, dans la plupart des réseaux enquêtés, les données collectées sont saisies dans des bases de données. Il existe souvent deux, voire trois, systèmes de bases de données au niveau d'un même réseau national à savoir une base de données régionale PID/ARIS développée à l'échelon régional par le programme PACE, la base de données mondiale WAHIS et enfin une base de donnée développée à l'échelon national. Cette multitude de bases de données de surveillance au sein d'un même pays peut poser des problèmes de gestion des données, notamment lors de leur saisie. Les mêmes données peuvent être saisies plusieurs fois dans ces différentes bases de données rendant des erreurs inévitables. Le WAHIS est une base de données de l'Organisation mondiale de la santé animale en ligne nécessitant une connexion internet tout au long de la saisie alors que certains pays africains éprouvent encore des difficultés de connexion internet qui sont parfois coûteuses. La base de données PID/ARIS, actuellement appelé ARIS 2, est une base de

données conçue par l'UA-IBAR dans le cadre de la régionalisation des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales en Afrique. Son objectif est de permettre l'agrégation des données à l'échelon régional, mais il apparaît cependant que son développement reste insuffisant pour une utilisation optimale à l'échelon national. Souvent, ces bases de données ne permettent pas une adaptation aux besoins spécifiques des pays en raison d'un manque de flexibilité. Un réseau de surveillance épidémiologique est appelé à évoluer, avec des possibilités de changement dans les protocoles de surveillance, des modifications de fiches de collecte de données ou l'introduction d'une nouvelle maladie. Tous ces changements entraînent souvent la nécessité de modifier de manière plus ou moins approfondie la base de données utilisée. Pour ce faire, il est important pour un réseau de surveillance épidémiologique de disposer de sa propre base de données ou qu'une harmonisation ait lieu entre les bases de données qui prennent d'emblée en compte les exigences nationales, régionales et internationales. Les trois niveaux de gestion de données évoqués nous apparaissent essentiels : un niveau national pour l'analyse des données spécifiques aux besoins des services vétérinaires nationaux et adapté aux maladies sous surveillance dans le pays, un niveau régional harmonisé pour permettre une vision commune de la situation des maladies animales, notamment des maladies transfrontalières et enfin, un niveau international pour assurer la transparence des situations sanitaires. L'enjeu consiste donc à mettre en lien ces trois systèmes en évitant de dupliquer les efforts de saisie et de gestion de données. Pour cela, il conviendrait de favoriser le développement de bases de données nationales respectant un référentiel international pour permettre l'échange automatique de données informatisées (EDI) à l'échelon régional (pour les seules données nécessitant une consolidation régionale), voire à l'échelon international. L'expérience montre en effet qu'imposer un modèle unique de base de données est souvent voué à l'échec quand il doit concerner un grand nombre de pays et qu'il est préférable de renforcer le développement de standards communs pour permettre les EDI.

### **3. Comparaison entre la surveillance active et la surveillance passive**

L'objectif principal des réseaux de surveillance des maladies animales en Afrique de l'Ouest et du Centre est la détection des maladies sous surveillance. A cet effet, la sensibilité d'un réseau est un facteur très important. Celle-ci dépend de plusieurs facteurs, notamment le statut de la maladie surveillée et la stratégie de la surveillance mise en place. La surveillance active

et la surveillance passive sont les deux principales modalités de surveillance les plus utilisées par les réseaux de surveillance en Afrique. L'étude comparative entre ces deux modalités a permis de montrer que la surveillance clinique des maladies existantes reposait avant tout sur un dispositif de surveillance passive correctement animé et stimulé par des actions de sensibilisation régulières des éleveurs. Ce dispositif a été qualifié de surveillance passive «stimulée». L'implication des éleveurs dans un dispositif de surveillance en Afrique est un élément primordial. Ils sont à la base de la plupart des réseaux de surveillance épidémiologique et sont les premiers détenteurs des informations sur les suspicions cliniques des maladies. Des études précédentes ont montré que la modalité de surveillance par visites répétées peut manifestement apparaître efficace dans le cadre des réseaux d'épidémiosurveillance car un échantillon représentatif d'éleveurs d'une zone peut être suffisant pour apprécier la prévalence ou l'incidence d'une maladie. Cependant, cette modalité peut être insuffisante dans le cadre de l'épidémiologie. En effet, les postes réalisant les rotations dans les mêmes villages ont un champ d'investigation réduit. Ils pourraient ainsi passer à côté d'un événement rare (Ouagal, 2003). Dans ce cas précis, une surveillance clinique active basée sur les visites régulières des élevages n'apporte aucun gain particulier en nombre de suspicions pour un coût de mise en œuvre supérieur. Pour les maladies rares ou exotiques, ni la surveillance passive, ni la surveillance clinique active basée sur les visites des élevages n'ont semblé être efficaces en raison peut-être d'une mauvaise organisation de la surveillance passive et certainement d'une inadaptation de la surveillance active. Pour ces maladies, il convient sans doute de développer deux types d'approches complémentaires. La première consiste à organiser une surveillance passive non spécifique permettant de collecter des informations sur des événements sanitaires inhabituels ou des événements connus mais en augmentation significative par rapport à l'historique du phénomène au sein du pays. La seconde consisterait à développer des systèmes de surveillance syndromique permettant de collecter et suivre des indicateurs sanitaires non spécifiques qui, en cas de dépassement de seuils, permettent de lancer des alertes et ce faisant des actions ciblées permettant d'enquêter sur place et de réaliser des prélèvements d'intérêt en vue de la confirmation de maladie(s) suspectée(s). Ce peut être le cas par exemple de la surveillance des mortalités animales ou de la consommation de certains médicaments vétérinaires. Dans le contexte des pays en développement, la difficulté réside dans la disponibilité des données pour permettre la réalisation de cette surveillance syndromique.

Il convient donc de ne pas opposer de manière rigide la surveillance passive et la surveillance active mais plutôt d'insister sur leur nécessaire complémentarité. La surveillance "passive stimulée" demeure une modalité qui permet de garantir l'alerte précoce d'un grand nombre de maladies animales et d'assurer la pérennisation d'un dispositif de surveillance par une implication pérenne des éleveurs à travers la sensibilisation. Les réunions de sensibilisation permettent non seulement de garder le contact avec les éleveurs et de les former mais aussi elles permettent de récupérer un nombre non négligeable de suspicions comme l'on montré nos résultats. La surveillance active est dans de nombreux cas indispensable pour compléter cette surveillance passive stimulée. Il convient cependant d'accorder la plus grande attention à ce que la surveillance active soit ciblée et parfaitement adaptée aux objectifs de surveillance afin de ne pas entraîner des coûts supplémentaires inutiles techniquement et préjudiciables à la durabilité du réseau, en particulier dans des pays où les ressources sont limitées.

#### **4. Evaluation de la sensibilité d'un réseau de surveillance des maladies animales**

Comme nous l'avons déjà signalé, la sensibilité d'un réseau est l'un des premiers facteurs d'efficacité d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales. La prévalence d'une maladie est un indicateur important qui permet non seulement de définir les modalités adaptées de surveillance mais elle permet également, dans une certaine mesure, d'évaluer la sensibilité du réseau. Notre étude ciblée sur la surveillance de la fièvre aphteuse a permis de montrer qu'une corrélation positive entre la séroprévalence de la maladie surveillée et les suspicions enregistrées pour cette maladie permet de donner une appréciation de la sensibilité globale du réseau vis-à-vis de la surveillance de cette maladie. Les résultats de notre étude ont montré que la séroprévalence de la fièvre aphteuse à l'échelle individuelle est estimée à 35,6% et celle à l'échelle du troupeau à 61,9%. Ces résultats mettent en évidence l'importance de la circulation du virus aphteux au Tchad. Un réseau efficace devrait donc être à même de détecter des cas. Les analyses statistiques montrent qu'il existe une forte corrélation entre le nombre de suspicions cliniques et la séroprévalence estimée. Ceci permet d'affirmer que ce réseau est sensible pour la surveillance de la fièvre aphteuse. Cependant, certaines délégations régionales présentent des taux de prévalence sérologique élevée sans pour autant qu'un nombre de suspicion élevé n'ait été notifié dans le cadre du REPIMAT. Dans l'hypothèse où l'on considère une manifestation clinique homogène de la maladie dans le pays, ceci traduit des différences de sensibilité de la surveillance liées probablement à des

facteurs humains (motivation, formation), matériels (difficulté d'accès à certaines zones) et zootechniques (plus grande dispersion des élevages dans certaines zones).

L'estimation de la sensibilité par la séroprévalence est une approche permettant d'avoir une appréciation globale de la capacité de détection de la maladie surveillée par le réseau. Cependant, elle doit être utilisée avec précaution car d'une part la prévalence sérologique peut signifier un passage viral sur une période plus importante que la période de notification de cas cliniques, entraînant un recrutement d'une proportion plus importante d'élevages dans les zones enquêtées. D'autre part, en raison du nombre important de sérotypes circulants et du caractère endémique de la maladie, il n'est pas certain que toutes les séroconversions s'accompagnent nécessairement de manifestations cliniques détectables par les éleveurs et les agents du réseau.

## **5. Elaboration des indicateurs de performance**

La méthode d'élaboration des indicateurs de performance que nous avons suivie a permis de formaliser des tableaux de bord. Elle a cependant l'inconvénient de proposer un nombre important d'indicateurs qu'il n'est pas facile de suivre en continu de manière régulière. Il apparaît donc nécessaire de développer une méthode complémentaire permettant d'opérer un choix parmi les indicateurs de performance de manière standardisée et répétable et de développer un outil informatique de gestion de ces indicateurs.

Notre étude a permis de calculer les marges de progrès pour chaque indicateur par rapport au résultat attendu. Cependant, pour certains indicateurs, notamment le nombre de suspicions, le nombre de prélèvements et le nombre de résultats positifs, il est difficile de faire des prévisions. Il est donc nécessaire de réaliser des études complémentaires sur la prévalence de la maladie surveillée ou des maladies nécessitant un diagnostic différentiel.

Théoriquement, un réseau efficace doit réaliser 100% des activités prévues. Mais, dans la pratique, ce résultat est difficile, voire impossible à atteindre. Comme l'ont montré nos résultats, les marges de progrès des différents indicateurs de performances sont rarement nulles. De nombreux facteurs influencent le bon déroulement des activités. C'est pourquoi, il serait réaliste de fixer, pour chacun des indicateurs, un seuil objectif par rapport aux résultats attendus. La performance est alors jugée à partir de ce seuil. Il est possible ensuite de faire évoluer ces seuils en fonction du degré d'atteinte des objectifs.

Les indicateurs de performance ne sont pas seulement des paramètres d'évaluation du réseau mais ils peuvent apparaître également comme de bons outils de motivation de ses acteurs. En effet, la publication des résultats à travers le bulletin d'information du réseau permet aux acteurs de mesurer leur performance et de se comparer aux autres membres du réseau. Les indicateurs peuvent également être utilisés comme critère d'attribution des rétributions des agents de terrain.

Suivant les marges de progrès, les causes de déficiences constatées peuvent être recherchées en faisant appel aux indicateurs de diagnostic qui permettent d'identifier là où sont apparues exactement les déficiences, de proposer des actions d'amélioration du fonctionnement du réseau et d'en mesurer la mise en application.

## **6. Estimation du coût d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales**

La pérennité d'un réseau de surveillance épidémiologique des maladies animales ne peut être assurée que si le réseau dispose d'un financement continu pour son fonctionnement. Nos études ont montré que les réseaux de surveillance épidémiologique en Afrique de l'Ouest et du Centre sont en général financés par des aides extérieures qui, elles, sont limitées dans le temps. Par ce type de financement, la pérennité d'un réseau de surveillance épidémiologique est mise en jeu. Les résultats sur l'estimation du coût du REPIMAT ont montré que le coût global de ce réseau ne représente que 3% du budget alloué par l'Etat au département de l'Elevage et seulement 1 % en considérant uniquement les charges variables. Dans le coût de la surveillance, l'Etat fournit d'emblée pour la plupart des réseaux en Afrique un peu plus de 60% du coût global du réseau de surveillance à travers les salaires du personnel public impliqué dans le réseau, certains équipements et les moyens de transport (Tambi *et al.*, 2004). Le reliquat des charges ne constitue pas une part importante et pourrait également être pris en charge par le budget de l'Etat pour peu qu'il soit inscrit dans le budget de la direction abritant la tutelle du réseau. Le coût unitaire annuel au niveau local (poste de surveillance) du réseau tchadien, qui est le maillon le plus important d'un dispositif de surveillance, est estimé à 3 710 €, un peu plus que celui du Bénin. En considérant uniquement la charge variable, il n'est que de 942 € soit 617 973 FCFA ce qui représente un peu moins que le prix de deux bovins adultes tchadiens vendus sur pied.

Le financement d'un dispositif de surveillance en Afrique ne devrait en principe pas poser trop de problèmes si l'on mettait en balance le coût et le bénéfice que peuvent engendrer un réseau de surveillance épidémiologique efficace. Des études ont montré que le coût du fonctionnement d'un réseau d'épidémiosurveillance est nettement moins important que les conséquences de l'introduction d'une maladie ou la mise en œuvre d'un programme de contrôle ou d'éradication de celle-ci (Tambi *et al.*, 2004 ; Tambi *et al.*, 2006). Au Tchad par exemple, l'élevage constitue le deuxième produit d'exportation et la deuxième source de revenus en devises après le pétrole. En 2003, l'exportation des bovins à elle seule représentait, en valeur, 134,7 milliards de FCFA soit 205 millions d'Euros avoisinant les recettes issues du pétrole qui était de 135,7 milliards de FCFA soit 207 millions d'Euros (Nour, 2008).

Il suffit d'une volonté politique et d'une bonne gestion des ressources disponibles pour assurer un fonctionnement optimum d'un dispositif de surveillance épidémiologique. Une sensibilisation des décideurs sur l'utilité d'un dispositif de surveillance épidémiologique est donc indispensable. Celle-ci ne peut être perçue que si les retombées des actions de la surveillance sont visibles. Comme indiqué dans sa définition, l'épidémiosurveillance est une production d'information qui appelle l'action. Il est important que les informations du réseau servent à contribuer effectivement à des actions de lutte efficaces dont les retombées seront plus convaincantes. Pour ce faire, il est indispensable de développer des réseaux de surveillance des maladies animales «intégrés».

La pérennité dépend aussi de l'acceptabilité du réseau par les acteurs et de leur motivation. L'acceptabilité est un facteur très important à prendre en compte dans la réussite d'un réseau. Le taux de participation, la qualité des rapports ainsi que le temps mis à les remplir et à les expédier sont autant d'indicateurs de l'acceptabilité d'un système de surveillance par ceux qui y participent (Dabis, 1992). La simplicité du dispositif peut contribuer à l'acceptabilité. Plus le système est complexe, plus il est probable que l'adhésion des informateurs soit faible ce qui peut avoir un impact négatif sur l'avenir du réseau.

La motivation des acteurs du réseau est un point essentiel. Elle doit faire l'objet d'une attention particulière et être efficacement soutenue par le réseau. L'activité de surveillance épidémiologique fait partie intégrante des tâches usuelles des Services vétérinaires sur le terrain pour lesquelles les agents perçoivent un salaire. Les indemnités ou primes qui peuvent

être allouées ne doivent donc pas être considérées comme un droit absolu. En fonction des disponibilités budgétaires, elles peuvent toutefois servir de moyens de motivation supplémentaires des agents. Cependant, il est préférable d'allouer des indemnités à l'acte plutôt que d'attribuer des forfaits. Ce procédé permet de récompenser davantage les agents qui participent le plus aux activités du réseau d'épidémiosurveillance. La restitution des informations produites par le réseau est également un élément clé de motivation des acteurs. Il est le signe de fonctionnalité du réseau et contribue à sa reconnaissance au niveau national, régional et international. Cette restitution se fait généralement à travers un bulletin d'information du réseau. Malheureusement dans la plupart des réseaux enquêtés, la périodicité d'apparition de ces bulletins n'est souvent pas respectée ce qui peut démotiver les acteurs et entraîner une baisse d'acceptabilité du dispositif et compromettre la pérennité de la surveillance.

## **Conclusion et perspectives**

La surveillance épidémiologique reste incontestablement un outil incontournable de prévention et d'aide à la décision pour une lutte efficace contre les maladies. Cependant, elle ne peut jouer efficacement son rôle que si elle est bien structurée, bien organisée techniquement et institutionnellement et son financement assuré de manière continue. Un réseau efficace doit être le plus simple possible tout en répondant aux objectifs qu'il s'est fixé. Il doit être une véritable industrie productrice des informations épidémiologiques fiables et en temps réel menant à des actions de lutte adaptées.

Cette thèse a permis d'analyser, de proposer et de développer quelques-uns des critères d'efficacité des réseaux de surveillance. En Afrique de l'Ouest et du Centre, on peut noter que les réseaux existants ont presque tous la même configuration ce qui constitue un avantage pour réfléchir à la création ou au développement de systèmes de surveillance au niveau sous régional en mesure de répondre à certaines contraintes telles que les systèmes d'élevage caractérisés par la mobilité du cheptel et la perméabilité des frontières qui sont autant de limites à une surveillance efficace à l'échelle d'un pays. Avec les tensions économiques que



traverse le monde et les ressources limitées en Afrique, il est indispensable de prendre toujours en compte l'utilité, le coût et les bénéfices de toute activité, notamment de surveillance épidémiologique. Le choix des modalités de surveillance est à opérer pour éviter des surcoûts inutiles. En outre, les indicateurs de performance constituent un outil indispensable de suivi en continu du fonctionnement du réseau par les animateurs pour relever à temps toute insuffisance du dispositif et apporter des corrections appropriées pour en assurer l'efficacité. Enfin, l'estimation du coût de la surveillance est un élément factuel important permettant de plaider auprès des décideurs et bailleurs de fonds pour un financement des activités de la surveillance épidémiologique des maladies animales.

En perspective, pour apporter des solutions au problème du diagnostic de laboratoire, outil incontournable dans un dispositif et qui malheureusement reste un point faible de la plupart des réseaux en Afrique, il est important de développer des outils d'aide à la décision pour le diagnostic clinique des maladies surveillées permettant de prendre les premières mesures de lutte compte tenu de délai parfois long pour certains types d'analyse de laboratoire. Cependant, ce développement d'outils d'aide à la décision ne peut pas occulter la nécessité de développer conjointement des capacités diagnostiques utiles à la confirmation des suspicions cliniques. En outre, il pourrait être intéressant de développer des modalités de surveillance nouvelles, telles que la surveillance syndromique, pour permettre de renforcer la sensibilité de la détection des maladies nouvelles ou émergentes.

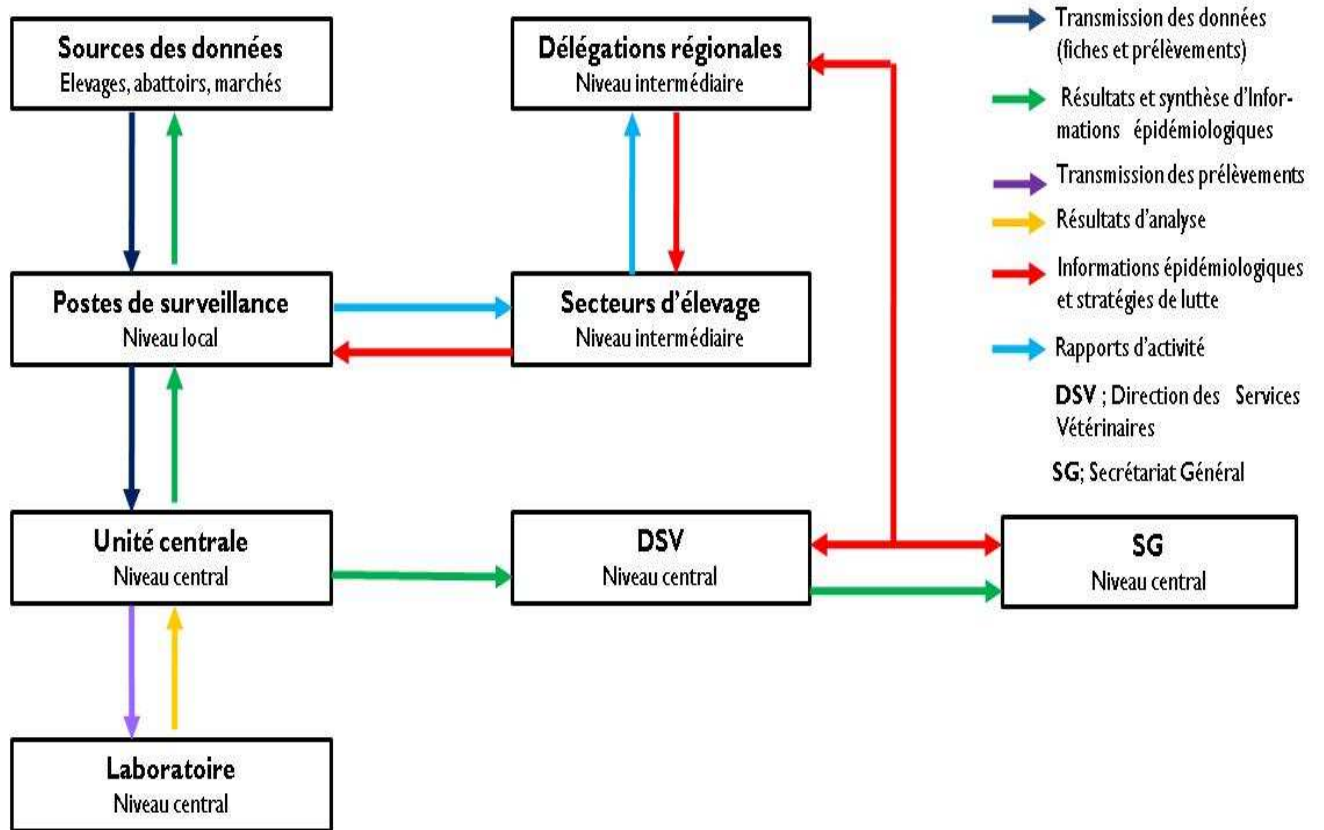
## **Recommandations**

Il est difficile et non indispensable pour un réseau de surveillance épidémiologique de remplir toutes les qualités d'efficacité mais un minimum essentiel doit être assuré, notamment l'organisation fonctionnelle, la sensibilité, la représentativité, le financement et l'évaluation régulière. Ces qualités sont interdépendantes.

Pour ce faire, à l'issue de cette thèse, nous recommandons, pour la réussite et l'efficacité des réseaux de surveillance en Afrique en général et ceux d'Afrique de l'Ouest et du Centre en particulier, que :

- La structure des réseaux soit la plus simple possible avec obligatoirement une unité centrale dynamique et un comité technique fonctionnel;
- La composition et le fonctionnement des instances de pilotage soient revus et leurs missions confiées aux comités nationaux de lutte contre les maladies animales lorsqu'ils existent;
- La gestion et la circulation des données collectées et des informations produites soient les plus simples possibles en privilégiant la transmission directe des données des postes de surveillance à l'unité centrale comme le montre la figure 8.
- La réalisation d'une étude préalable de la prévalence des maladies surveillées soit réalisée dans le but de définir la stratégie de surveillance efficace et adaptée et de permettre une autoévaluation de la sensibilité globale de la surveillance ;
- La mise en place de la surveillance "passive stimulée" soit privilégiée dans le cadre de la surveillance générale des maladies prioritaires dans le but de mieux faire adhérer les éleveurs et accentuer les déclarations des suspicions cliniques ;
- L'intégration des réseaux à des actions de lutte contre les maladies soit encouragée dans le but d'en augmenter l'utilité et la visibilité ;
- L'utilisation régulière des indicateurs de performance par les animateurs des réseaux soit développée dans le but de relever à tout moment toute insuffisance et d'apporter des solutions rapidement pour maintenir l'efficacité du dispositif ;
- La mise en place d'une capacité diagnostique, au sein d'un laboratoire national de référence en vue de la confirmation des suspicions cliniques (en particulier pour la fièvre aphteuse) ;
- Pour la pérennité du réseau d'épidémiosurveillance, son financement soit assuré par le budget national et sa gestion assurée par la tutelle du réseau.

**Figure 8 : Proposition d'un schéma de gestion et de circulation des données et des informations au sein des réseaux de surveillance des maladies animales en Afrique de l'Ouest et du Centre**



## **Chapitre 10 - Bibliographie générale**

## Bibliographie générale

Bidjeh K., Bornarel P., Imadine M., Lancelot R. Premier isolement au Tchad du virus de la PPR et reproduction expérimentale de la maladie. *Revue d'Élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1995, 48, 295–300.

Brocchi E., Bergmann I. E., Dekker A., Paton D. J., Sammin D. J., Greiner M., Grazioli S., De Simone F., Yadin H., Haas B., Bulut N., Malirat V., Neitzert E., Goris N., Parida S., Sorensen K., De Clercq K. Comparative evaluation of six ELISAs for the detection of antibodies to the non-structural proteins of foot-and-mouth disease virus. *Vaccine*, 2006, 24, 6966–6979.

Brocchi E., De Simone F., Bugnetti M., Gamba D., Capucci L. Application of a monoclonal antibody-based competition ELISA to the measurement of anti-FMDV antibodies in animal sera. *Report of Sess. Res. Gr. St. Tech. Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease*, Lindholm, Denmark, June 24-25 1990, Appendix 14.

Brocchi E., Gamba D., Poumarat F., Martel J.L., De Simone F. Improvements in the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia through the use of monoclonal antibodies. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1993,12, 559-570.

Brocchi E., Berlinzani A., Gamba D., De Simone F. Development of two novel monoclonal antibody-based ELISAs for the detection of antibodies and the identification of swine isotypes swine vesicular disease virus. *Journal of Virological Methods*, 1995, 52, 155-167.

Brocchi E., Bergmann I.E., Dekker A., Paton D.J., Sammine D.J., Greiner M., Grazioli S., De Simone F., Yadin H., Haas B., Bulut N., Malirat V., Neitzert E., Goris N., Parida S., Sørensen K., De Clercq K. Comparative evaluation of six ELISAs for the detection of antibodies to the non-structural proteins of foot-and-mouth disease virus. *Vaccine*. 2006, 24 6966–6979.

Brocchi E., De Simone F., Bugnetti M., Gamba D., Capucci L. Application of a monoclonal antibody-based competition ELISA to the measurement of anti-FMDV antibodies in animal

sera. Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease *Report of Sess. Res. Gr. St. Tech.*, Lindholm, Denmark, 1990, Appendix 14.

Brocchi E., Gamba D., Poumarat F., Martel J.L., De Simone F. Improvements in the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia through the use of monoclonal antibodies. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1993, 12, 559-570.

Brocchi E., Grazioli S., Yadin H., De Simone F. Validation of a Solid Phase Competitive ELISA (SPBE) based on the use a single neutralizing monoclonal antibody for the measurement of antibodies to FMDV type Asia 1. Report of the session of the Research Group of the Standing Technical Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease: Chania, Crete, Greece, 2004, 288-297.

Bronsvort B.M., Radford A.D., Tanya V.N., Nfon C., Kitching R.P., Morgan K.L. Molecular Epidemiology of Foot-and-Mouth Disease Viruses in the Adamawa Province of Cameroon. *J Clin Microbiol*, 2004, 42, 2186–2196.

Caribbean Animal Health Network. Surveillance networks. Page web : <http://www.caribvet.net/surveillance.php> (consultée le 20 décembre 2007).

Cardinale E., Hendrikx P. The Senegalese epidemiosurveillance network on poultry diseases (RESESAV). *In International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics proceedings, ISVEE 9: Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, USA, National disease control programs session, p 304, Aug 2000.*

Centers for disease prevention and Control. Guidelines for evaluating surveillance systems. *MMWR*, 1988, 37 (Suppl 5), 1-18.

Centers for disease prevention and Control. Framework for Evaluating Public Health Surveillance Systems for Early Detection of Outbreaks. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2004, 53(RR-05), 1-11.

Cheikh L.Y. Rapport de consultation, coûts de la surveillance épidémiologique vétérinaire, étude de cas en Afrique de l'Ouest, Bénin – Ghana – Mauritanie – Sénégal. Programme panafricain de contrôle des épizooties, Coordination régionale Afrique de l'Ouest et du Centre, 2005, 112 pp.

Couacy-Hymann E., Aplogan G.-L., Sangaré O., Compaoré Z., Karimu J., Awoueme K.A., Seini A., Martin V., Valarcher J. F. Étude rétrospective de la fièvre aphteuse en Afrique de l'Ouest de 1970 à 2003. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25, 1013-1024.

Dabis F., Drücker J. & Moren A. Évaluer un système de surveillance. *In* Épidémiologie d'intervention (F. Dabis, J. Drücker & A. Moren, édit.). Arnette, Paris, 1992, 109-141.

De Diego M., Brocchi E., Mackay D., De Simone F. The use of the non-structural polyprotein 3ABC of FMD virus as a diagnostic antigen in ELISA to differentiate infected from vaccinated cattle. *Arch Virol*, 1997, 142, 2021 - 2033.

Domenech J. Mise en œuvre d'une stratégie mondiale pour le contrôle de la fièvre aphteuse. *79<sup>e</sup> session générale de l'OIE*. 2011, 13 p.

Dufour B. Proposition d'application de la méthode HACCP au fonctionnement des réseaux d'épidémiosurveillance. *Epidémiol. et santé anim.*, 1994, 26, 77-86

Dufour B. Les réseaux français d'épidémiosurveillance animale. *Épidémiol. Santé anim.*, 1995, 27, 1-10.

Dufour B. Contribution à l'évaluation du fonctionnement des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies infectieuses animales (Thèse PhD). Université Paris XII : Paris, 1997, 231 p.

Dufour B., Ouagal M., Idriss A., Maho A., Saboum M., Bidjeh K., Haggag A., Delafosse A. Évaluation du réseau d'épidémiosurveillance tchadien : le REPIMAT. *Épidémiol. Santé anim.*, 1998, 33, 133-140.

Dufour B., La Veille S. Epidemiological surveillance of infectious diseases in France. *Vet. Res.* 2000, 31, 169–185.

Dufour B., Hendriks, P. Surveillance épidémiologique en santé animale. CIRAD/AEEMA. Paris, 2005, 293 p.

Dufour B., Hendriks P., Toma B. Élaboration et mise en place de systèmes de surveillance épidémiologique des maladies à haut risque dans les pays développés. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25, 187-198.

Dufour B., Hendriks P. La surveillance épidémiologique en santé animale, 2<sup>e</sup> éd. A.E.E.M.A et Quae, Paris : 2007, 285 p.

Dufour B., Hendriks P. Surveillance épidémiologique en santé animale. Éditions QUAE & Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA), Versailles, 2011, 341 p.

FAO/AIEA. - Guidelines for the use of performance indicators in rinderpest surveillance programme. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, 2000.

FAO. Approche progressive de la lutte contre la fièvre aphteuse (PCP-FMD). Principes directeurs, description des étapes et conditions à remplir. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/eufmd/docs/PCP/FrenchEdited.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/PCP/FrenchEdited.pdf) . Consulté le 09 mai 2013.

Dabis F., Drücker J., Moren A. Evaluer un système de surveillance. *In: Epidémiologie d'intervention*. Dabis F., Drücker J., Moren A (Eds.), Arnette : Paris, 1992, 109-141.

Gourreau J.M. La fièvre aphteuse. Diagnostic clinique et différentiel. *Bulletin des GTV*, 1999, 4, 53-57.

Grazioli S., Brocchi E., Tranquillo V., Parida S., Paton D. Development of solid phase competitive ELISAs based on monoclonal antibodies for the serology of FMDV serotypes SAT1 and SAT2. Report of the session of the Research Group of the Standing Technical



Committee of the European Commission for the Control of Foot-and-Mouth Disease, Erice. 2008, 267-276.

Guide : normes de la surveillance épidémiologique. Royaume du Maroc. Ministère de la Santé, Direction de l'Epidémiologie et de Lutte contre les Maladies. Edité avec le soutien de l'OMS, 2002, 88 pages.

Habou A. Contribution à l'étude de la fièvre aphteuse en Afrique de l'Ouest : le cas particulier du Niger (Thèse). Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaire : Dakar, 1976, 130 p.

Hendrikx P., Bidjeh K., Ganda K., Ouagal M., Haggar A.I., Saboun M., Maho A., Idriss A. Le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Tchad. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1997, 16 (3), 759-769.

Hendrikx P., Dufour B. Méthode d'élaboration des indicateurs de performance des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies animales. *Épidémiol. Santé anim.*, 2004, 46, 71-85.

IAEA, Guidelines for the use of performance indicators in rinderpest surveillance programmes. In: Tech. Rep., IAEA, Vienna. 2000, pp. 22.

Institut géographique national (IGN). Les spéciales de l'IGN, pays et villes du monde. Tchad, carte routière au 1 : 1 500 000, 3615, 2010.

James A.D. Guide pour la surveillance épidémiologique de la peste bovine. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1998, 17 (3), 810-824.

Clifford J.R. Foot and mouth disease In Foreign Animal Diseases, Seventh Edition, The United States Animal Health Association, 2008, 261-275

Laval G. Analyse coût-bénéfice de méthodes de lutte contre la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB). Une application à l'échelle du troupeau dans le district du Boji, West Wellega (Éthiopie). *Épidémiol. Santé anim.*, 2003, 43, 1-9.

Lefevre P.C. Péripneumonie contagieuse bovine. In: Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Europe et régions chaudes. Lavoisier, Paris, 2003, pp. 775–794.

Léfevre P.C. Fièvre aphteuse. In : Atlas des maladies des ruminants. Maisons Alfort, CTA-CIRAD/EMVT, 1991, 12-18.

Mariner J., Jeggo M., Van't Klooster G., Geiger R., Roeder P. Rinderpest surveillance performance monitoring using quantifiable indicators. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2003, 22, 837–847.

Martranchar A., Njanpop B. Première observation d'une épidémie de septicémie hémorragique due à *Pasteurella multocida* sérotype b6 au nord-Cameroun. *Revue d'Élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1994, 47, 19–20.

Ministère de l'élevage. Réflexion prospective sur l'élevage au Tchad. Ministère de l'élevage, N'Djaména, 1998.

Ministère de l'élevage. Rapport annuel d'activité. Ministère de l'élevage, N'Djaména, 2001.

Ministère de l'Élevage et des ressources animales du Tchad. Rapport statistique, N'Djamena, 2005, 41 pp.

Mohamoud A., Tessema E., Degefu H. Seroprevalence of bovine foot and mouth disease (FMD) in Awbere and Babilie districts of Jijiga zone, Somalia Regional State, Eastern Ethiopia. *African Journal of Microbiology Research.*, 2011, 5, 3559-3563.

Nardo A. Di., Knowles N.J., Paton D.J. Combining livestock trade patterns with phylogenetics to help understand the spread of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa, the Middle East and Southeast Asia. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2011, 30, 63-85.

O.I.E.. Normes recommandées pour les systèmes de surveillance épidémiologique de la peste bovine. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 1998, 17 (3), 829-833.

OIE. Liste des maladies de l'OIE en 2006. Adresse URL : [http://www.oie.int/fr/maladies/fr\\_classification2006.htm](http://www.oie.int/fr/maladies/fr_classification2006.htm) (consultée le 20 décembre 2007).

OIE/UA-IBAR/FAO. Politiques de santé animale, évaluation des services vétérinaires et rôle des éleveurs dans la surveillance des maladies animales. Acte du séminaire régional au Tchad. 2006. 440 p. Adresse URL : <http://www.oie.int/download/NDJAMENA.pdf> (consultée le 13 octobre 2008).

OIE. Code sanitaire pour les animaux terrestres - 2007. Adresse UR : [http://www.oie.int/fr/normes/fr\\_mcode.htm?e1d10](http://www.oie.int/fr/normes/fr_mcode.htm?e1d10) (consultée le 20 décembre 2007).

OIE. Outil de l'OIE pour l'évaluation des performances des Services vétérinaires. 3<sup>ième</sup> Edition. 2008. 60 p.

OIE. Foot and mouth disease Portal. Adresse URL : <http://www.oie.int/animal-health-in-the-world/fmd-portal/about-fmd/> (consulté le 12 mars 2013).

Ouagal M. Contribution à l'élaboration d'indicateurs de performance applicables au fonctionnement des réseaux d'épidémiologie des maladies animales : cas du réseau d'épidémiologie des maladies animales au Tchad. (Thèse Master). Institut de Médecine Tropicale : Anvers, 2003, 48 p.

Ouagal M., Berkvens D., Hendriks P. Élaboration d'indicateurs de performance du fonctionnement du réseau tchadien d'épidémiologie des maladies animales : le REPIMAT. *Épidémiol. Santé anim.*, 2004, 45, 101-112.

Ouagal M., Hendriks P., Berkvens D., Ncharé A., Cissé B., Akpeli P.Y., Sory K., Saegerman C. Les réseaux d'épidémiologie des maladies animales en Afrique francophone de l'Ouest et du Centre. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2008, 27, 689-702

Ouagal M., Hendriks P., Saegerman C., Berkvens D. Comparison between active and passive surveillance within the network of epidemiological surveillance of animal diseases in Chad. *Acta trop.*, 2010, 116, 147-151.

Paskin R. 1999. Manual on livestock disease surveillance and information systems. Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO), Rome, 71 pp.

Perreau, P., Petit, J., Thomé, M. Epizootiologie de la pasteurellose république du Tchad: importance de l'immunité naturelle acquise. *Revue d'Élevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 1964, 17, 587–597.

République du Tchad. Loi n° 017/PR/2001 portant statut général de la fonction publique du 31/12/2001. Fonctions publiques africaines, textes et documents, 2002-04, Observatoire des Fonctions publiques africaines, Tchad, 31 pp.

République du Tchad. Décret n° 201/PR/PM/MFB/2009a fixant régime et les taux des frais de missions officielles effectuées par les autorités et agents de l'État du 6 février 2009, 4 pp.

République du Tchad. Ministère des Finances et du budget, Mercuriale des Prix 2009, n° 004MFB/CF/09 du 3 mars 2009b, N'Djaména, 87 pp.

République du Tchad. Ministère des Finances et du budget, Budget général de l'État 2010, Loi n° 001/PR/2010 pour l'année budgétaire 2010.

Ringot D., Durand J., Tolou H., Boutin J., Davoust B. Fièvre de la vallée du rift: enquête de séroprévalence sur des ruminants domestiques à N'Djaména et abèche (Tchad). *Épidémiol. Santé anim.*, 2003, 43, 43–48.

Saegerman C. Epidemiosurveillance des événements rares chez les bovins en Belgique (Thèse PhD). Université de Liège : Liège, 2005, 349 p.

Saegerman C., Dechamps P., Roels S., Petroff K., Geeroms R., Torck G., Dufey J., Fourez R., Hamelryckx M., Cormann A., Viatour P., De Coninck V., Lomba F., Vermeersch J.-P., Hallet I., Lhost O., Leemans M., Vandersanden A., Peharpre D., Brochier B., Costy F., Pastoret P.-P., Thiry E. & Vanopdenbosch E. Épidémiosurveillance de l'encéphalopathie spongiforme bovine en Belgique : bilan de l'année 1999. *Ann. Méd. vét.*, 2002, 145, 47-58.

Saegerman C., Speybroeck N., Roels S., Vanopdenbosch E., Thiry E., Berkvens D. Decision support tools for clinical diagnosis of diseases in cows with suspected bovine spongiform encephalopathy. *J. clin. Microbiol.*, 2004, 42, 172-178.

Salman M.D., Stärk K.D.C., Zepeda C. Quality assurance applied to animal disease surveillance system. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2003, 22, 689-696.

Sidibé A.S. Les apports de l'assurance qualité à une organisation nationale vétérinaire dans les pays en développement : le cas de l'Afrique. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2003, 22 (3), 679-688.

Squarzoni C., Bendali F., Denormandie N., Bastiaensen P., Diop B. Les réseaux d'épidémiologie dans treize pays d'Afrique de l'Ouest du PACE : état des lieux et évaluation de leur fonctionnement en 2004. *Épidémiol. Santé anim.*, 2005, 48, 69-80.

StataCorp. Stata Statistical Software : release 8.0. College Station, 2003, TX: Stata Corporation.

StataCorp, 2007. Stata Statistical Software: Release 10. StataCorp LP, College Station, TX.

StataCorp, 2011. Stata: Release 12. Statistical Software. College Station, TX. StataCorp LP.

Tambi E.N., Maina O.W., Mariner J.C. Ex-ante economic analysis of animal disease surveillance. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, 23, 737-752.

Tambi N.E., Maina W.O., Ndi C. An estimation of the economic impact of contagious bovine pleuropneumonia in Africa. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2006, 25, 999-1011.

Thacker S.B. Surveillance. In: Gregg MB, Dicker RC, Goodman RA, eds. Field epidemiology. New York Oxford: Oxford University Press, 1996: 16-32.

Thacker S.B., Parrish R.G., Trowbridge F.L. A method for evaluating systems of epidemiological surveillance. *World Health Stat Q*, 1988, 41(1), 11-8.

Thiaucourt F. Pleuropneumonie contagieuse caprine. In: Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes. Lavoisier, Paris, 2003, 795–808.

Thiry E., Baranowski E., Domingo E. Epidémiologie moléculaire de la fièvre aphteuse. *Epidémiol. et santé anim.*, 2001, 39, 59-67.

Thomson G., Bastos A. Foot-and-mouth disease. In: Coetzer, J., Tustin, R. (Eds.), *Infectious Diseases of Livestock*, 2nd Edition. Vol. 2. Oxford University Press, Oxford, 2004, Ch. 125, pp. 1324–1365.

Toma B., Bénet J.J., Dufour B., Eloit M., Moutou F., Sanaa M. Glossaire d'épidémiologie animale. Le Point vétérinaire, Maisons-Alfort, 1991, pp. 365.

Toma B., Dufour B., Sanaa M., Bénet J.J., Shaw A., Moutou F., Louzà A. *Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*, 2<sup>e</sup> éd. Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales, Maisons-Alfort, 2001, pp. 732.

Toma B., Vaillancourt J.P., Dufour B., Eloit M, Moutou F., March W., Bénet J. J., Sanaa M., Michel P. *Dictionnaire of veterinary epidemiology*. Iowa State university press/Ames, 1999, 284 p.

Vergne T. Les méthodes de capture-recapture pour évaluer les systèmes de surveillance des maladies animales (Thèse). Université Paris XI : Paris, 2012, pp. 228.

Vosloo W., Bastos A.D., Sangare O., Hargreaves S.K., Thomson G.R. Review of the status and control of foot and mouth disease in sub-Saharan Africa. *Rev Sci Tech.*, 2002, 21, 437-449.

World Health Organisation. Protocole d'évaluation des Systèmes nationaux de Surveillance et de Riposte concernant les Maladies transmissibles WHO/CDS/CSR/ISR/2001. 2001, pp. 133.

World Health Organisation. Overview of the WHO framework for monitoring and evaluating surveillance and response systems for communicable diseases. *Wkly Epidemiol. Rec.*, 2004, 79(36), 322-325.

© Presses de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège  
4000 Liège (Belgique)

Toute reproduction d'un extrait quelconque de ce livre,  
hors des limites restrictives prévues par la loi,  
par quelque procédé que ce soit, et notamment par photocopie ou scanner,  
est strictement interdite pour tous pays.

Imprimé en Belgique

D/2014/0480/1

ISBN 978-2-87543-047-2

ISBN 978-2-87543-047-2



9 782875 430472