



UNIVERSITE DE LIEGE
FACULTE DE MEDECINE VETERINAIRE
DEPARTEMENT DE GESTION VETERINAIRE DES RESSOURCES ANIMALES
SERVICE D'ECONOMIE DE LA SANTE ET DE PRODUCTIONS ANIMALES

Etude de la mise en place des services pérennes de vaccination animale en milieu rural en République Démocratique du Congo : Cas de la maladie de Newcastle dans trois provinces du Sud-Ouest.



Study of the implementation of sustainable animal vaccination services in rural areas of the Democratic Republic of Congo: Case of the Newcastle disease in three south-western provinces.

LWAPA EMBELE ISENGE Francis

**THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE
Docteur en Sciences Vétérinaires**

ANNEE ACADEMIQUE 2019-2020

La réalisation de cette thèse a été rendue possible par le financement de l'Académie de Recherche et de l'Enseignement Supérieur de la Belgique (ARES) dans le cadre du projet « Renforcement de Compétences en Diagnostic, Epidémiologie et Socio-économie de la Santé Animale » (RECODESSA/RD Congo).



Remerciements

A travers ces lignes, je remercie sincèrement toutes les personnes qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la concrétisation de ce projet.

Je dis merci particulièrement :

Au Professeur Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX qui a assuré la promotion de la présente thèse. Ses sévères et rigoureuses critiques, remarques et suggestions ont été constructives et directives pour la réalisation de la présente thèse.

Au Professeur Justin MASUMU MULUMBU, coordonnateur du Projet RECODESSA et co-promoteur de la présente thèse, qui a consenti tant d'efforts afin de me mettre à l'abri des soucis matériels et financiers durant mes activités de terrain.

Aux Professeurs Johann DETILLEUX et Mélanie LEFEVRE qui ont accepté de faire partir du comité de la présente thèse et pour le temps qu'elles ont consacré pour mon encadrement scientifique.

Aux Professeurs Pascal LEROY, Frédéric FARNIR, Jean-Luc HORNICK et Jean-François CABARAUX qui m'ont permis de bien intégrer mon nouvel environnement de travail.

Aux différents comités de gestion successifs de l'Université Pédagogique Nationale (Kinshasa/RD Congo) qui me fournissaient des documents requis pour les multiples déplacements que nécessitaient cette recherche. Je pense aux comités représentés par le Professeur Clémence KASINGA, le Professeur Pèlerin KIMWANGA et le Professeur MASAMBA NKAZI-A-NGANI.

Aux Professeurs Antoine MUMBA DJAMBA et José OKOND'AHOKA qui se sont succédés comme Doyen de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université Pédagogique Nationale et qui m'ont fourni un important appui moral et administratif.

Aux amis, confrères, collègues et frères qui ont participé d'une manière ou d'une autre à la réalisation et rédaction des différentes études de cette thèse. Il s'agit de Evelyne MOYSE, Nassim MOULA, François MATALA, Fabrice MUKOKO, Victor MBAO, Steve NSALAMBI, Bijou IWONDO et aussi à Mahamadou ZOUNDI qui a réalisé toutes les cartes de localisation des différentes zones d'étude de cette thèse.

A mon père, Professeur ISENGE LWAPA BONGONGO, qui n'a cessé de me soutenir, me pousser et m'encourager depuis le début de cette formation. Sa longue attente était perçue comme l'un des incitants pour la finalisation de ce projet.

A mes frères et sœurs, Ruddy BAKAMBALA et Hervé ISENGE, Nadine BONGOLI, Aphie VANGA et Lisette MBOYO, qui m'ont appuyé à chaque fois que j'en ai eu besoin.

Aux collègues doctorants que j'ai rencontrés au Département de Ressources Animales de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège. Je pense à Seyni SIDDO, Kizito TINDANO, Younouss CAMARA, Benoît GOVOEYI, Josiane MANIRAKIZA, Aouatif SAADI, Fafa SOW, Victor NDADI et Madi SAVADOGO. L'expérience de chacun a été pour moi une source de motivation. Chacune des minutes qu'ils m'ont consacrées a contribué à la réalisation de cette thèse.

Aux amis et familles belges qui m'ont accueilli au moins une fois durant mes séjours de formation doctorale en Belgique. Je pense à Paul et Bernadette BARTHELIS, Dominique MOREL et Remy SCHIFFELEERS, Fanny et Marcel KIBUSHI et Solange MASILONGO.

A mon amie et sœur, Nelly TSHIBALONZA, qui m'a accueilli à Liège et qui n'a ménagé aucun sacrifice pour me faciliter la tâche durant mes séjours de formation doctorale dans cette ville.

Enfin, à tous les collaborateurs que j'ai eu sur le terrain. Il s'agit du Dr Barthélemy NDENGE, Inspecteur de l'Agriculture, pêche et élevage de la Province du Kwango, du Monsieur Tryphon MBANZA, vétérinaire de la ville de Kenge, du Monsieur Antoine MULOKO, vétérinaire du secteur de Bukanga Lonzo, du Dr Boras NTUNTULU, vétérinaire de la ville de Kikwit, de Monsieur François KIKONI, vétérinaire du secteur de Kwenge, de Monsieur Augustin MUDIBANTU, animateur communautaire de la ZS de Maluku II, de Monsieur Zacharie NSUKA, vétérinaire du Quartier Mbankana, du Monsieur Matthieu MATIANI, inspecteur de l'Agriculture, pêche et élevage de la commune de Maluku, du Monsieur Camille MUYEMBO, Inspecteur de l'Agriculture, pêche et élevage du territoire de Kasangulu. Des Messieurs Gédron MIALA NKUSU et Timothée NDEMBO respectivement Administrateur gestionnaire et animateur communautaire de la ZS de santé de Sonabata et de Monsieur André DIANKENDA, Inspecteur de l'Agriculture, pêche et élevage du territoire de Songololo. Je serai à jamais reconnaissant à tous les animateurs des réseaux de vaccination des poules organisés dans les cadre de cette étude dans les ZS de Sonabata, Masa, Maluku I, Maluku II, Kenge et Boko. Je pense que toutes les données de cette étude ont été le fruit de leur sincère collaboration.

Dédicace

A mon épouse Lauriane BOKELO LUASA, à qui ont été imposées des longues périodes d'absences de son époux pour la réalisation des collectes des données et la rédaction de cette thèse ;

A mes filles, Benette et Donelle LWAPA, qui ont également été privées d'une présence paternelle durant la période de réalisation et de rédaction de cette thèse ;

A tous les professionnels de santé qui en ce moment risquent et perdent leurs vies pour contrôler et éradiquer la pandémie de la maladie à Coronavirus 2019 (COVID 19) qui secoue actuellement l'humanité.

In memoriam

*Aux êtres chers qui m'ont vu commencer cette entreprise et à qui le temps n'a pas permis de
voir son heureux aboutissement*

A ma sœur, Christel VANGA

A ma mère, Marie-Louise ILONGOWE AMBA

A mon oncle, Général Etienne IWONDO IWONDO

Epigraphe

*« Ce qui ne me tue pas me rend plus fort »
(Friedrich Nietzsche, *Le Crépuscule des Idoles*, 1888)*

Composition du jury

Pascal GUSTIN (Université de Liège, Belgique).....	Président du jury
Marisa PEYRE (CIRAD, France)	Membre du jury
Sévérine THYS (IMT Anvers, Belgique).....	Membre du jury
Jean-Luc HORNICK (Université de Liège, Belgique)	Membre du jury
Didier MARLIER (Université de Liège, Belgique)	Membre du jury
Claude SAEGERMAN (Université de Liège, Belgique).....	Membre du jury
Etienne THIRY (Université de Liège, Belgique)	Membre du jury
Mélanie LEFEVRE (Université de Liège, Belgique).....	Membre du comité de thèse
Johann DETILLEUX (Université de Liège, Belgique).....	Membre du comité de thèse
Justin MASUMU MULUMBU (UPN, RD Congo).....	Co-promoteur de thèse
Nicolas ANTOINE-MOUSSIAUX (Université de Liège, Belgique)...	Promoteur de thèse

Abréviations

ACIAR	Australian Centre for International Agricultural Research
CAVTK	Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa
CBHW	Community-Based Health Worker
DCE	Discrete Choice Experiment
ES	Environmental Service
FGD	Focus Groups Discussion
GDF	Groupe de discussion focalisée
IDII	In-Depth Individual Interview
ND	Newcastle disease / Maladie de newcastle
NDV	Newcastle disease virus / Virus de la maladie de Newcastle
OH	One Health
OIE	Organisation Mondiale de la Santé animale
PHS	Public Health Service
PHZ	Public Health Zone
PVS	Performance Veterinary Service
RECO	Relais communautaire
SE	Service de l'environnement
SP	Service de Santé publique
SSII	Semi-structured Individual interview
SV	Service Vétérinaire
VS	Veterinary Service
WHO	World Health Organization

Table de matières

REMERCIEMENTS	II
DÉDICACE	IV
IN MEMORIAM	V
EPIGRAPHE	VI
COMPOSITION DU JURY	VII
ABRÉVIATIONS.....	VIII
TABLE DE MATIÈRES	IX
RÉSUMÉ – ABSTRACT	1
RÉSUMÉ	2
ABSTRACT.....	5
PRÉAMBULE GÉNÉRAL	9
1. INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	11
1.1. RÔLES SOCIO-ÉCONOMIQUES DE L'ÉLEVAGE ET SITUATION ALIMENTAIRE DES POPULATIONS EN RDC	11
<i>1.1.1. Rôles socio-économiques de l'élevage en RDC.....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.2. Situation alimentaire en RD Congo.....</i>	<i>11</i>
1.2. SERVICES VÉTÉRINAIRES CONGOLAIS : PROFILS ET PERSPECTIVES	12
<i>1.2.1. Situation des services vétérinaires nationaux.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.2. Défis de services vétérinaires congolais.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.3. Recherche des solutions sur le manque de ressources humaines pour les services vétérinaires des zones reculées en Afrique</i>	<i>13</i>
<i>1.2.4. Obstacles à l'organisation des services vétérinaires assurés par les agents communautaires de santé animale</i>	<i>13</i>
<i>1.2.5. Solutions à ces obstacles</i>	<i>14</i>
<i>1.2.6. Contribution escomptée de l'approche One health à la vaccination animale en RDC</i>	<i>15</i>
1.3. RAPPELS SUR LA MALADIE DE NEWCASTLE.....	16
<i>1.3.1. Généralités sur la maladie de Newcastle.....</i>	<i>16</i>
<i>1.3.2. Impact socio-économique de la maladie de Newcastle.....</i>	<i>16</i>
<i>1.3.3. Etiologie de la maladie de Newcastle.....</i>	<i>17</i>
<i>1.3.4. Signes cliniques de la maladie de Newcastle.....</i>	<i>17</i>

1.3.5. Diagnostic de la maladie de Newcastle	18
1.3.6. Immunité naturelle de la poule face au virus de la maladie de Newcastle	18
1.3.7. Vaccins contre la maladie de Newcastle	19
1.3.8. Vaccination contre la Maladie de Newcastle	20
1.3.8.1. Impact socio-économique de la vaccination contre la ND	20
1.3.8.2. Impact médical et épidémiologique de la vaccination contre la maladie de Newcastle....	20
1.3.8.3. Choix de la souche vaccinale et de la stratégie de la vaccination des poules villageoises en RDC	21
1.3.9. Eventuelles causes des échecs de la vaccination contre la maladie de Newcastle	22
1.3.10. Maladie de Newcastle et santé publique.....	22
1.4. ETAT DES LIEUX DE LA VACCINATION ANIMALE DANS LA ZONE D'ÉTUDE	22
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	24
2. OBJECTIF GÉNÉRAL ET QUESTION DE RECHERCHE DE LA THÈSE	32
2.1. SOUS-OBJECTIFS	32
2.2. HYPOTHÈSE.....	32
ETUDE 1: EVALUATION PARTICIPATIVE DES CAMPAGNES DE VACCINATION PAYANTE DES POULES VILLAGEOISES CONTRE LA MALADIE DE NEWCASTLE DANS LA PROVINCE DU KONGO CENTRAL	34
PRÉAMBULE	35
3.1. ABSTRACT	36
3.2. INTRODUCTION.....	37
3.3. MATERIALS AND METHODS	39
3.3.1. Study area.....	39
3.3.2. Sampling.....	40
3.3.3. Data collection	41
3.3.4. Data analysis.....	42
3.4. RESULTS.....	45
3.4.1. Other animal vaccination campaigns organized in the study area.....	45
3.4.2. Village chicken context: zootechnical characterization and avian diseases burden	45
3.4.3. Organization of paid vaccination services against Newcastle disease.....	46

3.4.4. <i>Chicken keepers participation in paid vaccination</i>	46
3.5. DISCUSSION.....	49
3.6. CONCLUSION.....	52
3.7. ACKNOWLEDGEMENTS.....	52
3.8. REFERENCES.....	54
ETUDE 2: APPLICATION DES PRÉFÉRENCES DÉCLARÉES POUR ANALYSER LA DEMANDE DE LA VACCINATION PAYANTE DES POULES VILLAGEOISES CONTRE LA MALADIE DE NEWCASTLE EN RD CONGO.....	56
PRÉAMBULE.....	57
4.1. ABSTRACT.....	58
4.2. INTRODUCTION.....	59
4.3. MATERIAL AND METHOD.....	60
4.3.1. <i>Study area</i>	60
4.3.2. <i>Study periods</i>	61
4.3.3. <i>Overall description of methods</i>	61
4.3.4. <i>Identification of Attributes and Attribute Levels</i>	61
4.3.5. <i>Design and construction of choice sets to present to participants</i>	62
4.3.6. <i>Questionnaire development</i>	62
4.3.7. <i>Data collection</i>	63
4.3.8. <i>Data analysis</i>	64
4.4. RESULTS.....	66
4.4.1. <i>Utility coefficients of attributes levels</i>	66
4.4.2. <i>Chicken keepers willingness to pay</i>	67
4.5. DISCUSSION.....	68
4.5.1. <i>Utility coefficient, chicken keepers willingness to pay and the effect of sites' history</i>	68
4.5.2. <i>Difficulties and solutions of the implementation of the preferred profile of paid vaccination service for village chicken in Kongo central Province (DR Congo)</i>	69
4.6. CONCLUSION.....	69
4.7. REFERENCES.....	71

ETUDE 3: EVALUATION PARTICIPATIVE DE L'INTÉRÊT DES APPROCHES ONE HEALTH POUR LE DÉVELOPPEMENT DES SERVICES DE SANTÉ ANIMALE EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO	74
PRÉAMBULE	75
5.1. ABSTRACT	76
5.2. INTRODUCTION	77
5.3. MATERIAL AND METHODS	79
5.3.1. <i>Study zone</i>	79
5.3.2. <i>Study participants</i>	80
5.3.3. <i>Instruments and Data collection</i>	81
5.3.4. <i>Data analysis</i>	82
5.4. RESULTS.....	85
5.4.1. <i>Characteristics of interviewed professionals</i>	85
5.4.2. <i>Strengths and perception of the One health approach by Congolese professionals</i>	85
5.4.3. <i>Professionals' contributions to joint activities and expectations</i>	86
5.5. DISCUSSION.....	90
5.5.1. <i>Difficulties of installation and operation of a national OH programs</i>	90
5.5.2. <i>One health approach, an opportunity for animal health services in DR Congo</i>	90
5.5.3. <i>Expectations of the professionals</i>	91
5.5.4. <i>Conditions for the implementation of an animal health policy based on the OH approach</i>	91
5.6. CONCLUSION	92
5.7. REFERENCES	93
ETUDE 4: ESSAI D'ORGANISATION DE CAMPAGNES DE VACCINATION DES POULES VILLAGEOISES CONTRE LA MALADIE DE NEWCASTLE EN RAPPROCHEMENT AVEC LES RÉSEAUX DE VACCINATION DE SANTÉ HUMAINE.....	96
PRÉAMBULE	97
6.1. RÉSUMÉ	98
6.2. INTRODUCTION.....	99
6.3. MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODE	100

6.3.1. Milieu d'étude.....	100
6.3.2. Matériel d'étude	101
6.3.3. Déroulement de l'étude.....	102
6.3.4. Analyse des données	105
6.4. RÉSULTATS	107
6.4.1. Caractéristiques des réseaux de vaccination des poules dans les différentes zones de santé	107
6.4.2. Couverture vaccinale réalisées et rayons d'activités des vaccinateurs	109
6.4.3. Impact des campagnes de vaccination des poules villageoises dans les services vétérinaires et dans les élevages	109
6.4.4. Difficultés rencontrées par des vaccinateurs.....	109
6.4.5. Obstacles de la participation des éleveurs aux campagnes de vaccination.....	110
6.4.6. Cas d'échecs de vaccination contre la ND.....	110
6.4.7. Collaboration intersectorielle dans les milieux ruraux avant et après la vaccination des poules villageoises	111
6.4.8. Décisions des professionnels et des éleveurs des poules	112
6.4.9. Proposition pour l'amélioration.....	113
6.4.10. Comparaison des performances des vétérinaires et relais communautaires dans la vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle	113
6.5. DISCUSSION.....	115
6.5.1. Atouts de l'organisation de la vaccination des poules en rapprochement des services de vaccinations	115
6.5.2. Défis de l'organisation de la vaccination des poules en rapprochement des services de vaccinations	116
6.5.3. Gestion des échecs de la vaccination et des réactions des éleveurs	116
6.5.4. Valorisation des résultats de la présente étude	117
6.6. CONCLUSION	118
6.7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	120
7.1. DISCUSSION GÉNÉRALE	125
7.1.1. Choix, intérêt et limites de l'approche participative dans le cadre de la présente étude ...	125

7.1.2. <i>Limites de la méthodologie de l'étude</i>	126
7.1.3. <i>Maladies animales et leur contrôle dans la région</i>	128
7.1.4. <i>De services de vaccination sporadiques à des services pérennes</i>	129
7.1.6. <i>Intérêt et participation des éleveurs à la vaccination animale</i>	135
7.1.7. <i>Vulgarisation et durabilité de la vaccination animale en RDC</i>	135
7.1.8. <i>Apports des laboratoires dans l'organisation de la vaccination animale en RDC</i>	136
7.2. CONCLUSION GÉNÉRALE	138
7.3. PERSPECTIVES	140
7.4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	143
ANNEXES	147

Résumé – Abstract

Résumé

La République démocratique du Congo (RDC) a une population vivant en grande partie (70%) en milieu rural. Une proportion estimée à 80% de cette population rurale serait agro-éleveur. L'élevage constitue pour ces ménages une épargne sur pied mobilisable en cas de besoin. Les principales espèces animales domestiques exploitées par ces paysans sont menacées régulièrement par des maladies infectieuses endémiques pourtant évitables par la vaccination. Par ailleurs, à l'issue de l'évaluation des Performances des Services Vétérinaires de la RDC réalisée par l'OIE en 2011, ces maladies, notamment la maladie de Newcastle chez la poule, la peste des petits ruminants, la fièvre aphteuse, la pleuropneumonie contagieuse bovine, le charbon bactérien et le charbon symptomatique chez les ruminants et la rage chez le chien, étaient classées prioritaires. A l'aube de l'année 2020, aucune mesure de contrôle systématique de ces maladies n'a été prise au niveau national. La mise en place de services pérennes de vaccination animale en RDC représente une nécessité impérieuse. Dans cette situation, une voie envisagée pour mettre en place des services de vaccination de manière efficace et pérenne serait d'établir des schémas de recouvrement des coûts de la vaccination auprès des utilisateurs des services. Cette recherche doctorale investigate l'opportunité et les modalités de la mise en place de services payants de vaccination animale dans un contexte rural congolais marqué par la pauvreté et les difficultés d'accès.

Des entretiens individuels semi-structurés (EISS), des groupes de discussion focalisée (GDF) et des enquêtes de préférences déclarées ont été utilisés à travers quatre études pour cerner les conditions requises à la mise en place de services payants de vaccination animale fondés sur le principe utilisateur-payeur et l'approche *One Health* (OH). Cette étude a pris pour cas d'application la vaccination des poules villageoises contre la maladie de Newcastle dans trois provinces de la partie Sud-Ouest de la RDC. Cette vaccination a utilisé le vaccin I-2 ND produit localement par le Laboratoire Vétérinaire de Kinshasa. Ce vaccin est thermostable et administrable par goutte oculaire. Pour réaliser une évaluation participative des campagnes de vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle dans la province du Kongo central, 12 GDF et 160 EISS étaient organisés dans quatre sites (étude 1). Ce processus participatif a permis la conception d'une grille d'évaluation de la performance des services de vaccination animale. Pour analyser la demande de services de vaccination animale payante, identifier les préférences et comprendre le comportement des éleveurs, une expérience de choix discret a été réalisée dans huit sites sur 320 éleveurs (étude 2). Pour réaliser l'évaluation participative de l'intérêt des approches OH dans le développement des services de santé animale en RDC, 15 GDF et 100 EISS ont été menés auprès des professionnels des services de l'environnement (ES), de ceux des services vétérinaires (SV) et de ceux de services de santé publique (SSP) dans cinq territoires de trois provinces (étude 3). Les attentes et les bénéfices identifiés par les acteurs congolais ont été comparés aux bénéfices de l'approche OH tels que théorisés actuellement dans la littérature scientifique. Cette

étape a été suivie par la réalisation d'un protocole d'évaluation adapté de celui proposé par le *Network for Evaluation of One Health* (NEOH). Pour réaliser l'évaluation de la mise en synergie des réseaux de vaccination payante des poules villageoises avec les réseaux de vaccination de santé publique, 12 GDP et 288 EISS ont été menés dans six zones de santé publique de trois territoires sélectionnés (étude 4). Les évaluations de 15 réseaux de vaccination animés par des relais communautaires (RECO) et celle de 15 réseaux animés par des vétérinaires ont été réalisées séparément sur base de la grille d'évaluation proposée par l'étude 1. Les résultats de deux évaluations ont ensuite été comparés.

La grille d'évaluation a mis en évidence quatre points forts en faveur de la durabilité du service de vaccination payante des poules villageoises organisé par le Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa (CAVTK) dans la province du Kongo Central. Il s'agissait de l'intérêt exprimé par les éleveurs de poules, l'efficacité du vaccin, la disponibilité du vaccin et la facilité d'utilisation du vaccin. Deux points faibles ont été identifiés, à savoir le faible accès des éleveurs de poules à l'information et la faible motivation des vaccinateurs. Selon la grille d'évaluation développée dans cette étude, la campagne de vaccination payante des poules villageoises au Kongo central a obtenu un score de performance de 62,8%, avec une diversité de score entre zones (étude 1). Les éleveurs ont préféré un service de vaccination payante des poules villageoises réalisée suivant un calendrier imposé et administrée par un vétérinaire public (étude 2). Les professionnels des SV, SE et SSP en RDC ont identifié quatre de huit bénéfiques de l'approche OH tels que décrits dans la littérature. L'application du protocole adapté d'évaluation de l'approche OH a montré qu'en RDC, il y a une forte implantation de la pensée OH et de l'esprit de partage OH, mais un faible niveau d'apprentissage OH, de planification d'activités OH et de l'opérationnalisation de l'approche OH sur le terrain (étude 3). Les RECO et les vétérinaires ont rencontré les mêmes difficultés sur le terrain. Les RECO avaient estimé que leur participation à la vaccination des poules avait modifié les rapports de collaboration entre les SV, les SE et les SSP. D'une manière générale, selon la grille d'évaluation établie ici, les RECO ont réalisé un meilleur score ($84\pm 3\%$) que les vétérinaires ($76\pm 8\%$). Néanmoins, seul le critère d'efficacité du vaccin a présenté une différence significative. Par ailleurs, les équipes de RECO avaient réalisé un rayon d'activité moyen de $43,5\pm 30,5$ km et les vétérinaires un rayon d'activités moyen de $6,6\pm 4,0$ km.

Les priorités pour l'amélioration du service de vaccination animale semblent être la sensibilisation des éleveurs et l'augmentation de la motivation des vaccinateurs. Le profil de service de vaccination animale payante devrait s'adapter aux attentes des éleveurs tout en rencontrant les exigences techniques de la vaccination. Le vétérinaire public supervisera les activités de vaccination, qui seront mises en œuvre par des RECO formés, à travers des campagnes collectives à des périodes fixes dans l'année. Le prix acceptable permettrait de fixer le service de manière durable et pourrait être augmenté si la confiance dans le service fourni s'accroît. En RDC, les professionnels des SV, SE et SSP étaient prêts à travailler

en collaboration afin de se renforcer mutuellement et d'atteindre leur idéal commun qui est le bien-être des communautés qu'ils ont en charge. Le succès d'une telle approche nécessiterait le rajeunissement du personnel vétérinaire en milieu rural et l'affectation de professionnels vétérinaires qualifiés capables de concevoir et de cogérer les activités conjointes avec les managers des SSP et des SE.

Les résultats de cette thèse ont montré que les éleveurs de poules villageoises de ces trois provinces ont adopté le principe de l'utilisateur-payeur pour l'organisation de la vaccination de leurs poules. Le montant perçu par les services de vaccination pourra contribuer au financement partiel des activités de vaccination. Il servira d'une part à renouveler les stocks de vaccin et d'autre part permettra de rémunérer les vaccinateurs. Les performances réalisées par les RECO dans la vaccination des poules constituent une preuve selon laquelle l'approche OH peut aider les SV à mettre en place des services pérennes de vaccination animale en RDC. Elle pourra résoudre le problème de sensibilisation des éleveurs, celui de la motivation des vaccinateurs et celui de manque des ressources humaines. Elle apportera une solution partielle au problème de la chaîne de froid. Les apports en ressources financières et matériels du CAVTK et des fonds de recherche de la présente thèse ont montré que les services vétérinaires de la RDC ont besoin de développer un partenariat public-privé (PPP) pour la réalisation des activités en faveur de la santé animale. Un tel partenariat pourra aider ces services à redynamiser la vaccination animale en rendant disponible les vaccins et les chaînes de froid au niveau des SV locaux.

Les échecs de la vaccination des poules villageoises observés en certains endroits ont montré que la mise en place de services pérennes de vaccination animale en RDC doit non seulement faire face à des obstacles d'ordre organisationnel, logistique et financier mais doit aussi prévenir les causes biologiques des échecs de la vaccination. Ces échecs auront un impact sur l'appréciation de l'efficacité du vaccin par les éleveurs et réduiront le taux d'adoption de la vaccination par ces derniers. Sur le plan organisationnel, logistique et financier, cette étude a montré que trois piliers, à savoir le principe de l'utilisateur-payeur, l'approche *One Health* et le partenariat public-privé, permettraient d'assurer le financement et la logistique de ces services ainsi que l'accessibilité de ces services à un nombre appréciable d'éleveurs de la RDC. Les laboratoires doivent être impliqués en amont de la vaccination animale afin de trouver les souches vaccinales appropriées, de déterminer le statut vaccinal des troupeaux à vacciner, de diagnostiquer les éventuelles maladies immunosuppressives des troupeaux concernés et enfin développer des stratégies vaccinales appropriées. Il est également important que des programmes d'encadrement des éleveurs les accompagnent afin de leur apprendre les bonnes pratiques d'élevage et les notions de biosécurité. C'est dans ces conditions que la vaccination animale pourra se montrer efficace et que les services pourront être organisés de façon pérenne.

Abstract

The Democratic Republic of Congo (DRC) has a population living mostly in rural areas (70%). Most of this rural population (80%) are agro-pastoralists. For these households, livestock farming constitutes a form of on-farm savings that can be mobilized in case of need. Endemic infectious diseases that can be prevented by vaccination regularly threaten the main domestic animal species kept by these households. Furthermore, following the evaluation of the Performance of the Veterinary Services of DRC carried out by the OIE in 2011, these diseases, in particular the Newcastle disease in chickens, the *peste des petit ruminants*, the foot-and-mouth disease, the contagious bovine pleuropneumonia, anthrax and blackleg in ruminants and rabies in dogs, were ranked as priorities. At the dawn of the year 2020, no systematic control measures for these diseases had been taken at the national level. The establishment of sustainable animal vaccination services in DRC is an urgent necessity. In this situation, one way of establishing effective and sustainable vaccination services would be to establish schemes for recovering costs of vaccination from the users of the services. This doctoral research investigates the appropriateness and modalities of setting up paid animal vaccination services in a rural Congolese context marked by poverty and difficult access.

Semi-structured individual interviews (SSII), focus group discussions (FGD) and stated preference surveys were used across four studies to identify the requirements for the implementation of animal vaccination services based on the user-pay principle and the One Health (OH) approach. This study used the vaccination of village chickens against Newcastle disease in three provinces of the southwestern part of DRC as a case study. This vaccination used the I-2 ND vaccine produced locally by the Kinshasa Veterinary Laboratory. This vaccine is thermostable and can be administered by eye drop. To conduct a participatory evaluation of the paid vaccination campaigns of village chickens against Newcastle disease in Kongo Central province, 12 FGD and 160 SSII were organized in four sites (study 1). This participatory process led to the design of a grid for evaluating the performance of animal vaccination services. In order to analyze the demand for paid animal vaccination services, identify preferences and understand the behavior of livestock keepers, a discrete choice experiment was carried out in eight sites out of 320 livestock keepers (study 2). To carry out a participatory evaluation of the value of OH approaches in the development of animal health services in DRC, 15 FGD and 100 SSII were conducted among professionals from Environmental Services (ES), Veterinary Services (VS) and Public Health Services (PHS) in five territories in three provinces (study 3). The expectations and benefits identified by the Congolese stakeholders were compared to the benefits of the OH approach as currently theorized in the scientific literature. This step was followed by the development of an evaluation protocol adapted from the one proposed by the Network for Evaluation of One Health (NEOH). In order to evaluate the synergy between village chicken vaccination networks and public health vaccination networks, 12 FGD

and 288 SSII were conducted in six public health zones in three selected territories (study 4). The evaluations of 15 vaccination networks run by Community-Based Health Workers (CBHW) and 15 networks run by public veterinarians were carried out separately on the basis of the evaluation grid proposed by study 1. The results of the two evaluations were then compared.

The assessment grid highlighted four strengths in favor of the sustainability of the paid vaccination service for village chickens organized by the *Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa* (CAVTK) in Kongo Central province. These were the interest expressed by chicken keepers, the perceived efficacy of the vaccine, the availability of the vaccine and the ease of vaccine use. Two weaknesses were identified, namely the poor access of chicken keepers to information and the low motivation of vaccinators. According to the assessment grid developed in this study, the paid vaccination campaign for village chickens in Kongo Central province obtained a performance score of 62.8%, with a diversity of scores between zones (study 1). Farmers preferred a paid vaccination service for village chickens, carried out according to an imposed calendar and administered by a public veterinarian (study 2). SV, SE and PHS professionals in DRC identified four of the eight benefits of the OH approach as described in the literature. Application of the adapted protocol for evaluating the OH approach showed that in DRC, there is a strong implantation of OH thinking and the OH sharing spirit, but a low level of OH learning, OH planning and OH working in the field (study 3). CBHW and veterinarians encountered the same difficulties in the field. CBHW felt that their involvement in the vaccination of village chickens had changed the collaborative relationship between the VS, ES and PHS. In general, according to the assessment grid established here, CBHW scored better ($84\pm 3\%$) than public veterinarians ($76\pm 8\%$). However, only vaccine efficacy criterion showed a significant difference. Furthermore, CBHW teams had achieved an average activity radius of 43.5 ± 30.5 km and public veterinarians an average activity radius of 6.6 ± 4.0 km.

The priorities for improving the animal vaccination service seem to be awareness raising among animal keepers and increasing the motivation of vaccinators. The profile of paid animal vaccination service should be adapted to the expectations of farmers while meeting the technical requirements of vaccination. The public veterinarian will supervise the vaccination activities, which will be implemented by trained CBHW, through collective campaigns at fixed periods of the year. The acceptable price would allow the service to be fixed on a sustainable basis and could be increased if confidence in the service provided increases. In the DRC, the professionals of the VS, ES and PHS were willing to work together to reinforce each other and to achieve their common ideal, which is the well-being of the communities they serve. The success of such an approach would require the rejuvenation of veterinary staff in rural areas and the assignment of qualified veterinary professionals capable of designing and co-managing joint activities with the managers of ES and PHS.

The results of this thesis showed that village chicken keepers in these three provinces have adopted the user-pay principle for organizing the vaccination of their chickens. The amount collected by the vaccination services could contribute to the partial financing of vaccination activities. It will be used on the one hand to renew vaccine stocks and on the other hand to pay the vaccinators. The performance achieved by CBHW in vaccinating village chickens is proof that the OH approach can help VS to set up sustainable animal vaccination services in DRC. It will be able to solve the problem of sensitization among animal keepers, motivating vaccinators and the lack of human resources. It will provide a partial solution to the cold chain problem. The financial and material resources provided by the CAVTK and the research funds of this thesis have shown that DRC's veterinary services need to develop a public-private partnership (PPP) for the implementation of activities in favor of animal health. Such a partnership could help these services to boost animal vaccination by making vaccines and cold chains available at the local VS.

The failures of vaccination of village chickens observed in some places have shown that the implementation of sustainable animal vaccination services in DRC must not only face organizational, logistical and financial obstacles but must also prevent biological causes of vaccination failures. These failures will have an impact on animal keepers' appreciation of the vaccine's effectiveness and will reduce the rate of adoption of vaccination by them. On the organizational, logistical and financial level, this study showed that three pillars, namely user-pays principle, One Health approach and public-private partnership, could ensure the financing, sustainability and logistics of these services as well as the accessibility of these services to a significant number of animal keepers in the country. Laboratories must be involved upstream of animal vaccination in order to find appropriate vaccine strains, to determine the vaccination status of the herds to be vaccinated, to diagnose possible immunosuppressive diseases in the herds concerned and finally to develop appropriate vaccine strategies. It is also important that support programs be set up to teach animal keepers good animal husbandry practices and biosecurity measures. These are the conditions for an animal vaccination to be effective and for the proposed services to be organized in a sustainable way.

Préambule général

Préambule général

Ce document comprend six parties, dont une introduction générale, quatre études et une discussion générale. L'introduction générale présente les rôles socio-économiques de l'élevage en RDC, les défis et perspectives des services vétérinaires congolais, le besoin de recherche des solutions sur le manque de ressources de ces services vétérinaires et enfin elle donne un bref aperçu de la maladie de Newcastle et des moyens de contrôle existants.

La première étude était consacrée à l'évaluation participative des campagnes de vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle dans la province du Kongo central. A travers cette étude, une grille d'évaluation composé des dix critères a été proposée pour l'évaluation des campagnes de vaccination animale dans la région.

La deuxième étude était consacrée à l'analyse de la demande des éleveurs des poules villageoises sur la vaccination payante de leur volaille contre la maladie de Newcastle. A l'issue de cette étude, les préférences des éleveurs devaient être identifiés et comprises et un profil de service de vaccination payante des poules villageoises devait être conçu. Un profil qui serait adapté aux attentes des éleveurs de poules villageoises et aux exigences techniques du terrain a été proposé et commenté.

La troisième étude était consacrée à l'évaluation participative de l'intérêt des approches *One Health* dans le développement des services de santé animale en RDC. A travers des groupes de discussion focalisée et des interviews individuelles semi-structurés, les professionnels des services vétérinaires, ceux des services de l'environnement, et ceux de service de santé publique devaient exprimer leurs appréhensions sur leur éventuelle implication dans les activités visant l'amélioration des services vétérinaires locaux, ainsi que leurs attentes respectives sur une telle collaboration.

La quatrième étude était consacrée à l'évaluation des réseaux expérimentaux de vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle, organisés en rapprochement des réseaux de vaccination de santé publique. Il s'agissait de procéder à l'évaluation des réseaux de vaccination animés par des relais communautaires formés séparément des réseaux de vaccination animés par des vétérinaires publics. Les résultats de ces deux évaluations étaient ensuite comparés entre eux.

La discussion générale et la conclusion rapprochent les résultats des quatre études pour contribuer à répondre à la question de la mise en place des services pérennes de vaccination animale en République Démocratique du Congo.

Introduction générale

1. Introduction générale

1.1. Rôles socio-économiques de l'élevage et situation alimentaire des populations en RDC

1.1.1. Rôles socio-économiques de l'élevage en RDC

Dans les pays en développement et surtout en milieu rural, l'élevage constitue la plus importante source de revenu des ménages et un moyen d'y réduire l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Il y joue également plusieurs fonctions sociales et culturelles (Chilonda and Huylenbroeck, 2001; Catley et al., 2004; Herrero et al., 2013). En RDC, la population rurale représente plus de 70% de la population nationale. Cette frange de la population congolaise satisfait ses besoins quotidiens par plusieurs activités (culture, pêche, chasse, etc.) et considère principalement l'élevage comme une épargne sur pied, mobilisable en cas de besoin. En plus de la production des protéines d'origine animale pour l'autoconsommation des ménages paysans, l'élevage constitue une source supplémentaire de revenu susceptible de contribuer à la résolution des besoins sociaux des paysans, notamment la scolarisation des enfants, la prise en charge sanitaire, le paiement de la dot, le règlement des conflits sociaux, l'habillement des membres de la famille, l'investissement dans des projets d'activités nouvelles et la confirmation du statut social des ménages. Il faut aussi retenir qu'en périodes de mauvaises récoltes agricoles, les éleveurs procèdent à la vente de leurs animaux pour l'achat des produits alimentaires (MINAGRI, 2009).

1.1.2. Situation alimentaire en RD Congo

Lebailly et collaborateurs (2014) ont souligné qu'une grande partie de la population congolaise vit en situation d'insécurité alimentaire et de malnutrition sur une terre regorgeant d'un énorme potentiel agricole, bénéficiant d'une diversité de climats, traversée par un important réseau hydrographique et possédant d'un énorme potentiel en pêche et élevage. Pendant près de deux décennies, la RDC a fait partie des pays qui ont bénéficié d'un aide alimentaire mondiale pour pallier les crises alimentaires récurrentes. L'aide humanitaire a représenté au moins 10% de l'aide publique au développement reçue par le pays durant la période allant de 2006 à 2014. Environ 23% de sa population rurale seraient en insécurité alimentaire (Muteba and Nkulu, 2019). Dans la région d'Afrique centrale, la RDC connaîtrait l'incidence de la pauvreté la plus élevée. Ses populations subiraient une insécurité alimentaire prononcée et 43% d'enfants en âge préscolaire seraient touchés par une malnutrition aiguë et un retard de croissance (MINAGRI, 2018). La production animale n'est pas suffisante pour satisfaire les besoins quotidiens en protéines animales de l'ensemble de la population. Dans les grands centres urbains et leurs environs, ces besoins sont satisfaits grâce à des importations massives des produits animaux surgelés (MINAGRI,

2009). La production animale apparaît ainsi en RDC comme défaillante, grevée par la précarité de l'état sanitaire des animaux et la survenue régulière des épizooties dans les élevages congolais.

1.2. Services vétérinaires congolais : profils et perspectives

1.2.1. Situation des services vétérinaires nationaux

Dans ce pays, deux types d'élevages coexistent : d'un côté les élevages intensifs modernes, fournissant des produits animaux aux grands centres urbains près desquels ils sont localisés, et de l'autre côté, les élevages paysans présents sur toute l'étendue du pays et exploitant principalement le petit bétail et la volaille (MINAGRI, 2009). Les premiers disposent d'équipes de vétérinaires qui s'occupent de leurs animaux dans les seconds devraient compter sur des services vétérinaires publics néanmoins absents dans les zones reculées et dépourvus des ressources nécessaires dans les grands centres urbains. A l'issue d'une évaluation des services vétérinaires du pays à l'aide de l'outil de Performance de Services Vétérinaires de l'OIE (Evaluation PVS), la Direction de la Production et Santé Animale (DPSA), l'organe opérationnel des activités de production et santé animale du pays, a ciblé un ensemble de maladies animales comme prioritaires pour l'action des services vétérinaires congolais. Il s'agissait de la maladie de Newcastle (ND) chez la poule (*Gallus gallus*), la peste des petits ruminants, la pleuropneumonie contagieuse bovine, le charbon bactérien et symptomatique et la fièvre aphteuse chez les ruminants (Diop et al., 2011). A l'aube de l'an 2020, une bonne partie des éleveurs de ce pays ignorent l'existence de vaccins pour les poules.

1.2.2. Défis de services vétérinaires congolais

En RDC, comme dans la plupart des pays à faible budget d'Afrique, Asie et Amérique Latine, le gouvernement garantissait les frais des services vétérinaires durant la période coloniale et quelques temps après les indépendances (Martin Curran et Maclehorse, 2006). Suite aux contraintes budgétaires et pressions croissantes des partenaires techniques et financiers internationaux, les gouvernements de ces pays ont été amenés à restructurer substantiellement leurs services vétérinaires, notamment dans le sens de leur privatisation et de la réduction des dépenses publiques (Holden, 1999; Chilonda and Huylenbroeck, 2001; Ahuja et al., 2003; Chema and Gathuma, 2004; Lopez et al., 2004; Niang, 2004).

Les maladies animales présentent actuellement des défis non négligeables pour le système de production animale, le commerce international, la sécurité alimentaire et la santé publique (Chilonda and Huylenbroeck, 2001 ; Domenech et al., 2004). Toutes les maladies animales visées par la DPSA et décimant des élevages en RDC sont évitables par la vaccination. Les élevages modernes s'organisent pour vacciner leurs troupeaux tandis que les propriétaires des élevages paysans et petits élevages urbains

assistent impuissants à la dévastation régulière de leurs troupeaux. Or, dans le contexte de contraintes budgétaires de l'Etat et des ménages et de la faiblesse des services vétérinaires à travers le territoire du pays, l'offre de services de vaccination animale en RDC ne relève pas de la question technique simple. Dès lors, des recherches devraient être initiées afin de trouver des solutions pour l'organisation d'un programme national et pérenne de vaccination animale en RDC. Ce processus jouerait un rôle primordial dans le développement économique et humain du pays, par l'accroissement de la sécurité alimentaire mais aussi la sécurisation de l'épargne sur pied de plus des 70% de la population congolaise vivant en milieu rural (MINAGRI, 2018).

1.2.3. Recherche des solutions sur le manque de ressources humaines pour les services vétérinaires des zones reculées en Afrique

L'expérience de la privatisation des services vétérinaires et l'utilisation des agents communautaires de santé animale (ACSA) dans d'autres pays en développement indiquent des pistes pour l'organisation des services pérennes de vaccination animale en RDC (Holden, 1999; Cheneau et al., 2004; Mugunieri et al., 2004; Allport et al., 2005). Malgré le manque ou l'insuffisance des ressources, des tentatives de privatisation des services vétérinaires ont rencontré des relatifs succès en Ethiopie, au Ghana, au Kenya, au Sénégal et à Jamaïque (Turkson et al., 1999; Chema et Gathuma, 2004; Lopez et al., 2004; Niang, 2004; Admassu et al., 2005). Dans les pays en développement, l'utilisation des para-professionnels dans la santé animale est étroitement liée à la privatisation des services de santé animale bien que cela se passe généralement en dehors d'un cadre légal, politique et institutionnel (Mugunieri et al., 2004). Pendant deux décennies de guerre civile et en l'absence d'un gouvernement, les ACSA ont assuré les soins de santé animale en Afghanistan (Schreuder et Ward, 2004). Catley et collaborateurs (2004) ont montré que les ACSA ont un impact substantiel sur la morbidité et la mortalité animales par la prestation d'une gamme limitée d'actes de soins animaux. Ils interviennent comme des ponts de liaison entre les éleveurs et les services vétérinaires publics et devaient travailler sous la supervision des médecins vétérinaires ou des assistants vétérinaires afin d'assurer la qualité des services de santé animale rendu. Ces systèmes peuvent donc être catégorisés comme forme particulière de partenariat public-privé (Galière et al., 2019). C'est ainsi qu'ils joueraient un rôle non négligeable dans la surveillance des maladies animales dans les zones reculées dépourvues des services vétérinaires conventionnels (Haan et al., 2001).

1.2.4. Obstacles à l'organisation des services vétérinaires assurés par les agents communautaires de santé animale

Le manque de ressources financières et matérielles réduit la motivation des professionnels vétérinaires des pays en développement, il est la contrainte majeure qui empêche à ces professionnels d'accepter de

travailler dans ces milieux ruraux reculés (Allport et al., 2005). Les ACSA représentent une alternative en ce sens qu'il s'agit de membres de la communauté recevant une formation et un matériel de base afin de remplir leur fonction localement. Ils peuvent retirer des revenus de leur activité mais leur maintien s'est souvent révélé dépendants de financements étrangers continus. Face à la cessation des projets externes, nombre d'ACSA se reconvertissent à d'autres emplois (Martin Curran et Maclehorse, 2006). L'étendue du territoire de la RDC rend en outre la formation et la mise en place des ACSA financièrement problématique, bien qu'aucune évaluation des besoins n'ait été formellement établie. Néanmoins, il est permis de douter de la disposition de la RDC et de ses partenaires techniques et financiers à s'engager dans de tels investissements. Le fait que huit années soient passées après la publication des résultats de l'évaluation PVS des services vétérinaires de la RDC sans qu'aucune vaccination contre une des maladies classées prioritaires ne soit organisée sur toute l'étendue du pays illustrent les difficultés profondes des services vétérinaires et leur actuelle incapacité à prendre le cap indiqué par les recommandations issues de ladite évaluation de l'OIE.

1.2.5. Solutions à ces obstacles

En RDC, parmi les services publics, seuls les services de santé publique atteindraient toute l'étendue du pays, ils possèdent des réseaux de vaccination animés par des relais communautaires (RECO) ou agents de santé communautaires. Ces RECO assument le rôle de pont entre la communauté et les centres de santé. Ils interviennent en tant que volontaires dans les actions de développement communautaire (Faye, 2012). Dans les zones de santé sélectionnées pour cette étude, les RECO ne bénéficiaient pas d'un salaire. Néanmoins, ils bénéficiaient occasionnellement des primes de transport et des per diem relatifs à leurs participations aux activités de leurs zones de santé respectives. Leur stabilité dans la communauté, leur statut de volontaire, leur présence même dans les zones reculées et leur proximité avec des ménages sont des critères qui font d'eux des potentiels candidats vaccinateurs et agents de surveillance des maladies animales, vu que ces activités sont sporadiques et non permanentes. Leur implication dans la vaccination animale résoudrait en grande partie le problème de motivation des vaccinateurs et celui de reconversion des agents communautaires de santé animale à d'autres activités.

Le rapprochement des services vétérinaires (SV), des services de l'environnement (SE) et des services de santé publique (SSP) entre dans le cadre de la stratégie connue sous l'appellation « *One world, One health* », une approche qui vise une compréhension systémique des causes d'apparition et de la diffusion des maladies infectieuses d'origine animale mais aussi, plus prosaïquement, à valoriser les synergies techniques et logistiques accessibles par la collaboration entre les acteurs impliqués. Cette stratégie a été mise à l'agenda international par quatre agences internationales notamment l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'Organisation Internationale de la Santé Animale (OIE), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et le Fonds des Nations Unies pour

l'Enfance (UNICEF). Elle est particulièrement promue pour le contrôle et la prévention des maladies infectieuses à l'interface homme-animal-environnement. Sont ainsi ciblées des maladies animales, émergentes et ré-émergentes, qui peuvent être transmises à des populations humaines (sous forme parfois épidémique, voire pandémique), mais aussi des maladies qui peuvent aussi avoir un impact sur la sécurité alimentaire et la pauvreté des éleveurs (Schneider, 2011).

1.2.6. Contribution escomptée de l'approche *One health* à la vaccination animale en RDC

L'approche *One Health* (OH) est une approche qui prend de plus en plus d'ampleur dans la recherche des solutions des problèmes relatifs à la santé humaine, animale et environnementale. Elle est nécessaire pour la mise en place des réseaux de communication et une collaboration interdisciplinaire pour la gestion des zoonoses émergentes et des questions de changement climatique. Elle promeut un cadre systémique pour la résolution de problèmes complexes de santé à l'interface animal-homme-environnement (Cleaveland et al., 2017; Rabinowitz et al., 2017; Rüegg et al., 2017). A travers le monde, cette approche a été fortement financée pour renforcer les approches collaboratives dans le contrôle des maladies infectieuses humaines à potentiel pandémique (McKenzie et al., 2016). Il existe des travaux qui montrent que des interventions préventives "*One Health*" en faveur de l'amélioration de la santé animale ont influencé positivement la santé humaine. Des stratégies efficaces ont été développées pour contrôler de nombreuses zoonoses endémiques et améliorer la productivité animale dans les pays à faibles et moyens revenus (Cleaveland et al., 2017). Elle constitue aussi une solution importante pour des crises alimentaires mondiales et le changement climatique dû au réchauffement de la planète (Pal et al., 2014). L'approche OH est la démarche à privilégier pour l'obtention des traitements efficaces et préventions de la transmission de zoonoses (Breitschwerdt, 2017). L'utilisation de l'approche OH dans le cadre de l'organisation de la vaccination des poules villageoises contre la maladie de Newcastle est un défi pour traduire l'approche de la théorie en action. Cette démarche éloigne l'approche OH de l'accent mis sur le contrôle des zoonoses et la maîtrise du risque pandémique dans le cadre d'un programme mondial (Okello et al., 2014).

Dans les communautés des pasteurs nomades du Tchad où les services de vaccination animale étaient mieux organisés que ceux de vaccination humaine, des campagnes de vaccination humaine ont été réalisées dans ces communautés en s'appuyant sur les infrastructures et personnels vétérinaires mobiles, constituant un exemple fondateur des synergies pratiques ouvertes par l'approche *One Health* (Schelling et al., 2007). Cette expérience a en effet permis d'améliorer la couverture vaccinale chez les enfants de 1 à 11 mois et chez les femmes en âge de procréer parmi des populations autrement inaccessibles aux services de santé publique. Ce manque d'accès s'expliquait par des raisons géographiques mais aussi sociales, du fait de la conviction des populations concernées de la priorité à donner à la vaccination animale comparé à la vaccination humaine. La délivrance conjointe des services annulait donc les refus

de vaccination des enfants pour cause de manque de priorité. Ainsi, la proposition de la présente thèse peut être vue comme une image en miroir de l'expérience tchadienne, proposant que les services de santé animale en RDC s'appuient sur les infrastructures et équipements des services de la santé publique pour fournir des services pérennes de vaccination animale.

Le recours à l'approche OH pour l'organisation de la vaccination animale, dans le cadre de cette thèse, vise premièrement la sécurisation alimentaire des ménages ruraux congolais et par là l'amélioration de la santé humaine. Néanmoins, par l'amélioration de l'accès des petits éleveurs à des services vétérinaires de qualité, une amélioration ultérieure de la gestion des maladies zoonotiques peut également être espérée.

1.3. Rappels sur la maladie de Newcastle

1.3.1. Généralités sur la maladie de Newcastle

La maladie de Newcastle (ND) est une maladie virale aviaire très contagieuse de répartition géographique mondiale. Elle est caractérisée le plus souvent par des affections des systèmes neurologique, gastro-intestinal, respiratoire et reproductif. Elle est aussi connue sous les noms de « Pseudo- peste aviaire », « Maladie de Ranikhet », « Peste aviaire coréenne » et « Pneumo-encéphalite aviaire » (Miller and Koch, 2020). Elle atteint plus de 236 espèces d'oiseaux, avec une expression clinique dépendant des sensibilités d'espèce et de la virulence de la souche virale responsable de l'infection (Spickler, 2016; Dimitrov et al., 2017).

1.3.2. Impact socio-économique de la maladie de Newcastle

Bien que l'aviculture villageoise soit caractérisée par de petits effectifs par ménage, elle représente 80% du cheptel de la volaille des pays en développement à travers le monde (Dana et al., 2010 ; Mtileni et al., 2012; Alders, 2014). Malheureusement, à travers le monde, cette activité est menacée par plusieurs problèmes sanitaires. La maladie de Newcastle (ND) a été identifiée comme la principale cause de mortalités chez la poule villageoise dans les pays en développement (Tran et al., 2001; Salihu et al., 2012; Kang et al., 2014 ; Jibril et al., 2015; Shrestha et al., 2017). La ND a longtemps constitué la principale cause des pertes économiques des industries avicoles à travers le monde (Boven et al., 2008; Rauw et al., 2009; De Bruyn et al., 2017; Dimitrov et al., 2017; Miller and Koch, 2020). Elle est à présent largement maîtrisée dans les élevages commerciaux, notamment par la vaccination.

Rauw et collaborateurs (2009) suggèrent que l'impact économique de la ND soit considéré au-delà des pertes commerciales directes. La ND occasionnerait la perte d'une source potentielle de protéines animales sous forme de viande et des œufs et celle des moyens subsistance des ménages dans de

nombreux pays en développement (Alders and Spradbrow, 2000; Bagnol et al., 2013; Mack et al., 2013; De Bruyn et al., 2017). Des apparitions régulières et quasi-annuelles des épizooties de cette maladie entraînent des fortes mortalités dans l'aviculture villageoise. Ces mortalités seraient un motif de découragement et d'abandon des ménages pauvres à investir du temps ou des ressources dans l'élevage de poules villageoises (Sylla et al., 2000; De Bruyn et al., 2017). Le rôle d'épargne des poules villageoises fait que les mortalités dues à la ND ont un impact beaucoup plus large de déstabilisation financière des ménages.

1.3.3. Etiologie de la maladie de Newcastle

La ND est causée par un virus de la famille des Paramyxovirus 1, appelé aussi virus de la maladie de Newcastle (NDV). Selon le Comité International de Taxonomie de Virus (ICTV), il existe 20 espèces de Paramyxovirus aviaires, classées de Paramyxovirus aviaire 1 à Paramyxovirus 20, appartenant à la sous-famille des Avilavirinae. En 2016, l'ICTV a officiellement baptisé le NDV en Avilavirus aviaire 1 et en 2018, il l'a rebaptisé en Orthoavulavirus aviaire 1. L'abréviation NDV reste toujours utilisée par des chercheurs afin de se conformer au Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'Organisation mondiale de la Santé Animale (OIE) (Miller and Koch, 2020).

Sur base des similitudes de leurs génomes, les souches de Paramyxovirus aviaire 1 (APMV-1) ont été regroupées en deux classes. Il existe un seul génotype de classe I et 18 génotypes de classe II. Ce regroupement est mobilisé dans les analyses épidémiologiques (Dimitrov et al., 2017). La nomenclature proposée pour les isolats de l'APMV-1 est similaire à celle des isolats de l'Influenza aviaire hautement pathogène. L'isolat doit être listé en entier la première fois, il est mentionné dans un document : APMV-1/Espèces/ Pays (Etat, ville ou lieu plus spécifique) /numéro de l'isolat, nom ou autre identifiant unique / année d'isolement (Miller and Koch, 2020).

Du point de vue antigénique, ces souches sont considérées comme étant d'un seul sérotype (Miller et al. 2007). Chez la poule, la période d'incubation du NDV varie entre deux et quinze jours. Si la souche responsable est vélogène (voir ci-dessous le descriptif de différentes souches), elle variera entre deux et six jours. Toutefois, certains auteurs ont retenu des périodes d'incubation supérieures à trois ou quatre semaines (Spickler, 2016; Miller and Koch, 2020).

1.3.4. Signes cliniques de la maladie de Newcastle

Les symptômes de la ND chez les oiseaux varient en fonction d'un côté des facteurs intrinsèques de l'hôte notamment son espèce, son statut immunitaire et son âge et de l'autre des facteurs intrinsèques au pathogène notamment sa virulence et la dose virale infectante. Il peut ainsi être particulièrement difficile

de reconnaître la maladie. Le NDV affecte le système neurologique, gastro-intestinal, le système reproducteur et le système respiratoire. La maladie clinique est le plus souvent observée chez des oiseaux non vaccinés ou mal vaccinés. Les signes cliniques peuvent varier d'une baisse de la consommation d'aliments et d'eau, et/ou de la production d'œufs parmi des couches apparemment saines et bien vaccinées à 100 % de mortalité chez les poules non vaccinées (Alexander, 2000; Spickler, 2016; Miller and Koch, 2020).

En fonction de la pathogénicité, les souches de NDV sont classées en 4 pathotypes : vélogènes (1), mésogène (2), lentogène (3) et entérique asymptomatique (4). Les vélogènes sont responsables des taux de mortalité élevés chez les poules non vaccinées de tout âge. Parmi les souches vélogènes, il existe deux pathotypes. Les NDV vélogènes viscérotropes (vvNDV) sont responsables de lésions hémorragiques dans le tractus gastro-intestinal et souvent de signes neurologiques. Les NDV vélogènes neurotropes (nvNDV) sont responsables de signes neurologiques avec une atteinte respiratoire. Les oiseaux infectés par le nvNDV peuvent avoir des pas hypermétriques et sembler maladroit avant la manifestation de torticolis, tremblements du corps et de paralysie. Les NDV mésogènes sont moins pathogènes et ils sont responsables de signes neurologiques avec des décès uniquement chez les jeunes oiseaux. Les NDV lentogènes provoquent principalement des infections respiratoires souvent asymptomatiques et sont généralement utilisés pour la préparation des vaccins vivants contre la ND (Rauw et al., 2009; Spickler, 2016; Miller and Koch, 2020). Les NDV entériques asymptomatiques ont un tropisme pour le tractus gastro-intestinal, ne provoquent pas de maladie clinique et sont également utilisés pour la préparation des vaccins vivants (Miller and Koch, 2020).

1.3.5. Diagnostic de la maladie de Newcastle

Selon l'OIE, l'isolement du virus couplé à l'inhibition de l'hémagglutination (IH) reste le test définitif de la ND. L'isolement du NDV peut se faire soit dans des œufs de poule embryonnés ou soit dans des cultures cellulaires. L'inhibition de l'hémagglutination est réalisée avec un antisérum spécifique au NDV (Dimitrov et al., 2017). L'isolement du NDV par ces techniques peuvent prendre 2 à 14 jours. Miller et Koch (2020) ont proposé pour réduire l'attente des résultats à quelques heures, par l'application des nouvelles techniques moléculaires. Mais ils retiennent que l'isolement du virus et l'utilisation des techniques moléculaires doivent se faire simultanément lors de la réalisation d'un diagnostic initial d'un foyer de NDV.

1.3.6. Immunité naturelle de la poule face au virus de la maladie de Newcastle

Les poussins bénéficient des anticorps maternels transmis via l'ovogénèse. L'efficacité de cette immunité innée dépend d'un côté du titre d'anticorps transférés et de l'autre côté de la dose et de la

virulence de la souche virale infectante. Face à une infection par une souche vélogène, la réponse immunitaire innée ne suffit pas à elle seule à la protection de l'hôte exposé. Il est à signaler que les cellules naturels killers sont capables de détruire les cellules infectées par le NDV. Leurs activités s'améliorent avec l'âge des poules. Cette amélioration pourrait expliquer en partie la résistance des poules plus âgées aux infections au NDV (Miller and Koch, 2020). D'autres facteurs endogènes et exogènes sont souvent à la base de la suppression du système immunitaire. Il s'agit notamment de l'environnement, de la nutrition, du stress, des infections bactériennes et des virus immunosuppresseurs. Parmi les pathogènes suppresseurs de l'immunité chez la poule (Dimitrov et al., 2017; Miller and Koch, 2020), le virus de la bronchite infectieuse, l'alpha-herpèsvirus Gallid 1 responsable de la laryngotrachéite infectieuse, le virus de la bursite infectieuse et les Mycoplasma spp ont été associés à des effets immunosuppresseurs chez la poule. Les infections par le NDV ont également la capacité de supprimer l'immunité de l'hôte et empêcher une réponse immunitaire appropriée à d'autres vaccins (Dimitrov et al., 2017). Les anticorps maternels spécifiques au NDV peuvent neutraliser le vaccin vivant et entraîner une immunité réduite ou un échec de vaccination (Dimitrov et al., 2017; Miller and Koch, 2020).

1.3.7. Vaccins contre la maladie de Newcastle

Dimitrov et collaborateurs (2017) ont regroupé les vaccins existant contre la ND en quatre catégories. La première catégorie qu'ils ont qualifiée des vaccins traditionnels comprend des vaccins vivants préparés à base des souches isolées dans les années 1940 et 1960 (souches LaSota, B1 et VG/GA) et des vaccins vivants non virulents qui ont une stabilité accrue à la chaleur (souches I2, V4 et PHY-LMV42). La deuxième catégorie est celle des vaccins vectorisés. Le vecteur utilisé peut être le virus de la variole aviaire ou l'herpèsvirus. La troisième catégorie est celles vaccins autogènes, qui sont les premiers véritables vaccins antigéniques. Et enfin la quatrième catégorie est celle des vaccins expérimentaux.

Rauw et collaborateurs (2009) ont parlé des vaccins à virus vivants atténués et les vaccins à virus inactivés. Les vaccins atténués sont préparés sur base des souches lentogènes et des souches mésogènes. Quelques souches lentogènes utilisées en Europe sont Hitchner B1, La Sota, Clone 30, Ulster 2C, VG/GA, Phy LMV42, C131, Brescia et C2. D'autres souches lentogènes sont utilisées en dehors de l'Europe à l'instar de V4 Queensland, I-2 et F. Des pays d'Afrique et Asie où la ND est endémique utilisent des vaccins à base de souches mésogènes, telles que Mukteswar, Komarov et Roakin (Rauw et al., 2009). Face à une souche virale déterminée, les vaccins contre la ND fabriqués avec n'importe quelle souche virale pourrait induire une immunité supérieure à 90%. Ainsi, 90% des troupeaux vaccinés seront protégés contre la maladie clinique et la mortalité. L'utilisation de n'importe quelle souche ne protège néanmoins pas les troupeaux contre l'infection ou l'excrétion virale. Seul le vaccin homologue à la souche virale responsable de l'infection pourrait réduire l'excrétion orale de façon significative. L'utilisation des vaccins possédant des fortes affinités phylogénétiques avec des souches virales des

foyers potentiels permettraient un meilleur contrôle de la ND en réduisant la transmission virale par des oiseaux infectés (Miller et al., 2007). Néanmoins, les expériences ont montré que l'efficacité des vaccins vivants contre la ND est directement corrélée avec la dose du vaccin administrée. Un vaccin dont la dose infectieuse embryonnaire moyenne (EID₅₀) est estimée entre 10⁴ et 10⁵ induira un taux d'immunité de 100 % chez les poules adultes (Dimitrov et al., 2017). Seule une couverture vaccinale minimale de 85 % réalisée avec une dose vaccinale appropriée pourra garantir la réussite d'un programme de vaccination des poules contre la ND (Van Boven et al., 2008). Dans des conditions sous-optimales, qui peuvent inclure une alimentation déficiente, le stress, la suppression immunitaire et des infections répétées, l'efficacité du vaccin pourra être réduite (Dimitrov et al., 2017).

1.3.8. Vaccination contre la Maladie de Newcastle

1.3.8.1. Impact socio-économique de la vaccination contre la ND

Il est reconnu à ce jour que la ND n'a pas de traitement et que la vaccination demeure le seul moyen efficace de la contrôler (De Bruyn et al., 2017; Shrestha et al., 2017). Des études ont montré que des ménages qui ont participé aux programmes de vaccination des poules villageoises contre la ND avaient des troupeaux plus grands que ceux qui n'ont pas participé à ces programmes. Ceux qui ont participé aux programmes de vaccination contre la ND consommaient plus fréquemment du poulet et des œufs provenant de leurs élevages (Knueppel et al., 2010; De Bruyn et al., 2017).

1.3.8.2. Impact médical et épidémiologique de la vaccination contre la maladie de Newcastle

La vaccination dans la lutte contre la ND a pour principal objectif de prévenir des pertes économiques dues à la morbidité et à la mortalité consécutives à cette maladie dans les élevages des poules. Les vaccins ne protègent pas la poule contre des infections par le NDV. La vaccination améliore la résistance de la poule à l'infection. Le contrôle de la ND doit comprendre une biosécurité stricte qui empêche la circulation du NDV entre des troupeaux de poules et d'autres oiseaux porteurs du virus, ainsi que l'administration correcte de vaccins efficaces (Dimitrov et al., 2017; Miller and Koch, 2020).

Une administration correcte des vaccins contre la ND préparés à base des souches lentogènes des NDV ou des vaccins à vecteur viral qui expriment la protéine de fusion du NDV sont capables de prévenir la morbidité et la mortalité chez les poules en cas d'infections par les souches vélogènes et mésogènes du NDV. Les vaccins vivants et inactivés sont largement utilisés depuis les années 1950. Un protocole de vaccination contre la ND doit prendre en compte le degré d'exposition des troupeaux aux NDV, de la qualité de biosécurité disponible, de la disponibilité des vaccins, de l'immunité maternelle dans les couvées et de l'utilisation d'autres vaccins qui pourraient interférer avec la vaccination (Miller and Koch,

2020). Des stratégies de vaccination contre la ND dans différents secteurs de l'aviculture varient aussi en fonction de la situation épidémiologique spécifique de la ND (Dimitrov et al., 2017).

1.3.8.3. Choix de la souche vaccinale et de la stratégie de la vaccination des poules villageoises en RDC

L'élevage de la poule villageoise est une activité pratiquée principalement par des ménages ruraux. Comme dans la plupart des pays en développement, les milieux ruraux de la RDC sont dépourvus d'énergie électrique. Dans pareilles conditions, le maintien d'une chaîne de froid pour la conservation des vaccins est difficile voire impossible. Ainsi, l'organisation de la vaccination de la poule villageoise contre la ND n'est possible que par l'utilisation d'un vaccin thermostable ou d'un vaccin inactivé. Le Laboratoire Vétérinaire de Kinshasa produit localement le vaccin I-2 ND. Au regard de la disponibilité et du caractère thermostable de ce vaccin, il a été choisi pour la réalisation des campagnes de vaccination ayant donné lieu aux présents travaux de thèse.

Le vaccin I-2 ND a été utilisé depuis 1996 dans plusieurs programmes de vaccination des poules villageoises contre la ND en Afrique et en Asie. Des auteurs pensent qu'il est le vaccin adapté aux conditions de terrain et de production des pays en développement (Bensink and Spradbrow, 1999; Alders and Spradbrow, 2000; Bagnol et al., 2013; Fisher, 2014; Dimitrov et al., 2017). Ce vaccin a été produit par le Centre Australien de Recherche Agricole Internationale (ACIAR) dans le cadre de son projet AS1/1995/040. La semence maîtresse de la souche I-2 ND est conservée à l'Université du Queensland et est fournie gratuitement aux pays en développement qui désirent produire le vaccin localement. Ce vaccin est connu dans certains pays sous le nom commercial d'Avivax I-2 ND. Après plusieurs essais, il s'est avéré que le vaccin I-2 ND était sans danger pour les poules villageoises et procurait des titres d'anticorps suffisants après deux semaines. Il est en outre thermotolérant, gardant son immunogénicité lors d'une conservation à des températures comprises entre 19 et 32 °C pendant deux à quatre semaines ou à une température de 37°C pendant 10 jours (Alders and Spradbrow, 2000; Fisher, 2014).

Les éleveurs des poules villageoises et les services vétérinaires de la zone d'étude de la présente thèse font état de l'apparition fréquente d'épizooties (deux à trois par année) d'une entité pathologique assimilable à la ND (Moula et al., 2012; Lwapa et al., 2019). Une multiplication des fréquences de vaccination des poules villageoises est cruciale car la rapidité de reproduction des poules et l'introduction des nouveaux sujets dans les troupeaux augmente rapidement la proportion des sujets non-immunisés contre la ND (Harrison and Alders, 2010). Au regard de ces deux faits, la vaccination des poules villageoises à trois phases a été retenue pour cette étude. Les trois phases devaient avoir lieu tous les quatre mois, précisément au moins de janvier, mai et septembre (mois qui précèdent des fortes mortalités assimilables à la ND observées dans les troupeaux).

1.3.9. Eventuelles causes des échecs de la vaccination contre la maladie de Newcastle

A ce jour, il existe encore plusieurs facteurs qui constituent des obstacles à la prévention des épizooties de la ND. Il faut retenir parmi ces obstacles : (1) l'application inégale des vaccins lors des vaccinations de masse dans les élevages commerciaux et industriels, (2) les difficultés liées à la vaccination des poules en divagation et des oiseaux de plusieurs âges des troupeaux villageois, (3) les difficultés à maintenir la chaîne du froid pour conserver des vaccins thermolabiles, (4) une immunisation incomplète ou inadéquate, (5) l'existence d'anticorps (y compris maternels) chez les sujets à vacciner. Ces facteurs réduisent l'efficacité des vaccins contre la ND sur le terrain (Dimitrov et al., 2017).

1.3.10. Maladie de Newcastle et santé publique

La ND contribuerait à la malnutrition humaine dans des régions du monde où la poule villageoise est la principale source des protéines animales sous forme d'œufs et de viande (Rauw et al., 2009). Elle est une zoonose mineure : des cas d'infections humaines par le NDV existent en effet mais sont rares et n'ont pas des conséquences permanentes (Capua et Alexander, 2004; Rauw et al., 2009). Depuis 1940, quelques symptômes cliniques d'infections humaines par le NDV ont été rapportés. Les symptômes enregistrés étaient la conjonctivite, des frissons, des maux de tête et de la fièvre (Capua et Alexander, 2004). Chez l'homme, l'infection par le NDV concerne principalement des professionnels qui manipulent la volaille ou ceux qui s'infectent accidentellement par le vaccin vivant contre la ND. L'inoculation oculaire accidentelle et l'injection intraveineuse du virus, utilisé dans la thérapie de certains cancers, provoquent quelques cas rares de symptômes grippaux chez l'homme. Néanmoins, il faut craindre un risque accru d'infection et de pneumonie grave chez des personnes souffrant d'une immunosuppression. Il n'existe pas de preuves de propagation interhumaine du NDV (Miller and Koch, 2020).

Par ailleurs, comme la ND ne se différencie pas cliniquement des autres pestes aviaires, un bon contrôle de la ND par la vaccination des poules villageoises serait un atout important dans la surveillance et détection rapide des apparitions des épizooties de la maladie à virus IAHP (Alders et Bagnol, 2007), qui est, elle, une zoonose majeure à potentiel pandémique.

1.4. Etat des lieux de la vaccination animale dans la zone d'étude

L'interface WAHIS de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE) donne des informations sur l'apparition des épidémies des maladies animales prioritaires en RDC (WAHIS, 2020). Malheureusement, les services vétérinaires ne disposent pas de documentation sur l'organisation des campagnes de vaccination animale nationale. Ainsi, la vaccination animale dans ce pays demeure à ce

jour le fait d'actions ponctuelles, limitées dans le temps et l'espace financées par le gouvernement congolais ou certains organismes non gouvernementaux. Pourtant, la prévention des maladies animales améliorerait la potentielle contribution des élevages dans la sécurité alimentaire et dans la situation socio-économique des ménages des petits exploitants (Niang, 2004 ; Campbell et al., 2018).

Les grandes exploitations animales de notre zone d'étude disposent de leurs propres services vétérinaires et de l'équipement requis pour la vaccination de leurs cheptels, ayant développé des protocoles de vaccination qu'elles respectent. Par contre, les petits exploitants bénéficient rarement des campagnes de vaccination animale de masse pour leurs animaux. Une investigation menée dans cette zone a conduit à l'inventaire des campagnes de vaccination animale organisées dans la région depuis l'année 1995. Entre 1995 et 1996, l'Inspection agricole du territoire de Madimba a été financée par le Gouvernement congolais afin d'organiser une campagne de vaccination gratuite des bovins contre le charbon symptomatique. Cette campagne constituait une riposte contre une épizootie déclarée de cette maladie. En 2011 et 2015, deux campagnes de vaccination payante des chiens contre la rage ont été organisées dans le territoire de Madimba pour faire face à l'augmentation de l'incidence des cas de morsures humaines par des chiens suspectés de rage. Ces actions prévoyaient des facilités de paiement et étaient financées par des particuliers et organisées par l'Inspection agricole du territoire. Entre 2013 et 2014, faisant suite à une forte épizootie de la peste des petits ruminants dans les provinces du Kongo central et celle de l'ex-Bandundu, le Gouvernement congolais a financé avec l'appui de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), l'organisation d'une campagne de vaccination gratuite des petits ruminants contre la peste des petits ruminants dans les deux provinces en faveur des petits exploitants. De 2011 à 2016, le Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa (CAVTK) a organisé des campagnes de vaccination des poules villageoises contre la maladie de Newcastle dans la Province du Kongo Central. Entre l'année 2014 et 2015, le CAVTK a tenté d'étendre cette vaccination dans d'autres provinces, notamment le Kasai Central, le Kasai Oriental, le Bandundu, le Maniema et Kinshasa. L'organisation de ces campagnes a bénéficié du financement de la *Global Alliance for Livestock Veterinary Medicines* (GALVmed), une association sans but lucratif engagée pour le développement de la santé animale. Elle est enregistrée au Royaume-Uni et basée à Edimbourg. La souche vaccinale I-2 contre la maladie de Newcastle a été utilisée pour la réalisation de ces campagnes.

Références bibliographiques

- Admassu, B., Nega, S., Haile, T., Abera, B., Hussein, A., Catley, A., 2005. Impact assessment of a community-based animal health project in Dollo Ado and Dollo Bay districts, southern Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 37, 33–48. <https://doi.org/10.1023/B:TROP.0000047932.70025.44>
- Ahuja, V., Umali-deining, D., Haan, C. De, 2003. Market structure and the demand for veterinary services in India. *Agric. Econ.* 29, 27–42. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(03\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(03)00036-7)
- Alders, R., Spradbrow, P., 2000. La maladie de Newcastle dans les élevages avicoles villageois Manuel de terrain Préparé par, Australian. ed. Canberra.
- Alders, R.G., 2014. Making Newcastle disease vaccines available at village level. *Vet. Rec.* 174, 502–503. <https://doi.org/10.1136/vr.g3209>
- Alders, R.G., Bagnol, B., 2007. Effective communication: the key to efficient HPAI prevention and control. *Worlds. Poult. Sci. J.* 63, 139–147. <https://doi.org/10.1017/s0043933907001365>
- Alexander, D.J., 2000. Newcastle disease and other avian paramyxoviruses *Aetiology* 19, 443–462.
- Allport, R., Mosha, R., Bahari, M., Swai, E., Catley, A., 2005. The use of community-based animal health workers to strengthen disease surveillance systems in Tanzania. (Plurithematic issue of the Scientific and Technical Review, 2005.). *Rev. Sci. Tech. Off. Int. des Epizoot.* 24, 921–932.
- Bagnol, B., Alders, R.G., Costa, R., Lauchande, C., Monteiro, J., Msami, H., Mgomzulu, R., Zandamela, A., Young, M., 2013. Contributing factors for successful vaccination campaigns against Newcastle disease. *Livest. Res. Rural Dev.* 25, 1.
- Bensink, Z., Spradbrow, P., 1999. Newcastle disease virus strain I2--a prospective thermostable vaccine for use in developing countries. *Vet. Microbiol.* 68, 131–139. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(99\)00069-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(99)00069-3)
- Binot, A., Duboz, R., Promburom, P., Phimpraphai, W., Cappelle, J., Lajaunie, C., Luce, F., Pinyopummintr, T., Figuié, M., Louis, F., 2015. A framework to promote collective action within the One Health community of practice : Using participatory modelling to enable interdisciplinary , cross-sectoral and multi-level integration. *ONEHLT* 1, 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2015.09.001>
- Boven, M. Van, Bouma, A., Fabri, T.H.F., Katsma, E., Hartog, L., Koch, G., 2008. Herd immunity to

- Newcastle disease virus in poultry by vaccination 37. <https://doi.org/10.1080/03079450701772391>
- Breitschwerdt, E.B., 2017. Bartonellosis, One Health and all creatures great and small. *Vet. Dermatol.* 28, 96-e21. <https://doi.org/10.1111/vde.12413>
- Campbell, Z.A., Marsh, T.L., Mpolya, E.A., Thumbi, S.M., Palmer, G.H., 2018. Newcastle disease vaccine adoption by smallholder households in Tanzania: Identifying determinants and barriers. *PLoS One* 13, 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206058>
- Capua, I., Alexander, D.J., 2004. Human Health Implications of Avian Influenza Viruses and Paramyxoviruses. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 23, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s10096-003-1059-3>
- Catley, A., Leyland, T., Mariner, J.C., Akabwai, D.M.O., 2004a. Para-veterinary professionals and the development of quality , self-sustaining community-based services Why community-based animal health workers are appropriate. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 225–252.
- Catley, A., Leyland, T., Mariner, J.C., Akabwai, D.M.O., Admassu, B., Asfaw, W., Bekele, G., Hassan, H.S., 2004b. Para-veterinary professionals and the development of quality, self-sustaining community-based services. *Rev. Sci. Tech.* 23, 225–252; discussion 391-401.
- Chema, S., Gathuma, J.M., 2004. Kenya : the development of private services and the role of the Kenya Veterinary Association Historical background of private veterinary practice in Kenya Professional private services in Kenya. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 331–340.
- Cheneau, Y., Idrissi, A.H. El, Ward, D., 2004. An assessment of the strengths and weaknesses of current veterinary systems in the developing world delivery of veterinary services in. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 351–359.
- Chilonda, P., Huylenbroeck, G. Van, 2001. A conceptual framework for the economic analysis of factors influencing decision-making of small-scale farmers in animal health management. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 20, 687–700.
- Cleaveland, S., Sharp, J., Allan, K.J., Buza, J., Crump, J.A., Davis, A., Vilas, V.J.D.R., Glanville, W.A. De, Kazwala, R.R., Kibona, T., Lankester, F.J., Lugelo, A., Mmbaga, B.T., Rubach, M.P., Swai, E.S., Waldman, L., Haydon, D.T., Hampson, K., Halliday, J.E.B., 2017. One Health contributions towards more effective and equitable approaches to health in low- and middle-income countries. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. R. Soc.* <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0168>

- Dana, N., van der Waaij, L.H., Dessie, T., van Arendonk, J.A.M., 2010. Production objectives and trait preferences of village poultry producers of Ethiopia: Implications for designing breeding schemes utilizing indigenous chicken genetic resources. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 1519–1529. <https://doi.org/10.1007/s11250-010-9602-6>
- De Bruyn, J., Thomson, P.C., Bagnol, B., Maulaga, W., Rukambile, E., Alders, R.G., 2017. The chicken or the egg? Exploring bidirectional associations between Newcastle disease vaccination and village chicken flock size in rural Tanzania. *PLoS One* 12, 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188230>
- Dimitrov, K.M., Afonso, C.L., Yu, Q., Miller, P.J., 2017. Newcastle disease vaccines — A solved problem or a continuous challenge? *Vet. Microbiol.* 206, 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.12.019>
- Diop, B., Ichou, S., Guidot, G., 2011. Analyse des Ecartés PVS Rapport République Démocratique du Congo. Paris.
- Domenech, J., Bonnet, P., Renard, J., 2004. Nécessité pour la recherche de soutenir l'émérgence de systémes de santé animale non conventionnels Évolution des systémes de. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 375–382.
- Faye, S.L., 2012. Responsabiliser les relais communautaires pour le traitement préventif intermittent saisonnier du paludisme (TPI) au Sénégal : enjeux , modalités , défis. *CAIRN.INFO* 60, 129–146. <https://doi.org/10.3917/autr.060.0129>
- Fisher, H., 2014. Newcastle disease control in Africa, Australian. ed, Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra.
- Galière, M., Peyre, M., Muñoz, F., Poupaud, M., Dehove, A., Roger, F., Dieuzy-Labaye, I., 2019. Typological analysis of public-private partnerships in the veterinary domain. *PLoS One* 14, e0224079. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224079>
- Haan, C. De, Holden, S., Peeling, D., 2001. Le rôle du personnel vétérinaire: Résultats d'une enquête destinée à recueillir l'opinion des directeurs des Services vétérinaires, in: Conférence OIE. pp. 107–114.
- Harrison, J.L., Alders, R.G., 2010. An assessment of chicken husbandry including Newcastle disease control in rural areas of Chibuto, Mozambique. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 729–736.

- Herrero, M., Grace, D., Njuki, J., Johnson, N., Enahoro, D., Silvestri, S., Rufino, M.C., 2013. The roles of livestock in developing countries. *Animal* 7, 3–18. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001954>
- Holden, S., 1999. The economics of the delivery of veterinary services. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 18, 425–439.
- Jibril, A.H., Umoh, J.U., Kabir, J., Gashua, M.M., Bello, M.B., 2015. Application of participatory epidemiology techniques to investigate Newcastle disease among rural farmers in Zamfara state, Nigeria. *J. Appl. Poult. Res.* 24, 233–239. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv012>
- Kang, Y., Li, Y., Yuan, R., Li, X., Sun, M., Wang, Z., Feng, M., Jiao, P., Ren, T., 2014. Phylogenetic relationships and pathogenicity variation of two Newcastle disease viruses isolated from domestic ducks in Southern China. *Virolog. J.* 11, 1–13. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-11-147>
- Knueppel, D., Cardona, C., Msoffe, P., Demment, M., Kaiser, L., 2010. Impact of vaccination against chicken Newcastle disease on food intake and food security in rural households in Tanzania. *Food Nutr. Bull.* 31, 436–445.
- Lebailly, P., Michel, B., Ntoto, R., 2014. Quel développement agricole pour la RDC ?, in: Tshonda, Omasombo, J., Marysse, S. (Eds.), *Conjonctures Congolaises 2014 : Politiques, Territoires et Ressources Naturelles : Changements et Continuités*. Paris, pp. 45–64.
- Lopez, V., Alexander, F.C., Bent, C.L., 2004. Privatisation of veterinary services in Jamaica : a case study. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 319–330.
- Lwapa, F.E.I., Masumu, J.M., Matala, F.M., Mukoko, F.N., Mbao, V., Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Participatory assessment of paid vaccination campaigns for village chickens against Newcastle disease in Kongo Central province. *Prev. Vet. Med.* 172. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104783>
- Maatala, N., Benabdellah, M., Lebailly, P., 2017. Les Partenariats Public-Privé : Fondement théorique et analyse économique. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 5, 192–199.
- Mack, S., Hoffmann, D., Otte, J., 2013. The contribution of poultry to rural development. *Worlds. Poult. Sci. J.* 61, 7–14. <https://doi.org/10.1079/WPS200436>
- Martin Curran, M., Maclehorse, H.G., 2006. Community animal health services for improving household

- wealth and health status of low income farmers. *Cochrane Database Syst. Rev.* 34, CD003049. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003049.pub2>
- McKenzie, J.S., Dahal, R., Kakkar, M., Debnath, N., Rahman, M., Dorjee, S., Naeem, K., Wijayathilaka, T., Kumar Sharma, B., Moidanwal, N., Halimi, A., Kim, E., Chatterjee, P., Devleeschauwer, B., 2016. One Health research and training and government support for One Health in South Asia. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 6. <https://doi.org/10.3402/iee.v6.33842>
- Miller, J., Koch, G., 2020. Newcastle disease, in: Swayne, D.E. (Ed.), *Diseases of Poultry*. Hoboken, p. 1451.
- Miller, P.J., King, D.J., Afonso, C.L., Suarez, D.L., 2007. Antigenic differences among Newcastle disease virus strains of different genotypes used in vaccine formulation affect viral shedding after a virulent challenge. *Vaccine* 25, 7238–7246. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2007.07.017>
- MINAGRI, 2018. Sécurité alimentaire, niveau de production agricole et Animale, Évaluation de la Campagne Agricole 2017- 2018 et Bilan Alimentaire du Pays. Kinshasa.
- MINAGRI, 2009. Note de politique agricole. Kinshasa, RD Congo.
- Moula, N., Detiffe, N., Farnir, F., Leroy, P., 2012. Aviculture familiale au Bas-Congo , République Démocratique du Congo (RDC) Village poultry in Bas-Congo , Democratic Republic of Congo (DRC). *Livest. Res. Rural Dev.* 24 2012 5, 1–15.
- Mtileni, B.J., Muchadeyi, F.C., Maiwashe, A., Chimonyo, M., Mapiye, C., Dzama, K., 2012. Influence of socioeconomic factors on production constraints faced by indigenous chicken producers in South Africa. *Trop. Anim. Health Prod.* 1–8. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0175-4>
- Mugunieri, G.L., Irungu, P., Omiti, J.M., 2004. Performance of community-based animal health workers in the delivery of livestock health services. *Trop. Anim. Health Prod.* 36, 523–535. <https://doi.org/10.1023/B:TROP.0000040930.94967.77>
- Muteba, K., Nkulu, M., 2019. Crises alimentaires et mesures d ’ atténuation en République Démocratique du Congo, Konrad Ade. ed.
- Niang, A.B., 2004. Réussite de la privatisation de services réalisés par des paraprofessionnels dans le cadre de systèmes d ’ élevage traditionnels : l ’ exemple du Sénégal Bref aper ç u des politiques et strat é gies agricoles au S é n é gal 23, 341–349.

- OIE, 2019. The OIE PPP Handbook: Guidelines for Public-Private Partnerships in the veterinary domain. World Organisation for Animal Health, Paris.
- Okello, A.L., Bardosh, K., Smith, J., Welburn, S.C., 2014. One Health : Past Successes and Future Challenges in Three African Contexts. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 8, 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002884>
- Pal, M., Gebrezabiher, W., Rahman, T., 2014. The roles of veterinary , medical and environmental professionals to achieve ONE HEALTH. *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 1, 148–155. <https://doi.org/10.5455/javar.2014.a27>
- Rabinowitz, P., Patterson-Horowitz, B., Kahn, L., Kock, R., Pappaioanou, M., 2017. Incorporating one health into medical education. *BMC Med. Educ.* 17, 1–7. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.4994>
- Rauw, F., Gardin, Y., Berg, T. Van Den, Lambrecht, B., 2009. La vaccination contre la maladie de Newcastle chez le poulet (*Gallus gallus*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13, 587–596.
- Rüegg, S.R., McMahon, B.J., Häslar, B., Esposito, R., 2017. A Blueprint to Evaluate One Health. *Front. Public Heal.* 5, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00020>
- Salihu, A.E., Chukwuedo, A.A., Echeonwu, G.O.N., Ibu, J.O., Chukwuekezie, J.O., Ndako, J., Junaid, S.A., Onovoh, E.M., G, P.-A.L., Ujah, A.E., Dalyop, A.K., Tende, M.D., Chindo, H.Z., Umahi, N.F., 2012. Seroprevalence of Newcastle Disease Virus Infection in Rural Household Birds in Lafia , Akwanga and Keffi Metropolis , Nasarawa State Nigeria. *Int. J. Agric. Sci.* 2, 109–112.
- Schelling, E., Bechir, M., Ahmed, M.A., Wyss, K., Randolph, T.F., Zinsstag, J., 2007. Human and Animal Vaccination Delivery to Remote Nomadic. *Emerg. Infect. Dis.* 13, 373–379.
- Schneider, H., 2011. Good governance of national Veterinary Services. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 30, 325–338.
- Schreuder, B.E.C., Ward, D.E., 2004. Afghanistan and the development of alternative systems of animal health in the absence of Origins of the community-based animal health programme. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 285–295.
- Shrestha, S., Dhawan, M., Donadeu, M., Dungu, B., 2017. Efficacy of vaccination with La Sota strain vaccine to control Newcastle disease in village chickens in Nepal. *Trop. Anim. Health Prod.* 49, 439–444. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1205-4>

- Spickler, A.R., 2016. Newcastle Disease. New York. <https://doi.org/Retrieved> from http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/newcastle_disease.pdf
- Sylla, M., Keita, S., Diallo, F.C., Ballo, A., 2003. Epidémiologie de la maladie de Newcastle en milieu rural au Mali. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays. trop.* 56, 7–12.
- Tran, B.U.I., Dao, A.N.H., Tripodi, A., Bodin, M.C.G., 2001. Maladie de Newcastle , Maladie de Gumboro et bronchite infectieuse aviaire au Viet Nam Intérêt médical et économique d ’ un programme de vaccination mis en place dans la région 239–246.
- Turkson, P.K., Brownie, C.F., Coast, C., 1999. Perceived Constraints to Privatization of Delivery of Veterinary Services in Ghana 31, 103–114.
- Van Boven, M., Bouma, A., Fabri, T.H.F., Katsma, E., Hartog, L., Koch, G., 2008. Herd immunity to Newcastle disease virus in poultry by vaccination. *Avian Pathol.* 37, 1–5. <https://doi.org/10.1080/03079450701772391>
- Zinsstag, J., Schelling, E., Tanner, M., 2011. From “ one medicine ” to “ one health ” and systemic approaches to health and well-being. *Prev. Vet. Med.* 101, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>

Objectifs et question de recherche

2. Objectif général et question de recherche de la thèse

Les études successives menées dans le cadre de cette thèse devaient contribuer à répondre à la question du développement d'une approche capable de garantir la mise en place de services pérennes de vaccination animale dans un contexte de faible densité et de faibles revenus de la population ainsi que de faiblesse des ressources dévolues aux services vétérinaires.

2.1. Sous-objectifs

L'objectif général de cette thèse est décliné dans les sous-objectifs suivants :

- Evaluer la perception des éleveurs des poules villageoises et des professionnels de santé animale sur la qualité des services de vaccination payante des poules villageoises contre la ND dans la province du Kongo central et proposer une grille d'évaluation de la vaccination animale applicable pour l'amélioration continue des services de vaccination;
- Mesurer l'appréciation des éleveurs sur les différentes modalités d'organisation de la vaccination de leurs poules villageoises contre la maladie de Newcastle et évaluer leur disposition à payer pour ce service ;
- Evaluer la perception et l'intérêt des professionnels des services vétérinaires, services de santé publique et des services d'environnement pour une participation à des programmes conjoints de développement de services vétérinaires du pays, ainsi que leurs propres attentes à l'égard de telles collaborations en matière de santé ;
- Evaluer les réseaux expérimentaux de vaccination payante de poules villageoises contre la maladie de Newcastle, organisés en synergie avec les réseaux sociaux de vaccination des services de la santé publique.

2.2. Hypothèse

La mise en place des services pérennes de vaccination animale en RDC reposerait sur trois piliers essentiels : le principe de l'utilisateur-payeur, l'approche *One Health* et le partenariat public-privé. Le principe de l'utilisateur payeur assurerait un financement partiel et régulier des activités. L'approche *One Health* comblerait le manque partiel en ressources humaines et matérielles par un échange entre services pertinents. Enfin, le partenariat public-privé permettrait aux services vétérinaires publics d'associer des privés capables d'apporter des capitaux nécessaires à l'organisation de cette vaccination

Section expérimentale

Etude 1.

Evaluation participative des campagnes de vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle dans la province du Kongo Central

Article publié

Preventive Veterinary Medicine 172 (2019) 104783

Préambule

Des essais de vaccination animale payante dans la province du Kongo central ayant déjà été réalisés par le Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa. Cette étude avait pour objectif d'identifier leurs forces et faiblesses afin d'en déduire des pistes d'amélioration de leurs faiblesses, d'exploiter et de maintenir leurs forces pour élaborer des programmes durables de vaccination animale en RDC. Elle devait en outre proposer un outil d'évaluation des programmes de vaccination animale applicable pour suivre le développement de tels services. Pour y parvenir, des approches participatives ont été mobilisées. L'implication et l'expérience des éleveurs et des vaccinateurs étaient mis à profit pour la description et l'évaluation de celles-ci.

Participatory assessment of paid vaccination campaigns for village chickens against Newcastle disease in Kongo Central province

Francis Lwapa Embele Isenge^{1,2}, Justin Masumu Mulumbu¹, François Matala Mfwamba³, Fabrice Mukoko Ndonzau⁴, Victor Mbao⁵, Nassim Moula², Nicolas Antoine-Moussiaux²

1. Faculty of Veterinary Medicine, Université Pédagogique Nationale, Croisement Route de Matadi et avenue de la Libération, BP 8815 Kinshasa I, DR Congo
2. Fundamental and Applied research for Animals and Health (FARAH), University of Liège, Quartier Vallée 2, 6 avenue de Cureghem, 4000 Liège, Belgium
3. Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa, 8842 avenue Wangata, Kinshasa-Gombe, DR Congo
4. Ministère de Pêche et Elevage, Croisement Boulevard du 30 juin et avenue Batetela, Kinshasa-Gombe, DR Congo
5. International Development Research Centre, Regional Office for Sub-Saharan Africa, Eaton, United Nations Crescent, Gigiri, Nairobi, Kenya

3.1. Abstract

In the Democratic Republic of Congo (DRC), where state-driven animal vaccination campaigns are organized only in response to epidemics, the organization of a permanent animal vaccination service is urgently needed. A non-governmental organization has set up an experimental paid vaccination service for village chickens against Newcastle Disease (ND) in the Kongo Central province. This mixed-method study presents a participatory assessment of this experiment, identifying socio-economic factors that influence the decision of chicken keepers to adopt vaccination. The study was conducted in four territories of the province. Qualitative and quantitative data were collected through 12 focus group discussions (FGDs) with professionals of animal health and chicken keepers and 160 semi-structured interviews with chicken keepers, sampled by snowball technique. This participatory process has resulted in the design of a grid for assessing animal vaccination service's performance. Here translating the narratives into a preliminary structured assessment, this grid is an output of the study, to be mobilized for future rapid assessments of the vaccination service in a quantitative prospect. The grid consisted of nine criteria, further composed by 16 items, translated into questions to be asked to chicken keepers and vaccinators. In our study area, fieldworkers enumerated four animal vaccination campaigns during a period of 21 years (except those subject to the present assessment). Around 13% of chicken keepers of our sample had participated in ND vaccination programs. Almost 96% of interviewed chicken keepers expressed their willingness to pay for ND vaccination, and 87% of chicken keepers that vaccinated their chickens perceived the vaccine as effective. Vaccinators estimated that 56% of the chicken keepers who

were contacted had actually paid for the vaccination of their chickens. The assessment grid highlighted four points in favor of the sustainability of this service, i.e. the general interest of chickens keepers, vaccine efficacy, vaccine availability and ease of use of the vaccine. Two weak points were identified, viz. the poor access of chicken keepers to information and the weak motivation of vaccinators. The vaccine coverage was calculated within the sample at 13.1%. Paid vaccination campaign for village chicken in Kongo Central obtained a performance score of 62.8%, with the highest score in Kwilu-Ngongo (73.1%) and the lowest in Kasangulu (52.4%). Two factors of adoption of vaccination were identified as statistically significant, i.e. chicken housing and territory. Significant differences appeared between territories in access to information for chicken keepers and in vaccinators motivation. The priorities for the improvement of this service appear to be awareness raising among chicken keepers and increasing vaccinators' motivation.

Key words: Participatory assessment, vaccination, village chicken, Newcastle Disease

3.2. Introduction

Throughout the world, the user-pays principle has enabled the development of autonomous and sustainable animal health care systems (Schreuder and Ward, 2004). To support the evolution of agricultural policies in sub-Saharan Africa, it is imperative to better understand the decision-making processes and the behaviour of farmers in the management of animal health. This knowledge will guide policy-making regarding the delivery of animal health services (Chilonda and Huylenbroeck, 2001). In the Democratic Republic of Congo (DRC), the establishment of effective and sustainable vaccination services is urgently needed (Diop et al., 2011). Vaccination campaigns are indeed organized in response to epizootics but are restricted in time and space and fully dependent on initiatives of the Government or foreign non-governmental organizations. The assessment of the performances of these programs, in terms of effectiveness and efficiency, as well as the perceptions of beneficiaries and other actors involved, is essential to consider structuring them as a sustainable service.

In Kongo Central Province, like in many other low and middle income countries, village chicken farming contributes significantly to livelihoods through the direct provision of animal proteins to households and through its role as an informal savings facility. In rural areas, village chickens also have a significant role in social and cultural life (Moula et al., 2012). Vaccination against Newcastle disease (ND) is expected to have a significant effect on the reduction of household food insecurity (Knueppel et al., 2010). In view of these benefits for poverty alleviation, the *Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa* (CAVTK, a Congolese non-profit organization) has been organizing paid vaccination campaigns for village chickens against ND, in collaboration with the Global Alliance for Livestock Veterinary Medicines (GALVmed), since 2011. The program carries out three immunization

campaigns annually which are still limited to some territories in the province of Kongo Central, i.e. close to the capital city of the country, Kinshasa.

As presented by Van Den Bossche et al. (2004), the performance of animal health services (AHS) may be evaluated along three components, namely the structure, process and outcomes. To improve AHS outcome it would be necessary to improve its structure and process. The latter is then considered through two fundamental qualities: availability and acceptability for consumers. The availability of AHS is defined in this framework as the extent to which it provides goods and services that meet the needs of livestock owners. It focusses on the supply-side of the service. The acceptability of AHS then focusses on the demand-side, being characterized by the ability to pay (affordability) and willingness to pay. The complexity of vaccination systems and the varying contexts in which they are implemented require the development of flexible assessment tools (Heffernan et al., 2008). Indeed, the supply of a vaccination service does not guarantee its acceptance by the potential beneficiaries (Sadique et al., 2013). It appears important to understand users' preferences for a new vaccine and a vaccination pattern and their impact on the decision to accept a vaccine (Newman et al., 2006). Calba et al. (2016) focused on the role played by acceptability in the surveillance of animal diseases and developed a method for its participatory assessment. In the same way, acceptability is expected to be crucial to the success of animal paid vaccination services and participatory approaches appear well suited in this regard. The use of participatory approaches by various authors has contributed to the understanding and improvement of AHS, in particular by identifying factors influencing the willingness to pay for such services (Kairu-Wanyoike et al., 2014; Siddo et al., 2015; Terfa et al., 2015; Brennan et al., 2016).

This case study analyses the experience of the above-mentioned campaigns of paid vaccination against ND. It proposes a participatory approach to assess the quality of paid animal vaccination services, as perceived by chicken keepers and health professionals. As a result of this first participatory assessment, an assessment grid is proposed to be later applied for the continued assessment of vaccination services in the study areas as well as countrywide.

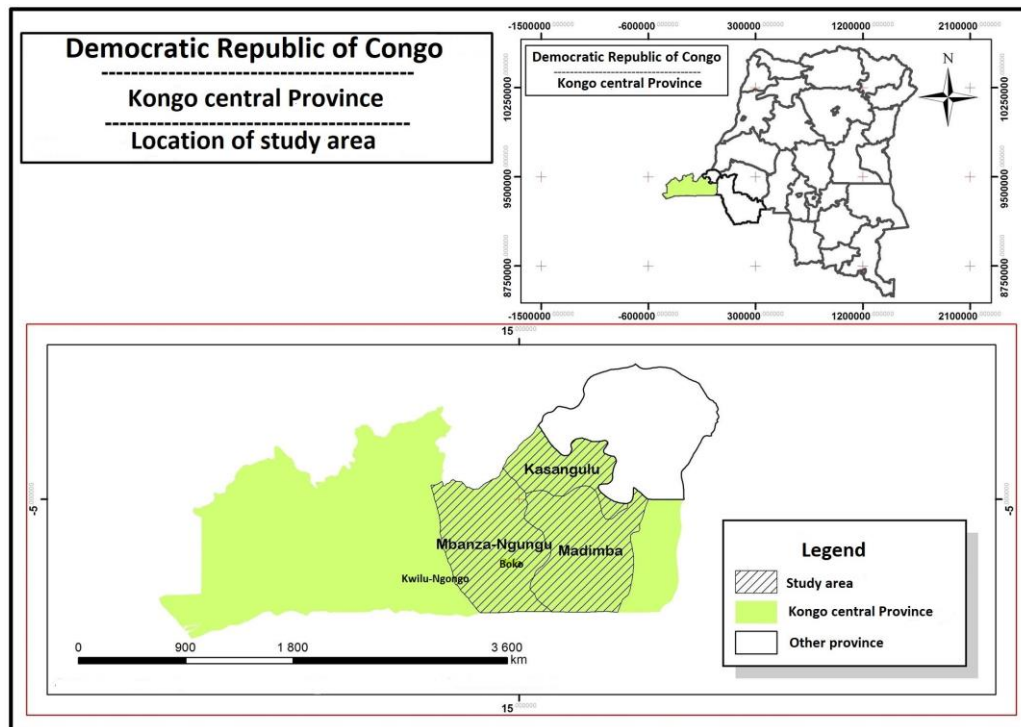


Figure 1.1: Location of study area

3.3. Materials and methods

3.3.1. Study area

The province of Kongo Central (formerly known as Bas-Congo) is located in the South-West of the Democratic Republic of Congo (figure 1), bordering the province of Kinshasa that harbours the capital city. The study targeted the territories of Kasangulu, Madimba, Boko and Kwilu-Ngongo (Boko and Kwilu-Ngongo are two sectors of Mbanza-Ngungu territory), in which paid vaccination campaigns by the CAVTK are implemented. No reliable statistics on village chicken farming were available for the study zone. Demographic data were also lacking at the onset of the study. In the study area, poultry production is exclusively of the backyard type. Its practice is widespread, almost each rural household owning small flocks, usually under 40 heads (Moula et al., 2012). To authors' knowledge, a few commercial broiler production units are located in the region, producing batches under 100 broilers per unit. Those units are nevertheless closer to small urban centers of the region and out of the zone covered by vaccination campaigns that was considered strictly rural.

3.3.2. Sampling

The survey included the main actors playing a role along the different nodes of the vaccination chain. These were politico-administrative authorities, activity supervisors, vaccinators and chicken keepers from the administrative territories of Kasangulu, Madimba, Boko and Kwilu-Ngongo. Iterative respondent-driven on-site sampling was been applied. This method, also called “snowball sampling”, is widely used in qualitative and mixed data approaches, especially in zones where randomized sampling is impeded by the lack of administrative list of potential interviewees. This method consists of asking each interviewee to provide a list of potential interviewees. The initial set of interviewees was identified with the help of local AHS. Inceptive focus group discussions were organized with these actors, as described here below. This sampling method does not allow for representativeness of the sample. In the present mixed method approach, percentages, means and their comparisons are therefore to consider as indicative.

Firstly, 12 focus group discussions (FGD) were organized, involving six to eight participants each: four FGD comprising chicken keepers (one in each territory) and eight of animal health professionals and paraprofessionals (two in each territory). Group interviews for professionals and paraprofessionals took place in the offices of the agricultural inspections of the territories concerned. Group interviews for chicken keepers were held in the yard of a chicken keeper willing to receive the group. Then, 160 individual semi-structured interviews were conducted among the chicken keepers, i.e. 40 per territory. This sample size represented between 2% and 10% of the number of chicken keepers recorded by vaccinators in the different study territories (10% chicken keepers in Kasangulu, 4% in Boko, 4% in Madimba and 2% in Kwilu-Ngongo). This sampling considered an a priori relative homogeneity of chicken keepers in the region and rather aimed at covering a diversity of zones within territories and therefore, a diversity of vaccination scenarios. Hence, the 40 interviewees of Kasangulu were located in four out of the seven districts composing the territory. In Madimba, these were located in three out of four districts. In Boko, these were located in all four districts composing the territory, and in Kwilu-Ngongo, four out of five districts of territory were represented in the sampling.

A preliminary survey was carried out in the territory of Kasangulu from 1st to 5th August 2016 to test and improve the materials and methods, the investigation having taken place from 1st September to 31st October 2016. This preliminary step was used to validate and enrich the items listed in the interview guides, as described below.

3.3.3. Data collection

The survey focused on the collection of quantitative and qualitative data on village chicken farming and on the actor's appreciation of the chicken vaccination campaigns. In order to maintain the same conditions during all interviews, the same researchers' team conducted all the interviews (Pezalla et al., 2015). The principal researcher and his assistant carried out all the interviews together (with fixed attributed role of interviewing and note taking). Interviews were carried out in two languages, Lingala and Kikongo, two languages usually spoken in the area. The main investigator and his assistant both took notes during the interview. These notes, translated to French, were compared and supplemented after each day of field survey.

Before each interview, the objectives of the study and its methodology were explained to the actors. A case definition of ND was presented to the participants, presenting pictures and typical symptoms as follows: ruffled plumage ("chicken wearing a jacket" according to local language), respiratory, neurological, reproductive and intestinal disorders accompanied by greenish diarrhoea, affecting the entire bird population without distinction of ages and reaching high mortality rates up to 100% in less than a week (Alders and Spradbrow, 2000). In all cases, the condition was recognized by the interviewee and the local name was asked. The anonymity of the process was also stated. Each interviewee then gave their oral informed consent to participate in the survey. No formal signature was asked since this had proved to make interviewees uncomfortable in the early stages of the study. Interviews could not be recorded for the same reason.

Two interview guides were established for data collection: one for animal health professionals and one for chicken keepers. These guides were mobilized in form of memoranda and benchmarks mobilised during semi-structured interviews (checklists). In addition to the list of themes, they included topics of application of participatory tools (i.e. proportional piling, as explained below) as well as the methodological remarks and details accumulated during the survey process. The themes covered the socio-economic aspects of village chicken farming, the actor's overall narrative of vaccination campaigns (more targeted at and discussed with vaccinators), and interviewee's assessment of own experience of the different ND vaccination campaigns (more targeted at and discussed with chicken keepers). When interviewees expressed a partial or some degree of satisfaction regarding any aspect of the vaccination campaign, he was invited to express this through a proportional piling. This technique consists of asking to the interviewee to distribute an amount of 100 counters into different categories to express visually an estimated proportion or relative importance. The use of proportional piling was noted at the relevant place in the interview guide in order to remember the interviewer to apply the tool in the same way, when deemed relevant based on interviewee's answers.

Besides open narrative data, discussions on socio-economic aspects of village chicken farming allowed for the collection of a set of technical variables, i.e. size of flock, number of eggs per chicken, egg hatchability rate, estimated yearly mortality rate, ND mortality rate, number of chickens, number of chickens consumed per year per household and chicken keeper's years of experience.

3.3.4. Data analysis

The zootechnical characterization of the village chicken farming was carried out based on descriptive statistics of the individual interview data with the chicken keepers. The following distribution parameters were calculated: average, median and standard deviation.

Content analysis was conducted by identifying recurrent elements. The coding in an Excel sheet was aimed at calculating the rate of occurrence of these elements among interviewees. Based on narratives and the relevant literature on acceptability of vaccination services (Van Den Bossche et al., 2004; Allport et al., 2005; Calba et al., 2015, 2016), the recurrent elements were gathered to compose criteria of assessment. Finally, 16 recurrent judgment elements were gathered to compose nine criteria. Five of those elements were of binary nature (yes/no) and eleven were the result of the expression of actors' perceptions of the degree of fulfilment through proportional piling. Table 3.1 proposes an expression of these criteria under the form of questions to be applied for future application of the assessment grid.

Of the 9 criteria identified, 4 applied strictly to chicken keepers i.e. general interest in vaccination against ND, price affordability, accessibility of information, and vaccine efficacy, and 4 were applied strictly to vaccinators, i.e. vaccine's ease of use, motivation of vaccinators, availability of vaccine, and adequacy of logistics. One applied to both types of actors, i.e. adequacy of vaccination period. As presented in Table 3.1, each criterion is meant to correspond to an attribute of assessment and may be operationalized through formulated questions. In addition to the 9 criteria, the vaccination coverage within the sample was calculated as the percentage of chickens vaccinated in the estimated chicken population of our sample.

Each criterion was scored as a percentage derived from the mean of individual proportional piling results for proportional criterion, or from the percentage of positive answers in the case of binary criterion. For each criterion, an average was calculated per region and per actor type (chicken keepers or animal health professionals). The total score was obtained by simple calculation of the average score, without any weighting of criteria.

Statistical testing was carried out with the R software (version 3.5.1). Fisher's Exact Test was used to test the influence of diversity of species, chicken's breed, chicken keepers reaction to ND, chicken housing and territory on the decision of chicken keepers to vaccinate.

Table 3.1. Presentation of the questions posed to the actors by criterion and category of actors involved

Criteria	Basis Surveyed	Example of corresponding question	Modality
General interest in vaccination against ND	Chicken keepers	Do you think that these vaccination campaigns against the ND are important for the chicken keepers of the region?	Yes/No
Price affordability	Chicken keepers	Did you pay for the vaccination of your chickens against Newcastle disease? (100 FC per capita)	Yes/No
Vaccination efficacy	Chicken keepers	With the aid of these tokens, can you indicate the proportion of mortality that these vaccination campaigns have been able to avoid for your flocks?	Proportional piling
Accessibility of information	Chicken keepers	Do you feel that you have been properly informed about the organization of vaccination campaigns?	Yes/No
Assessment of the vaccine	Professionals	What proportion of chicken keepers seems convinced of the effectiveness of the vaccine?	Proportional piling
	Professionals	What proportion of the vaccinators seem to be satisfied with the route of administration of the vaccine by the ocular route?	Proportional piling
	Professionals	What proportion of the vaccinators seems to be satisfied with the packaging of the vaccine?	Proportional piling
Motivation of vaccinators	Professionals	What proportion of vaccinators think that they have found a financial motivation through this activity?	Proportional piling
	Professionals	What proportion of vaccinators think that they have found a material (non-financial) motivation through this activity?	Proportional piling
	Professionals	What proportion of vaccinators think that they have found a social motivation through this activity?	Proportional piling
Vaccine Availability	Professionals	Did you receive the vaccine on time?	Proportional piling
Adequacy of logistics	Professionals	Does your territory have a cold chain for this vaccination?	Yes/No
Adequacy of vaccination period	Professionals	What is the proportion of vaccinators who have displacement for this vaccination program?	Proportional piling
	Professionals	What is the proportion of vaccinators who received a vaccination kit?	Proportional piling
	Chicken keepers	Do the vaccinators change your activities?	Yes/No
	Professionals	What proportion of immunization activities do you think have been carried out in line with the usual periods of mortality?	Proportional piling

3.4. Results

3.4.1. Other animal vaccination campaigns organized in the study area

From the interviews with the public veterinary services, four animal vaccination campaigns (besides the CAVTK's ND vaccination campaigns) were mentioned in the four territories surveyed. None of those campaigns targeted ND or poultry and one mobilized a user-pays principle. Between 1995 and 1996 there was a free cattle vaccination campaign against blackleg, financed by the Congolese Government and organized by the Agricultural Inspectorate of Madimba. After the epizootic was controlled, no new vaccination against this pathogen was recorded in the province. In 2011 and 2015, two paid vaccination campaigns against canine rabies were held. These campaigns were financed firstly by a non-governmental organization, then by a national deputy from the territory and organized lastly by the Agricultural Inspectorate of Madimba territories. Between 2013 and 2014, the whole province of Kongo central benefited from a free vaccination campaign against Peste des petits ruminants funded by the Congolese government. This campaign was organized following other vaccination campaigns against this same disease conducted in the province of Bandundu in 2012 with the support of FAO. This was an emergency aid response due to the particularly devastating epizootic that year.

All these campaigns were temporary responses to reported epizootics. They did not translate into sustained regular vaccination programs. .

3.4.2. Village chicken context: zootechnical characterization and avian diseases burden

Table 3.2 presents zootechnical characterizations of village chicken farming concerned by this study. The case definition of the ND corresponded to an entity locally referred to as "*kipupa*", which means "the disease that sweeps". Annually, chicken keepers estimate through proportional piling that this entity causes a mortality of 45.0% in village chicken flocks, of which 36.0% in June, 36.0% between September and October, and the remaining 28.0% between January and February. These chicken keepers use different treatments against ND: phytotherapy (35.0%, mainly chili pepper and hemp), undefined medicines for human use (23.1%) and traditional medicines based on oil and minerals (12.5%). The remaining 29.4% do not attempt any treatment, considering these as useless.

Table 3.2. Zootechnical characteristics of chicken farming in Kongo Central Province, 2016 (results of 160 individual interviews of chicken keepers)

Variable	Average \pm standard deviation	Median	Minimum	Maximum
Size of flock	9.6 \pm 9.1	7	1	45
Number of eggs per chicken	10.8 \pm 2.5	10	6	20
Egg hatchability rate (%)	84.0 \pm 17.9	90	10	100
Mortality rate (%)	39.4 \pm 26.1	40	0	100
ND mortality rate (%)	74.3 \pm 12.4	90	0	100
Number of chickens consumed per year per household	7.9 \pm 6.0	0	0	24
Chicken keeper's years of experience	12.6 \pm 9.7	6	1	40

3.4.3. Organization of paid vaccination services against Newcastle disease

CAVTK used the I-2 ND vaccine for all the vaccination campaigns they conducted. CAVTK has provided each territory with a refrigerator to ensure the cold chain for the vaccines is maintained. Some jurisdictions benefited from provision of a motorcycle for supervisors, including Kwilu-Ngongo and Boko. Each territory also benefited from provision of vaccination kits (a cooler, a cold accumulator, a bottle of 200 doses of thermostable I-2 ND vaccines produced by the *Laboratoire Vétérinaire de Kinshasa*, and a diluent). CAVTK trained five vaccinators for each territory. Nevertheless, only one third of the people trained agreed with the terms of their payment and participated in the vaccination campaigns. According to these terms, the vaccinators had to draw their remuneration from the profit made on each bottle. The expected price of vaccination being 100 Congolese francs per chicken, each bottle of 200 doses had to generate theoretically 20,000 Congolese francs (around 20 USD). The vaccinator had to return 8,500 Congolese francs (8.5 USD) for the renewal of vaccine stocks, meaning the maximal expected profit was 11.5 USD. In the territories where CAVTK has worked in partnership with the public veterinary services, professionals believe that this campaign has enabled them to acquire an effective ND control tool, generate a financial gain and have an opportunity to collaborate and build trust with chicken keepers.

3.4.4. Chicken keepers participation in paid vaccination

Around 13% of chicken keepers in our sample had participated in ND vaccination programs. Almost 96% of interviewed chicken keepers claimed willingness to vaccinate their flock against ND, which they

recognized as a major threat to their livelihoods. Chicken keepers who had not vaccinated explained having lacked awareness. According to the vaccinators, some chicken keepers also refused to vaccinate their chicken due to lack of understanding of the proposed vaccination, lack of financial means or refusal to agree to the terms of payment. Vaccination against ND was considered effective by 87% of chicken keepers that had participated in it. Individuals reporting cases of failure acknowledged that the incriminated vaccination had occurred late in the *kipupa* season. Using proportional piling, vaccinators estimated that 56% of contacted chicken keepers had actually paid for the vaccination of their chickens. Almost half (50,3%) of the interviewed chicken keepers were female. On the sample of 160 chicken keepers, Fisher's Exact Test on the dependent variable "adoption of vaccination" identified two explanatory parameters showing statistically significant link, i.e. housing and territory (Table 1.3).

The participatory assessment with chicken keepers and vaccinators (Table 1.4) established a total score of 64.2% for paid vaccination campaigns. Chicken keepers' general interest in vaccination (score 95.5 %), vaccine efficacy (score 89%), availability of the vaccine (score 100 %) and the ease of use of thermostable I-2 ND vaccine (score 80.8%) appeared as four major strong features for the sustainability of this service. The weakest points identified were chicken keepers' access to information (score 25%) and vaccinators' motivation (score 45%). The paid vaccination campaign for village chickens in Kongo Central Province achieved a sample vaccination coverage of 13.1% in the four target territories. The highest score was obtained by campaigns in Kwilu-Ngongo (score 73.4%) and the lowest in Kasangulu (score 54.1%).

There was a significant difference between territories in the access to information by chicken keepers, in the motivation of vaccinators and in the adequacy of logistics ($p < 0.05$). Chicken keepers' access to vaccination information was lowest in Kasangulu while the vaccinators of this territory were the most motivated but also the least equipped. The vaccinators of Madimba showed the weakest motivation.

Table 3.3. Results of Fisher's Exact Test on the influence of chicken keepers' characteristics on the decision to vaccinate chickens against ND in Kongo Central Province, 2016

Parameter	Category	Participation in vaccination		Fisher's Exact Test (p value)
		Yes	No	
Diversity of species (n= 86)	Chicken only	13	42	ns
	Association and others species	9	22	
Breed (n= 42)	Local	19	19	ns
	Hybrid	2	2	
Reaction to ND (n= 85)	Traditional pharmacopoeia	8	13	ns
	Human medicinal	8	21	
	Nothing	7	28	
Housing of chickens (n=69)	No housing	1	12	*
	Appropriate housing	6	20	
	Cohabitation with family	13	17	
Territory (n= 85)	Kasangulu	0	40	***
	Madimba	10	30	
	Boko	1	39	
	Kwilu-Ngongo	10	30	

(*) Significant $p < 0.05$; (***) highly significant $p < 0.000$

Table 3.4. Assessment of paid vaccination service of chickens against ND by the chicken keepers (40 individual interviews and one FGD per territory) and animal health professionals (two FGD per territory) in the province of Kongo central, 2016 (scores in %)

Evaluation Criteria	Kasangulu	Madimba	Boko	Kwilu-Ngongo	Average score
Vaccination coverage	0	25	2.5	25	13.1
General interest in vaccination	92	94	96	100	95.5
Price affordability	48	51	47	64	52.5
Accessibility of information	0	27	10	63	25
Vaccine efficacy	72*	96	92*	96	89
Adequacy of vaccination period / chicken keepers	68*	76	72*	72	72
Score for chicken keepers	46.7	61.5	53.3	70	57.9
Adequacy of vaccination period / vaccinators	60	76	71	74	70.3
Assessment of I-2 ND vaccine	74	89	81	79	80.8
Motivation of vaccinators	67	0	54	58	44.8
Availability of vaccine	100	100	100	100	100
Adequacy of logistics	7	73	73	73	56.5
Score for AHPs	61.6	67.6	75.8	76.8	70.5
Total score	54.1	64.6	64.5	73.4	64.2

* In the absence of vaccination experience of Kasangulu and Boko chicken keepers, vaccine efficacy and adequacy of vaccination period were assessed through FGD with AHP.

3.5. Discussion

During a period of 21 years, despite the high incidence of epizootic diseases in different animal species in our study area, the four territories had only received four animal vaccination campaigns for all the domestic animal species (excluding CAVTK campaigns). This number appears weak and shows a system that is reactive rather than preventive in nature. Moreover, all free vaccination initiatives in our study area had been limited to one-shot campaigns. This observation confirms the deficiency of the control and vaccination program against animal diseases, already highlighted by the OIE Performance of Veterinary Services tool (Diop et al., 2011). CAVTK campaigns are the only animal vaccination campaigns that were conducted sustainably and regularly for 5 years. The success of a long-term program of vaccination of chickens against ND in the Kongo Central could initiate the development of animal diseases control program in DR Congo.

The high mortality rate of ND in village chicken flocks has led to high awareness among chicken keepers and a widely shared willingness to pay for vaccination of their chickens. The diverse attempt to make use of available resources to control the disease shows that chicken keepers are looking for solutions to protect their chickens, which they consider primarily as a mode of savings. The significant proportion of the chicken keepers who gave up the idea of trying any treatment against ND further constitutes an illustration of the helplessness of these communities facing this major threat on their livelihoods. This strong pressure and awareness would constitute a powerful incentive for adoption of paid vaccination, despite the overall lack of financial means of these households. However, if the present study indeed confirms this demand for paid vaccination, it also highlights that pressure of ND alone is not sufficient to create a massive demand, with only about half of vaccinating keepers who actually paid for that vaccination. Also, the degree of adoption across territories varies. The lack of adoption in Kasangulu, together with zero score obtained in this territory for criterion of accessibility of information, suggests a major role of communication strategies in the success of vaccination campaigns. Contrary to the other territories, at Kasangulu, vaccinators did not have means of mobility nor access to the community radio for dissemination of vaccination campaign related information. This adoption was also shown to be linked with the provision of night shelters to chickens. A large majority of the chicken keepers (95%) who vaccinated their chickens also provided a night shelter or some form of housing to their chickens. This then suggests that the shelter is an indicator of the importance that chicken keepers attribute to their flock within their livelihood strategy, which also pushes them to adopt vaccination. This link may also be explained as a practical consequence of the greater ease for vaccinators to work with households practicing night sheltering. Obviously, these two explanation are not mutually exclusive and rather mutually reinforcing.

The identification of chicken keepers' decision will lead to the development of adapted animal vaccination strategies for DR Congo realities. As a matter of fact, the presence of a demand and the delivery of a vaccine are not sufficient to build sustainable vaccination services. Besides the accessibility of information that was stressed here above, this assessment identifies vaccinators' motivation as an important potential means of service improvement, with interesting differences being observed between territories. Other main levers for improvement are affordability, adequacy of logistics and adequacy of vaccination period. The main strengths of the program were the general interest in vaccination of chicken keepers, the vaccine efficacy, the ease of use of I-2 ND vaccine and availability of vaccine.

Considering the price calculated to cover the cost of the vaccine and create a margin for vaccinator, it would not be feasible to consider to lower it to increase affordability. On the contrary, vaccinators' motivation and coverage of operating costs should call for a progressive increase of this price. Also, factually, given an average flocks size of 10 chickens per household and a price of vaccination per

individual established at around 1/30 of the market value of an adult chicken, the price appears within the reach of all chicken keepers. Therefore, this perceived affordability has to be understood as a mirror of willingness to pay. Obviously, such a rise of the price would need sustained awareness raising, especially if one considers that the protective action of vaccination might lead farmers' ND awareness to progressively fade out.

Therefore, progress in terms of affordability as expressed by chicken keepers would rather be reached through an increase of the importance that these persons attribute to vaccination of their flocks. This would call for the building of trust with vaccinators and an overall rise in the satisfaction from the provided services. A better understanding of the attributes influencing this willingness to pay would be needed to formulate precise recommendations. Additionally, this willingness to pay would be stimulated by awareness-raising operations, the funding of which remains a major constraint limiting access to information for the vast majority of chicken keepers (Guèye, 2005; Mbabazi, 2015).

Vaccinators have acknowledged the ease of use of the thermostable I-2 ND vaccine in the field and its efficacy in reducing mortalities in vaccinated herds. Its conditioning and nature allows its transport to remote areas. The use of a thermostable vaccine against ND for village chickens is effective and adapted to rural areas where it is difficult to maintain a cold chain (Lawal et al., 2015). Thus its introduction in the rural areas of the Kongo Central Province through well-trained vaccinators could contribute to reducing the impact of ND in village chicken farming (Admassu et al., 2005). For the long term, CAVTK and its collaborators are pursuing creation of an autonomous paid vaccination programs for chickens, including the consideration that remuneration of the vaccinators should exclusively result from the price margin. However, this principle contravenes established modes of operation in the sector where veterinary professionals or paraprofessionals expect a lump sum remuneration from the campaign organizer. Vaccinators expressing their low motivation partly corresponded to those who did not understand or did not share the philosophy of the organizers of these campaigns. However, another major reason undermining motivation was the lack of mobility considering the need to cover wide distances as a result of scattered demand. Hence, motivation may be reinforced through an increase of demand (i.e. convincing more chicken keepers in a same area), through the training of additional vaccinators (to avoid them to be called and socially obliged to cover areas too distant from their home), and the creation of a vaccination station in each locality, where a significant share of chicken keepers may come to let their flock be vaccinated. Finally, besides these financial and logistic considerations, vaccinators' motivation is supported by the willingness of these agents to fulfill a socially useful function. Indeed, as expressed in the present survey, social status appears to be a major benefit of this function.

At the level of territories, only Kwilu-Ngongo has achieved a score above 70% from the viewpoint of vaccination users. A noticeable asset of vaccination campaigns in this territory has been that it received the full support of a community radio station. However, despite this strength, the sample vaccine coverage of these campaigns appeared to be low, which could mostly result from the weaknesses in the structure of animal health services. Hence, the territory of Kwilu-Ngongo reached an optimal degree of awareness of chicken keepers but failed at organizing the needed coverage.

This study already points to the vaccinators as a key link in the chain and a weak point due to the practical difficulties they encounter in their task as well as the lack of material and non-material motivation generated by the activity. The development of a vaccination service would therefore benefit from a multi-actor approach of the same type as the value chain approach that is traditionally used in the development of agricultural products and markets. Within the framework of this study, the participatory approach identified factors, which influenced vaccinators and chicken keepers' participation in the organization of paid vaccination campaigns for rural chickens. Value chain analysis could be used to improve vaccinators and chicken keepers contributions (Antoine-Moussiaux et al., 2017).

3.6. Conclusion

The prevention of ND in village chicken farming is essential to effectively alleviating hunger and poverty in rural areas in Kongo Central province. These rural communities urgently need a viable and sustainable animal disease control service to protect their livelihood. This assessment highlights present strengths of paid vaccination campaigns that include general interest of chickens keepers, perceived vaccine efficacy, vaccine availability and ease of use. Two weak points of these campaigns require an important effort to address in order to promote the campaigns' effectiveness and sustainability: the access of chickens keepers to information and the weak motivation of vaccinators. The assessment grid that has been proposed on the basis of the present participatory process now constitutes a tool available to vaccination campaign organizers for use in the continued assessment of vaccination services. The overall result of this work highlights the feasibility of paid vaccination campaigns for chickens in rural settings of the Democratic Republic of Congo, opening a new way of delivering animal health services in the zone.

3.7. Acknowledgements

This work was supported by the Académie de Recherche et de l'Enseignement Supérieur of Belgium (ARS) in the framework of the project "Renforcement de Compétences en Diagnostic, Epidémiologie

et Socio-économie de la Santé Animale” (RECODESSA/DR Congo). We are grateful Mr Zoundi Mahamadou who produced the map inserted in this study.

3.8. References

- Alders, R., Spradbrow, P., 2000. La maladie de Newcastle dans les élevages avicoles villageois Manuel de terrain Préparé par, Australian. ed. Canberra.
- Allport, R., Mosha, R., Bahari, M., Swai, E., Catley, A., 2005. The use of community-based animal health workers to strengthen disease surveillance systems in Tanzania. (Plurithematic issue of the Scientific and Technical Review, 2005.). *Rev. Sci. Tech. Off. Int. des Epizoot.* 24, 921–932.
- Brennan, M.L., Wright, N., Wapenaar, W., Jarratt, S., Hobson-West, P., Richens, I.F., Kaler, J., Buchanan, H., Huxley, J.N., O'Connor, H.M., 2016. Exploring attitudes and beliefs towards implementing cattle disease prevention and control measures: A qualitative study with dairy farmers in great britain. *Animals* 6. <https://doi.org/10.3390/ani6100061>
- Calba, C., Antoine-Moussiaux, N., Charrier, F., Hendriks, P., Saegerman, C., Peyre, M., Goutard, F.L., 2015. Applying participatory approaches in the evaluation of surveillance systems: A pilot study on African swine fever surveillance in Corsica. *Prev. Vet. Med.* 122, 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.10.001>
- Chilonda, P., Huylenbroeck, G. Van, 2001. A conceptual framework for the economic analysis of factors influencing decision-making of small-scale farmers in animal health management. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 20, 687–700.
- Diop, B., Ichou, S., Guidot, G., 2011. Analyse des Ecartés PVS Rapport République Démocratique du Congo. Paris.
- Guèye, E.F., 2005. Gender aspects in family poultry management systems in developing countries. *Worlds. Poult. Sci. J.* 61, 39–46. <https://doi.org/10.1079/WPS200440>
- Heffernan, C., Thomson, K., Nielsen, L., 2008. Livestock vaccine adoption among poor farmers in Bolivia: Remembering innovation diffusion theory. *Vaccine* 26, 2433–2442. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2008.02.045>
- Kairu-Wanyoike, S.W., Kaitibie, S., Heffernan, C., Taylor, N.M., Gitau, G.K., Kiara, H., McKeever, D., 2014. Willingness to pay for contagious bovine pleuropneumonia vaccination in Narok South District of Kenya. *Prev. Vet. Med.* 115, 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.028>
- Knueppel, D., Cardona, C., Msoffe, P., Demment, M., Kaiser, L., 2010. Impact of vaccination against

- chicken Newcastle disease on food intake and food security in rural households in Tanzania. *Food Nutr. Bull.* 31, 436–445.
- Lawal, J., Jajere, S., Mustapha, M., Bello, A., Wakil, Y., Geidam, Y., Ibrahim, U., Gulani, I., 2015. Prevalence of Newcastle Disease in Gombe, Northeastern Nigeria: A Ten-Year Retrospective Study (2004 – 2013). *Br. Microbiol. Res. J.* 6, 367–375. <https://doi.org/10.9734/BMRJ/2015/15955>
- Mbabazi, E.G., 2015. Cost effectiveness of and willingness to pay for vaccination of free-range poultry against Newcastle Disease in Iganga District. Makerere University.
- Newman, P.A., Duan, N., Lee, S.J., Rudy, E.T., Seiden, D.S., Kakinami, L., Cunningham, W.E., 2006. HIV vaccine acceptability among communities at risk: The impact of vaccine characteristics. *Vaccine* 24, 2094–2101. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2005.11.013>
- Sadique, M.Z., Devlin, N., Edmunds, W.J., Parkin, D., 2013. The Effect of Perceived Risks on the Demand for Vaccination: Results from a Discrete Choice Experiment. *PLoS One* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054149>
- Schreuder, B.E.C., Ward, D.E., 2004. Afghanistan and the development of alternative systems of animal health in the absence of Origins of the community-based animal health programme. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 285–295.
- Siddo, S., Moula, N., Hamadou, I., Issa, M., Marichatou, H., Leroy, P., Antoine-Moussiaux, N., 2015. Breeding criteria and willingness to pay for improved Azawak zebu sires in Niger. *Arch. Tierzucht* 58, 251–259. <https://doi.org/10.5194/aab-58-251-2015>
- Terfa, Z.G., Garikipati, S., Dessie, T., Lynch, S., Wigley, P., Bettridge, J.M., Christley, R.M., 2015. Farmers' willingness to pay for a village poultry vaccine service in Ethiopia: prospect for enhancing rural livelihoods. *Food Secur.* 7, 905–917.
- Van Den Bossche, P., Thys, E., Elyn, R., Marcotty, T., Geerts, S., 2004. The provision of animal health care to smallholders in Africa : an analytical approach The components of an animal health care system. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 851–861.

Etude 2.

Application des préférences déclarées pour analyser la demande de la vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle en RD Congo

Article soumis pour publication

Préambule

L'étude précédente a analysé l'intérêt de la vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle, qui se trouve être le seul système de vaccination animale ayant pu perdurer dans les provinces concernées par cette thèse. Dès lors, il est envisageable de baser les services pérennes de vaccination animale en RDC sur le principe d'utilisateur-payeur. Ainsi il serait nécessaire d'identifier les attributs qui influencerait le choix des éleveurs et leur volonté à payer pour la vaccination de leurs poules. En effet, la théorie du consommateur de Lancaster propose de considérer que le prix d'un service ou d'un bien peut être compris comme résultant des attributs qui le caractérisent. Comprendre les profils de vaccination animale payante qui répondraient aux attentes des éleveurs permettraient une adoption de la vaccination animale. Cette étude explore donc la conception d'un profil de vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle basé sur les attentes des éleveurs et rencontrant les exigences techniques du terrain.

Application of discrete choice experiment to analyse the demand for village chicken paid vaccination service against Newcastle disease in DR Congo

Francis Lwapa Embele Isenge^{1,6}, Justin Masumu Mulumbu¹, François Matala Mfwamba², Fabrice Mukoko Ndonzuau³, Victor Mbao⁴, Mélanie Lefèvre⁵, Evelyne Moïse⁶, Nicolas Antoine-Moussiaux⁶

1. Faculty of Veterinary Medicine, National Pedagogic University, Kinshasa, DR Congo
2. Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa, Kinshasa, DR Congo
3. Direction for Animal production and health, Kinshasa, DR Congo
4. International Development Research Centre, Regional Office for Sub-Saharan Africa, Eaton, United Nations Crescent, Gigiri, Nairobi, Kenya
5. Department of Economy, Management School, University of Liège
6. Fundamental and Applied research for Animals and Health (FARAH), University of Liège, Belgium

4.1. Abstract

Newcastle disease (ND) is a highly contagious viral disease that can affect a large number of avian species and cause severe economic loss in many countries. It remains until then the main constraint of rural chicken production in most developing countries. In DR Congo, Newcastle disease is known since the 1940s. It exists in enzootic form in almost all provinces of the country. No systematic long-term control measures have been taken against this devastating disease in village poultry. A discrete choice experiment was carried out to analyse the demand for paid vaccination services, identifying the preferences of 320 village chicken keepers from eight sites, four of which had benefitted from such a paid chicken vaccination program against ND and four of which did not. The preference went for a vaccination service carried out following imposed calendar. The public veterinarian was the most preferred professional to ensure the paid vaccination of village chickens. The results led to the design of a profile of paid vaccination service tailored to chicken keepers' expectations. The public veterinarian would supervise vaccination activities, which would be implemented by trained community-based health workers, through collective campaigns at fixed periods in the year. The acceptable price (equivalent to 0.10 US dollar per dose) would allow the service to be set in a sustainable way and might be increased if trust in the delivered service may be built further.

Keywords: Discrete choice experiment, paid vaccination, Newcastle disease, rural poultry, willingness to pay, One Health

4.2. Introduction

In developing countries, chicken farming contributes to the food and financial security in rural and urban households (Alders et al., 2010; Bagnol et al., 2013; Padhi, 2016). It provides animal protein in the form of meat and eggs for home-consumption and is a reliable source of cash (Bett et al., 2013; Terfa et al., 2015). In the Democratic Republic of Congo (DRC), the share of rural households owning a chicken nucleus is estimated at 80%. Terfa et al. (2015) argue that village chicken farming does not require large investments and is therefore accessible to the poorest households. Avian diseases are among the main causes for the low productivity of village chicken farming and are a constant threat to these crucial livelihoods. As a result, there is wide potential for poverty alleviation through the control of these infectious diseases in village chicken farming (Moula et al., 2012; Terfa et al., 2015). Newcastle disease (ND) is considered in this context as the main constraint for the development of village chicken farming (Alders and Spradbrow, 2000; Boven et al., 2008; Bagnol et al., 2013).

In DRC, ND has been known since the 1940s and occurs in an enzootic form in almost all provinces. However, the country has no viable control and monitoring program for this devastating disease (Huart and Bisimwa, 2004). In this country, ND epidemics are reported to occur two to three times a year (Mugumaarhahama et al., 2016; Lwapa et al., 2019). Widespread vaccination programs appear as the sole viable strategy to solve this problem (Alders and Spradbrow, 2000). However, despite an established biological efficacy, the effectiveness of a vaccine in the field will be determined by its availability, accessibility and affordability (Zinsstag et al., 2011). Also, these features of a vaccine do not guarantee its use by farmers. Those may face significant trade-offs before deciding to adhere or not to a vaccination program. It seems important to understand their preferences in this decision of vaccine adoption (Newman et al., 2006).

Animal vaccination campaigns combined with good animal husbandry practices must achieve the widest possible vaccination coverage to enable the control or eradication of the disease. As introduced here above, this requires a good vaccine, sufficient funds and appropriate policies and practices for vaccine delivery and farmer cooperation (McLeod and Rushton, 2007). Yet, in the developing world, veterinary services display important weaknesses and are under constant adaptation of their functioning, funding and management in a context of highly constrained public budgets (Haan, 2004). Hence, in these countries, livestock vaccination remains irregular with a low coverage (Kairu-Wanyoike et al., 2014). The organization of paid animal vaccination campaigns, ensuring the recovery of costs incurred, appears as a way to ensure the sustainability of the intervention.

In order to find a model of a paid vaccination service for village chicken against ND in DRC, we propose to apply stated preference methods to measure the farmers' appreciation of different modalities for

organizing vaccination and assess their willingness to pay for this service. Among stated preference methods, the discrete choice experiment (DCE) has become increasingly popular (Kairu-Wanyoike et al., 2014). This method analyses the trade-offs made by respondents when choosing between propositions of goods or services characterized by a set of attributes displaying different values. As long as the price is one of these attributes, the trade-off between various characteristics and price of the good or service will be analysed in the form of a willingness to pay for each appreciated characteristic. Hence, DCE has the advantage of being able to estimate the value of each characteristic (attribute) separately and not just the value of the whole good or service (Bennett and Balcombe, 2012).

4.3. Material and method

4.3.1. Study area

This study was conducted at eight sites. In four of these sites, the Centre Agronomique et Vétérinaire Tropical de Kinshasa (CAVTK) had organized vaccination campaigns for village chickens against ND from 2011 to 2015. The other sites did not benefit from a similar program. Sites choice was based on three criteria: the accessibility of the site by road, the cultural diversity and the fact of having benefited or not from this program. Interviewed farmers did not share the same cultural or geographical space. The populations of all selected sites have different cultures.

The eight sites were distributed in the four following provinces (Table 4.1): Kongo Central, Kinshasa, Kwango and Kwilu. The sites which benefited from the program were Kasangulu, Madimba, Boko and Kwilu-Ngongo (Boko and Kwilu-Ngongo are two cities of the territory of Mbanza-Ngungu). The sites which never benefited from the program, were Songololo, Maluku, Kenge and Bulungu. The territories Kasangulu, Madimba, Mbanza-Ngungu and Songololo are territories of the Province of Kongo Central. Maluku is a territory of the Province of Kinshasa, Kenge is a territory of the Province of Kwango and finally Bulungu is a territory of the province of Kwilu.

Table 4.1. Study area description

Site's status	Sites	Territories	Provinces
Benefited from paid vaccination program for village chicken	Boko	Mbanza-Ngungu	Kongo Central
	Kasangulu	Kasangulu	Kongo Central
	Kwilu-Ngongo	Mbanza-Ngungu	Kongo Central
	Madimba	Madimba	Kongo Central
Not benefited from paid vaccination program for village chicken	Bulungu	Bulungu	Kwilu
	Kenge	Kenge	Kwango
	Maluku	Maluku	Kinshasa
	Songololo	Songololo	Songololo

4.3.2. Study periods

Data collection was carried out at two different periods. Data collection took place from 1st September to 31st October 2016 in the sites which had benefited from the paid vaccination program for village chickens organized by *Centre Agronomique et vétérinaire Tropical de Kinshasa* (CAVTK). After the construction of the first data set, the authors found convenient to compare the preferences of chicken keepers who have experience of village chickens paid vaccination and those of chicken keepers not having tried out such vaccination. This second data collection took place from 1st August to 30th September 2017. Considering the time spent between the start of data collection and analyses, it would be important to consider monetary inflation in order to avoid underestimating or overestimating the values of various parameters during data processing.

4.3.3. Overall description of methods

This study followed the stages of a DCE described by WHO (2012). First, attributes and levels have been identified. Then based on these “attribute levels”, experimental profiles of paid vaccination service for village chicken and choice sets were constructed. Using this choice set, a questionnaire with 20 questions was developed. The applicability of the questionnaire was tested in the territory of Kasangulu during the period from the 1st to 5th August 2016. After data collection, data matrix were developed and finally data analysis and interpretation were realized.

4.3.4. Identification of Attributes and Attribute Levels

Identification of the attributes of paid vaccination services for village chicken against ND had been made by two focus groups discussion (FGD) in the Kasangulu territory. The first brought together 5 veterinarians of the public services and the second concerned 5 village chicken keepers. At the end of these FGD, it was retained that these hypothetical vaccination services had four attributes. These attribute were the modality of recourse to vaccination, the route of vaccine administration, the professional status of the vaccinator and the price of the dose. The modality of recourse to vaccination refers to the overall organization as campaigns with an imposed calendar or as an on-demand service. The two types of management were the two levels of this attribute. The route of vaccine administration was related to the efficacy and ease of administration of the vaccine. The vaccine could be given by injection, orally or as ocular drops. The three vaccine forms constituted the three levels of the attribute of route of administration. In order to reach the largest number of chicken keepers, private veterinarians, chicken keepers and members of community and community-based health workers (CBHWs) would

support the team of public veterinarians in the territory. Thus, the four levels of vaccinator attributes were “public veterinarian”, “private veterinarian”, “chicken keeper” and “CBHW”. In order to fix the price of the vaccine dose, it was necessary to refer to the vaccination campaigns for village chicken against the same disease organized by CAVTK in Kongo central Province. At first, CAVTK fixed the dose at 50 Congolese francs (FC), and then he raised it to 100 Congolese francs (FC). Thus for the price attribute, three levels were retained, 50 FC, 100 FC and 150 FC (equivalent respectively of US\$ 0.05, US\$ 0.10 and US\$ 0.15 at the time of the study). Table 4.2 presents the different attributes and their different levels.

Table 4.2. Attributes and attribute levels of paid vaccination services for village chicken against ND in Kongo central Province (DR Congo), 2016

Attribute	Level of attribute			
	1	2	3	4
Modality of vaccination	Imposed calendar	On-demand		
Administration	Injection	Oral	Ocular drops (OC)	
Route				
Vaccinator status	Public veterinarians	Chicken keepers	Community-Based Health Workers	Private veterinarians
Price	50 FC	100 FC	150 FC	

4.3.5. Design and construction of choice sets to present to participants

With one attribute of two levels, two attributes of three levels and one attribute of four levels, the full factorial model would give (2x3x3x4) or 72 combinations. Following the protocol described by Aizaki and Nashimura (2008), it was possible to generate an acceptable number of combinations that could be used during this declared choice survey. By using of the R software (version R 3.3.3, package AlgDesign) 20 pairs of combinations of 20 hypothetical profiles of village chicken paid vaccination services were generated.

4.3.6. Questionnaire development

Each pair of combination constituted one question. Each question was presented in the form of a choice card. The choice card constituted a tool capable of simplifying the communication between the researcher and the chicken keeper questioned. On the choice card, apart from the price, the other attribute levels were represented in the form of images and the price was expressed in numbers associated with the monetary symbol of the Congolese francs (FC). The drawings used for these illustrations have been adapted from images taken from a few image banks and from the book Newcastle Disease in Village chicken raising: Field Manual (Alders and Spradbrow, 2000). The 20 cards of choice constituted the 20 questions in the survey. On each choice card, the chicken keeper had three alternatives: choosing the

one or the other profile of the combination pair, and one alternative opt-out. Opt-out option avoided the bias of forcing the chicken keepers to make a choice that wasn't theirs. This was done by giving them an opportunity to express themselves on their decision (Pham et al., 2017). Figure 4.1 shows an example of a choice card used for data collection of this study. Illustrations of the attribute levels with images of characters that did not correspond to local realities were not considered likely to bias chicken keepers' understanding of the different attribute levels. The majority of school or religious documents used in these environments contain similar illustrations, and this did not appear to be something new to chicken keepers. At no time did this create a negative feeling in them. Images illustrating all levels of all attributes are included in appendices.



Question 1	
Vaccination service n°1 	Price: 50 FC Administrative route: Oral way Vaccinator status: Chicken keepers Modality of vaccination: On demand <input type="checkbox"/>
Vaccination service n°2 	Price: 150 FC Administrative route: Injection Vaccinator status: Public veterinarian Modality of vaccination: Imposed calendar <input type="checkbox"/>
Opt-out option	<input type="checkbox"/>

Figure 2.1. shows an example of a choice card used for data collection of this study

4.3.7. Data collection

A sample of 320 chicken keepers was interviewed from eight sites, i.e. 40 per sites. This number represented 10% of the smallest number of chicken keepers having participated in chicken vaccination campaigns per site (Kasangulu). According to the WHO guideline on DCE in public health research,

performing an econometric analysis requires that the main sample be formed of subgroups (stratified groups) with a minimum sample size of 30 (WHO, 2012). The 20 choice cards were successively presented to the interviewed chicken keepers who was asked to make a choice. To better understand the choice of chicken keepers, after each choice made, the investigator asked the concerned chicken keeper to explain his choice. Throughout the questionnaire, his answers revealed the importance he gave to each attributes. These answers would contribute to a better understanding of his preferences (Pons, 2011). All attributes and attribute levels of village chicken paid vaccination services against ND and the assessment procedure were described to chicken keepers in detail prior to data collection. Each interviewed chicken keeper had given his oral informed consent to participate in the survey. The peasants were afraid to make documents.

4.3.8. Data analysis

The econometric analysis of chicken keepers' preferences was carried out using R software (version R 3.3.3, package survival). The model considers that the levels taken by the different attributes determine the utility one ascribes to a profile, affecting in turn the probability for this profile to be chosen within the sampled population. The probability (P_i) to choose profil i is determined by : $P_i = \exp(U_i) / \sum \exp(U_j)$, where U_i is the marginal utility of profile i . The utility function can be written as: $U_i = V_i + \varepsilon_i$, where U is a stochastic utility function, V_i is the observable deterministic component of utility and is determined by the vaccination profile attributes, ε_i is the error term, an unobservable stochastic component. The deterministic component of utility may be written as follows, $V_i = ASC + \beta_{kl} * X_{kli} + \beta_{Pr} * Pr_i$, where ASC represents the alternative specific constant, β_{kl} the utility coefficient of the level l of the categorical attribute X_k , which takes a value X_{kli} in the profile i , and Pr the price that was treated as a continuous variable, expressed in Congolese francs, and ascribed a utility coefficient β_{Pr} . Based on farmers' choices, probabilities for scenarios to be chosen are derived and used to estimate the model parameters ASC, β_{kl} , and β_{Pr} .

The probit model and the conditional logit model are two of the most widely used statistical models in discrete choice analysis. Probit model (Bliss, 1934) is a particular case of a generalized linear model. It is best suited for binary choice analysis. On the other hand, the conditional logit model developed by McFadden (1973) is better suited for choice analysis involving more than two categories of elements (Hoffman et al., 1988). Considering the number of choices to be analyzed, conditional logit model was used for the present study. The collected data were transcribed on an Excel sheet following the protocol described by Aizaki and Nishimura (2008). The utility coefficients β for each level of each attribute were calculated using the clogit function included in the survival package (Aizaki and Nishimura, 2008). The utility of each attribute level was estimated in relation to a reference attribute level. The reference attribute level were ocular-drop, CBWH and chicken keeper management.

Willingness to pay (WTP) is a measurement of the amount of money consumers are willing to pay for obtaining a product or a service. It is derived from the utility consumers give to the product or the service (Bredert et al., 2006). The WTP for each attribute level was calculated from the utility coefficients by the formula: $WTP_{kl} = -\beta_{kl} / \beta_{Pr}$. Their confidence intervals were calculated by Krinsky and Robb method (Cooper, 1994). Krinsky and Robb's method allows the estimation of non-symmetric confidence intervals. This method is performed automatically using the Nlogit package executed on the R software (Hensher et al., 2015).

These analyses were performed for the whole study sample and in each site separately. To compare different values obtained by parameters of the sites that had benefited from chicken paid vaccination with those of had not benefited from this program. The confidence intervals of parameters obtained by in the one and the other type of sites were superimposed. The difference was declared if the two compared confidence intervals were no overlapping.

To analyse the influence of attribute levels on the acceptability of vaccination service profiles, a monitoring curve was drawn. The profiles analysed were all based on the oral route of administration. The other attribute levels were then changed to test the profile's probability of being chosen. The probabilities of the profiles were calculated according to the following model:

$$P_{\text{profile}} = \exp(\beta_P * Pr + \sum \beta_{kl}) / (\exp(\beta_{Pr} * Pr + \sum \beta_{kl}) + (\beta_{Pr} * Pr)).$$

4.4. Results

4.4.1. Utility coefficients of attributes levels

Tables 4.3 and 4.4 show that three levels of attributes had obtained utility coefficients superior to zero in all selected sites. Vaccination campaigns with an imposed calendar was the preferred option, utility coefficients of this attribute level varying between 0.61 and 0.95. It was the most appreciated characteristic of paid vaccination services in all sites, with a statistically significant influence in chicken keepers' choice. The preferred professional status of vaccinators was the public veterinarian, this attribute level obtaining high positive utility coefficients varying between 0.40 and 0.78 with a statistically significant influence on chicken keepers' choice. It was the second most appreciated characteristic of these services. "Imposed calendar" and "Public veterinarian" were the two features likely to strongly influence the preference for a vaccination service in all sites. Vaccination by private veterinarians had obtained lower but positive utility coefficients, ranging from 0.00 and 0.31.

In the sites that had benefited from the paid vaccination program, vaccination by other chicken keepers had obtained low but positive utility, between 0.15 and 0.49. In contrast, in the sites that had not benefited from vaccination programs, this modality was not significantly appreciated, with utility coefficients between -0.19 and 0.16. Another difference between sites with or without a history of vaccination was about the preferred administration route. Hence, the oral administration route was not appreciated where vaccination had been experienced, with utility coefficients between -0.03 and 0.24, while it obtained high utility coefficients, between 0.30 and 0.71, in unexperienced zones. Injection was unanimously rejected in all sites, with utility coefficients ranging from -0.37 to 0.00.

Table 4.3. Utility coefficients of paid vaccination services for hypothetical village chicken vaccination against Newcastle disease, in sites which had benefited from the paid vaccination program in 2016 (result of conditional logit model)

Attribute	Level	Coefficient [CI 2.5%-95%]	exp(coef)	p-value
Route of vaccine administration (ref= ocular-drop)	Oral	0.11 [-0.03; 0.24]	1.11	0.12
	Injection	-0.20 [-0.36; -0.04]	0.82	0.01
Vaccinator (ref= CBHWs)	Chicken keepers	0.32 [0.15; 0.49]	1.38	2.4 e-16
	Public veterinarians	0.59 [0.40; 0.77]	1.80	2.9e-10
	Private veterinarians	0.14 [0.02; 0.25]	1.15	0.02
Modality of vaccination (ref= on-demand)	Imposed calendar	0.84 [0.73; 0.95]	2.31	< 2e-16
Price		-0.00 [-0.00; 0.00]	0.10	4.1e-07

CI: Confidence interval; ref=reference

Table 4.4. Utility coefficients of paid vaccination services for hypothetical village chicken against Newcastle disease in not benefited sites from the paid vaccination program, 2017 (Result of conditional logit model)

Attribute	Level	Coefficient [CI 2.5%-95%]	exp(coef)	p-value
Route of vaccine administration (ref= ocular-drop)	Oral	0.57 [0.30; 0.71]	1.66	2.1e-06
	Injection	-0.19 [-0.37; 0.00]	0.83	0.06
Vaccinator (ref= CBHWs)	Chicken keepers	-0.01 [-0.19; 0.16]	0.99	0.88
	Public veterinarians	0.62 [0.45; 0.78]	1.85	7.0e-13
	Private veterinarians	0.16 [0.00; 0.31]	1.17	0.04
Modality of vaccination (ref= on-demand)	Imposed calendar	0.73 [0.61; 0.85]	2.08	< 2e-16
Price		-0.00 [-0.00; 0.00]	1.00	0.022

CI: Confidence interval; ref=reference

4.4.2. Chicken keepers willingness to pay

Table 4.5 presents the values of willingness to pay that were calculated on basis of utility coefficients. Hence, the translated appreciation is as described here above. All values obtained were in a range similar to the prices that were considered in the present study, with a maximum at 1985 Congolese francs.

Table 4.5. Chicken keepers willingness to pay for vaccination service for vaccination of village chicken against Newcastle disease in sites with or without a history of vaccination (Result of Krinsky and Robb model)

Attribute	Attribute levels	MWTP [CI 2.5%; 95%]	
		Beneficiary sites	Non-beneficiary sites
Route of vaccine administration	Oral way	32 [-9; 82]	296 [122; 1456]
	Injection	-61 [-137; -12]	-108 [-604; 14]
Vaccinator status	Chicken keeper	98 [45; 165]	-8 [-216; 135]
	Private veterinarian	43[7; 95]	91 [-8; 528]
	Public veterinarian	176 [109; 306]	359 [155; 1785]
Modality of vaccination	Imposed calendar	250 [176; 406]	428 [212; 1985]

4.5. Discussion

4.5.1. Utility coefficient, chicken keepers willingness to pay and the effect of sites' history

The paid vaccination campaigns for village chickens organised by the CAVTK made use of two vaccination service profiles. In all cases, the vaccine was administered under the form of ocular drops, vaccination was carried out according to an imposed calendar, and the price was set at 100 FC per chicken. Hence, the services differed in the professional status of the vaccinator. In Madimba, private veterinarians who were employed by a non-governmental organization provided the service while public veterinarians were involved in the case of Kasangulu, Boko and Kwilu Ngongo. In general, chicken keepers preferences in sites that had benefited from chicken paid vaccination was not different from those of the other sites. Indeed the main pattern of preference was the same, including the attributes levels “imposed calendar”, “public veterinarian”, “private veterinarian”, “vaccine injection”, “oral vaccine” had the same direction in all the sites. In the sites that had benefited from the paid vaccination program, chicken keepers had appreciated ocular drops and would have found oral vaccination to be of little use. They would also have seen that the vaccine was easy to administer and that a trained chicken keeper could administer the vaccine to their chickens, hence they found the mobilisation of chicken keeper as vaccinators as acceptable. In the sites that had not benefited from this program, the lack of experience of chicken keepers with vaccination may explain that they considered oral vaccination as useful and did not think of chicken keepers as potential vaccinators. This tends to indicate that, based on a widely shared preference pattern, changes may occur due to an effect of experience and learning. This dynamic of preferences suggests that stated preference methods might be used as a method to objectivate the evolution of a service acceptability throughout its improvement process.

Authors of this study propose the hypothesis that chicken keepers did not trust their own ability to manage the vaccination program of their flock, therefore requiring unanimously an imposed calendar. ND is a major threat to them and their experience of control attempts has always resulted unfruitful. This situation would thus highlight the need of external support of these populations that are left to their own management for almost all aspects of everyday life. The permanence of ND threat has further caused a feeling of insecurity and a demand for the protection that externally managed vaccination programs may represent. Chicken keepers had mainly preferred public veterinarian services because they trust their expertise and their stability in community. They also believed that public veterinarians had control over the epidemiological data on animal diseases and were in a better position to organize vaccinations in a timely manner. Despite their expertise, the private veterinarians had not attracted much interest from chicken keepers. Those thought that they could not locate him when needed. Chicken keepers discarded the potential role of CBHWs due to their lack of expertise in animal health. Such a

One Health arrangement would thus call for significant communication efforts to convince, as well as meet rapid success so that learning effects may reinforce the acceptability of this strategy.

The WTP proved higher than the price applied in the field, which was 100 FC. Once multiplied by the number of chickens, this WTP may appear high compared to the economic situation of these households. Due to the use of virtual choices, the methodology may generate overestimated WTP (Lefèvre, 2014). However, while these results might not be used for direct price fixation, they illustrate the will of these chicken keepers to obtain an effective chicken vaccination service in their region.

The exploitation of the present results should imperatively take into account the monetary inflation between 2016 and 2020, with a dramatic change of the exchange rate between US Dollar and FC in the period. The local currency would have depreciated by at least 90% compared to the US Dollar. Indeed, chicken keepers' revenue could play a determining role in the decision to vaccinate or not.

4.5.2. Difficulties and solutions of the implementation of the preferred profile of paid vaccination service for village chicken in Kongo central Province (DR Congo)

The implementation of paid vaccination service for chicken keepers in DR Congo according to chicken keepers preferences will be confronted with two principal constraints. Those are the insufficient number of public veterinarians and the lack of logistics (in term of transportation means, cold chains and vaccines). With these weaknesses, it would be difficult to organize a sustainable chicken vaccination in DR Congo according to chicken keepers' expectations.

The assessment of paid vaccination program for village chicken realized in Kongo-Central province identified two major obstacles for the success of such a program in the country, i.e. the lack of vaccinators' motivation and the weak chicken keepers' access to information (Lwapa and al., 2019). The present study tested the acceptability of using the CBHWs as animal vaccinators in the prospect of taking advantage of synergies in a One Health perspective. This strategy would reduce the cost of sensitization, increase access to information for chicken keepers, fill the shortage of vaccinators and logistics, and bring chicken keepers closer to vaccinators. The involvement of CBHWs trained in animal vaccination would strengthen the teams of public veterinarians everywhere in the country. Facing the results of the present study, we suggest that, in order to increase its acceptability, this innovation could be kept under public veterinary supervision.

4.6. Conclusion

This paper gave more precise insights on expectations of Congolese chicken keepers regarding the organisation of vaccination services and the impact of these on their willingness to pay. This willingness

to pay appeared clearly, confirming the good participation rate to past campaigns of paid vaccination against ND. The preference of chicken keepers favoured a vaccination run according to an imposed calendar by a public veterinarians. Yet, to solve problems of vaccinators' mobility, chicken keepers' confidence and vaccinators' motivation, it might be advisable in practice to work with CBHW, who would be stable at the level of each village and mainly obeying to social motivations. Comparisons between sites having experienced or not past vaccination campaigns against ND suggested the dynamic nature of preferences and learning effects. Therefore, knowing when preferences are conflicting with field necessities may appear crucial in order to direct communication efforts throughout vaccination campaigns and to understand the stakes in terms of trust building.

4.7. References

- Aizaki, H., Nishimura, K., 2008. Design and Analysis of Choice Experiments Using R: A Brief Introduction. *Agric. Inf. Res.* 17, 86–94. <https://doi.org/10.3173/air.17.86>
- Alders, R., Spradbrow, P., 2000. La maladie de Newcastle dans les élevages avicoles villageois Manuel de terrain Préparé par, Australian. ed. Canberra.
- Alders, R.G., Bagnol, B., Young, M.P., 2010. Technically sound and sustainable Newcastle disease control in village chickens: lessons learnt over fifteen years. *Worlds Poult. Sci. J.* 66, 433–440. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000516>
- Bagnol, B., Alders, R.G., Costa, R., Lauchande, C., Monteiro, J., Msami, H., Mgonezulu, R., Zandamela, A., Young, M., 2013. Contributing factors for successful vaccination campaigns against Newcastle disease. *Livest. Res. Rural Dev.* 25, 1.
- Bennett, R., Balcombe, K., 2012. Farmers ' Willingness to Pay for a Tuberculosis Cattle Vaccine. *J. Agric. Econ.* 63, 408–424. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2011.00330.x>
- Bett, H.K., Peters, K.J., Nwankwo, U.M., Bokelmann, W., 2013. Estimating consumer preferences and willingness to pay for the underutilised indigenous chicken products. *Food Policy* 41, 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.05.012>
- Boven, M. Van, Bouma, A., Fabri, T.H.F., Katsma, E., Hartog, L., Koch, G., 2008. Herd immunity to Newcastle disease virus in poultry by vaccination 37. <https://doi.org/10.1080/03079450701772391>
- Breidert, C., Hahsler, M., Reutterer, T., 2006. A review of methods for measuring willingness to pay. *Innov. Mark.* 2, 8–32.
- Cooper, J.C., 1994. A Comparison of Approaches to Calculating Confidence Intervals for Benefit Measures from Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys Author (s): Joseph C . Cooper Published by : University of Wisconsin Press Stable URL : <https://www.jstor.org/stable>. *lands Econ.* 70, 111–122.
- Haan, C. De, 2004. Introduction : the provision of animal health. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 15–19.
- Hensher, D.A., Rose, M.J., Greene, W.H., 2015. *Statical inference*, in: Press, C.U. (Ed.), *Applied Choice Analysis*. Cambridge.

- Hoffman, S.D., Duncan, G.J., Hoffmann, S.D., Duncan, J., Arbor, A., 1988. Multinomial and Conditional Logit Discrete-Choice Models in Demography. *Demography* 25, 415–427.
- Huart, A., Bisimwa, C., 2004. La Pseudo Peste Aviaire : un fléau pour les pays en voie de développement. *Eco Congo* 6.
- Kairu-Wanyoike, Salome W., Kaitibie, S., Heffernan, C., Taylor, N.M., Gitau, G.K., Kiara, H., McKeever, D., 2014. Willingness to pay for contagious bovine pleuropneumonia vaccination in Narok South District of Kenya. *Prev. Vet. Med.* 115, 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.028>
- Kairu-Wanyoike, S W, Kaitibie, S., Heffernan, C., Taylor, N.M., Gitau, G.K., Kiara, H., McKeever, D., 2014. Willingness to pay for contagious bovine pleuropneumonia vaccination in Narok South District of Kenya. *Prev. Vet. Med.* 115, 130–142.
- Lefèvre, M., 2014. Do Consumers Pay More for What They Value More ? The Case of Local Milk-based Dairy Products in. *Agric. Resour. Econ. Rev.* 1, 158–177.
- Lwapa, F.E.I., Masumu, J.M., Matala, F.M., Mukoko, F.N., Mbao, V., Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., 2019. Participatory assessment of paid vaccination campaigns for village chickens against Newcastle disease in Kongo Central province. *Prev. Vet. Med.* 172. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104783>
- McLeod, A., Rushton, J., 2007. Economics of animal vaccination. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 26, 313–326.
- Moula, N., Detiffe, N., Farnir, F., Leroy, P., 2012. Aviculture familiale au Bas-Congo , République Démocratique du Congo (RDC) Village poultry in Bas-Congo , Democratic Republic of Congo (DRC). *Livest. Res. Rural Dev.* 24 2012 5, 1–15.
- Mugumaarhahama, Y., Ayagirwe, R.B., Mutwedu, V.B., Sadiki, J.M., Baenyi, P., Mushagalusa, A.C., Bisimwa, E.B., 2016. Caractérisation des systèmes de production de poule locale dans deux zones agro-écologiques du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo). *Livest. Res. Rural Dev.* 28(1).
- Newman, P.A., Duan, N., Lee, S.J., Rudy, E.T., Seiden, D.S., Kakinami, L., Cunningham, W.E., 2006. HIV vaccine acceptability among communities at risk: The impact of vaccine characteristics. *Vaccine* 24, 2094–2101. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2005.11.013>

- Padhi, M.K., 2016. Importance of Indigenous Breeds of Chicken for Rural Economy. *Scientifica* (Cairo). 2016, 9. <https://doi.org/10.1155/2016/2604685>
- Pham, H.T.T., Peyre, M., Trinh, T.Q., Nguyen, O.C., Vu, T.D., Rukkwamsuk, T., Antoine-Moussiaux, N., 2017. Application of discrete choice experiment to assess farmers' willingness to report swine diseases in the Red River Delta region, Vietnam. *Prev. Vet. Med.* 138, 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.01.002>
- Pons, D., 2011. Mise en place d' enquêtes par préférences déclarées dans le cadre de projets d' étude relatifs au secteur des transports de personnes. Université de Lyaon.
- Terfa, Z.G., Garikipati, S., Dessie, T., Lynch, S., Wigley, P., Bettridge, J.M., Christley, R.M., 2015. Farmers' willingness to pay for a village poultry vaccine service in Ethiopia: prospect for enhancing rural livelihoods. *Food Secur.* 7, 905–917. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0482-5>
- WHO, 2012. How to conduct a Discrete Choice Experiment for health workforce recruitment and retention in remote and rural areas: User guide with case studies, WHO Press. ed. Geneva.
- Zinsstag, J., Schelling, E., Tanner, M., 2011. From “ one medicine ” to “ one health ” and systemic approaches to health and well-being. *Prev. Vet. Med.* 101, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>

Etude 3.

Evaluation participative de l'intérêt des approches One Health pour le développement des services de santé animale en République démocratique du Congo

Article soumis pour publication

Préambule

Les éleveurs ont exprimé leur préférence pour des services de vaccination animale assurés par les vétérinaires publics. L'insuffisance des effectifs du personnel des services vétérinaires au niveau des différents territoires ne permettrait pas la couverture du territoire national par des professionnels vétérinaires. Des zones éloignées sont dépourvues de services vétérinaires. L'approche OH, qui vise notamment la réalisation de synergies intersectorielles dans l'organisation des activités de santé, serait une solution à l'insuffisance des services de vaccination animale. Cette étude a visé à comprendre la façon dont des professionnels des services vétérinaires, de l'environnement et de santé publique perçoivent leur implication dans des activités conjointes en vue de l'amélioration des services vétérinaires de leurs territoires respectifs. Cette étude a exploré les attentes des différents professionnels sur l'organisation des telles activités afin de les analyser en regard des cadres théoriques actuels de l'approche *One health*.

Participatory assessment of the interest for One Health approaches in the development of animal health services in the Democratic Republic of Congo

Francis Lwapa^{1,5}, Justin Masumu^{1,2}, Victor Mbao³, Abhimanyu Chauhan⁴, Nassim Moula⁵ and Nicolas Antoine-Moussiaux⁵

1. Faculty of Veterinary Medicine, National Pedagogic University, Kinshasa, DR Congo
2. Centre Interdisciplinaire de Gestion du Risque Sanitaire, Kinshasa, DR Congo
3. International Development Research Centre, Regional Office for Sub-Saharan Africa, Eaton, United Nations Crescent, Gigiri, Nairobi, Kenya
4. Department of Public Health Science, Faculty of Medicine, University of Liège
5. Fundamental and Applied Research for Animals and Health (FARAH), University of Liège, Belgium

5.1. Abstract

There is a need to organize and reinforce veterinary services in the Democratic Republic of Congo. Limited material resources and personnel hamper the attainment of desired veterinary service performance in the field. The OIE Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services has been applied in DR Congo to assess the national constraints and priorities of veterinary services according to OIE standards. Through participatory approaches, this study aimed to assess the perception and expectations of veterinary services (VS) by relevant stakeholders in DR Congo with the objective of envisioning pathways to collaboration through inter-sectoral collaborations in line with the One Health concept. The stakeholders include the environmental services (ES) and public health services (PHS) in five territories of three provinces of DR Congo. Data were collected using 100 semi-structured individual interviews and 15 focus groups, conducted with professionals from the VS, ES and PHS. The expectations and benefits identified by the participants were compared to the benefits of the OH approach as presently theorized in scientific literature. This step was followed by an evaluation protocol adapted from that proposed by the Network for Evaluation of One Health (NEOH). VS, ES and PHS professionals in DR Congo identified half of the benefits of the OH approach as espoused worldwide. The application of the NEOH framework has shown that there is a strong OH thinking and sharing, but poor OH learning and planning, as well as weaknesses on OH working. The OH score distribution in the three sectors was not significantly different. All professionals likely to be involved in this OH paradigm positively envisioned inter-sectoral collaborations. According to the stakeholders, the success of such an approach would require the professional development of veterinary staff in rural areas and the assignment of qualified veterinary professionals capable of designing and co-managing OH activities in a transdisciplinary framework with PHS and ES professionals.

Keywords: Participatory assessment, expectations, perceptions, One Health, veterinary services, DR Congo

5.2. Introduction

Veterinary services (VS) play a critical role in people's food security and overall livelihoods, through the multiple roles of livestock (Herrero et al., 2013). They also play a direct role in the protection of public health through food safety and the control of zoonotic infections. The role of provision of a public good justifies the organization of public VS (Holden, 1999; Ahuja, 2004; Cheneau et al., 2004; Leonard, 2004; Schneider, 2011). However, growing constraints on national budgets and pressures from donors and other partners have led many governments in aid-dependent countries to involve the private sector in the provision of VS (Sen and Chander, 2003). The lack of financial and material resources inhibits veterinary professionals' motivation to work in remote rural areas of these countries (Allport et al., 2005). This results in a deterioration of VS quality in most countries affected by this reform (Ahuja, 2004; Ilukor, 2017). Therefore, each country needs to seek adapted institutional arrangements in order to organize operational, effective and perennial VS (Ilukor, 2017).

To address this deficit, many countries have had recourse to veterinary para-professionals, who are mostly community-based agents who followed a short training in basic animal health and whose competence is subject to debate (Martin Curran and McLehose, 2002, Catley et al., 2004; Mugunieri et al., 2004; Allport et al., 2005).

The use of such Community Animal Health Workers (CAHWs) would be the best way of improving basic veterinary services and animal diseases monitoring in remote rural areas of developing countries (Mugunieri et al., 2004; Allport et al., 2005), playing a considerable role in improving animal health and productivity, and consequently, human health (Martin Curran and McLehose, 2002). In the absence of veterinary professionals, CAHWs can play a significant role in the detection of animal and zoonotic diseases and the transmission of information to veterinary authorities (Catley et al., 2004). This approach is closely related to VS privatization although its framing is often distinct from a legal, political and institutional point of view (Mugunieri et al., 2004). Such collaboration has also been recently classified as a specific type of public-private partnership (Galière et al., 2019).

In the Democratic Republic of Congo (DRC), VS are subject to this same questioning of their fundamental mode of organization while still widely failing on their basic missions (Niang and Denormandie, 2007). These services are characterized by a triple lack in human, material and financial resources pitting against a huge territory to cover. The chain of command is complicated by the administrative segmentation of the country and is not well adapted to sanitary policing needs.

Consequently, it is not expected to provide an effective epidemiological surveillance, thus exposing livestock and people to various infectious threats in the whole country (Niang and Denormandie, 2007). Among these threats, the Peste des Petits Ruminants, African Swine Fever and Newcastle disease appear as particularly critical as they are devastating in goats, pigs and chickens, respectively, which are mostly kept by poor households in DRC. In 2011, the OIE Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services (OIE PVS tool) and the associated gap analysis assessed DRC's national constraints and priorities of VS according to OIE standards (Diop et al., 2011). However, the Congolese Government is yet to achieve these priorities till date due to budgetary constraints.

In the DRC, the CAHW approach has not been developed. Hence, animal keepers often tackle animal diseases with a variety of plants and ashes of plants and animal organs, as part of ethnoveterinary medicine, but also apply antimicrobials intended for human use. Besides ineffectiveness and the loss of their animal capital, the dual practice of ethnoveterinary medicine and use of human antimicrobials exposes the community to risks of antimicrobial resistance. Implementing a strategy based on CAHWs in DR Congo has proven inefficient for two reasons, i.e. the low availability of the resources needed for selection and training, and the reconversion of trained veterinary auxiliaries in other employments upon cessation of external funding (Martin Curran and MacLehose, 2002). In contrast with CAHWs whose main motivation is financial, the public health services (PHS) in DRC benefits from the involvement of Community-Based Health Workers (CBHW) working on a voluntary basis in the community. The social recognition of their commitment being their main motivation, these deliver services in their communities in a sustainable way (Faye, 2012).

Placing these challenges within a wider picture, global changes and poverty challenges contributed to a renewed recognition of the need for collaborative approaches across disciplines, under the One Health concept (OH) (Rüegg et al., 2017). Therefore, VS may be presently subject to a deep organizational questioning, around the key-terms of interdisciplinarity, inter-sectorality and public-private partnerships. Although OH initiatives cover a wide diversity of forms, including intergovernmental strategies, national educational programs, local research and development projects, they often have specific operating principles, characterized by a way of thinking, planning and working (Lerner, 2017). In recent years, the above-mentioned OH movement has gained momentum, particularly within the international community (Pal et al., 2014). Several projects and activities have been developed and are now working under this concept at national, regional and global level (Schelling et al., 2005; Häsler et al., 2014; Baum et al., 2017). Kahn et al. (2007) and Zinsstag et al. (2011) described how, through the 19th and the 20th centuries, a close collaboration gradually developed between human and veterinary medicine. As highlighted by Khan et al. (2018), a major challenge for the further development of OH approaches will be the effective involvement of environmental sciences. In the context of DRC, the

direct interactions between human, animal and environmental health are critical in a context of widespread poverty, constant food insecurity, and high pressure on forest resources such as charcoal production and poaching. An integrated health strategy at the animal-human-environment interface would generate widely shared benefits, including a better outreach to the field. Schelling et al. (2005, 2007) provided examples of successful public health activities with the support of VS that resulted in improving vaccination coverage for children and women in pastoralist communities in remote areas of Chad. However, to spur such collaborations, these have to be perceived by each service provider as reinforcing each partner's ability to meet own challenges in a shared framework, as highlighted in the case of VS in general (Schneider, 2011). In this light, this paper explores, among others, the viewpoint of currently struggling VS of DRC and their ability and interest to engage in collaborative strategies with other relevant OH stakeholders (PHS, ES). A OH approach would reduce and eliminate unnecessary morbidity and mortality in humans and animals and reduce the economic impact of diseases at the national and household levels (Pieracci et al., 2016). Adopting this approach in VS would lead them to address health challenges and build their capacity to respond to the threat of emerging zoonoses and other future health challenges (Cleaveland et al., 2017).

This study aimed to assess, through participatory approaches, the perception and interest of professionals from VS, PHS, and environmental services (ES) about their joint involvement in development programs of animal health services and their own expectations from such collaborations.

5.3. Material and methods

5.3.1. Study zone

The study sites were purposively selected among peri-urban or rural areas based on criteria of accessibility and diversity of contexts. The recent administrative reform of 2016 was taken into account for this selection and correspondence between present and former divides are indicated. Hence, five territories were selected across three provinces (Figure 3.1): Kenge territory in Kwango province (part of the former Bandundu province), Maluku territory in Kinshasa province, and Kasangulu, Madimba and Moanda territories in Kongo Central province (former Bas-Congo province). The maximal distance within the sample is 818 km i.e. between Kenge and Moanda territories. In terms of PHS administrative organization, these 5 territories are composed of 13 Public Health Zones (PHZ), subdivided in a hundred health areas that are the smallest organizational units of the Congolese PHS zoning. VS administration follows the main administrative organization, i.e. in provinces and territories, the latter representing the smallest organizational unit.

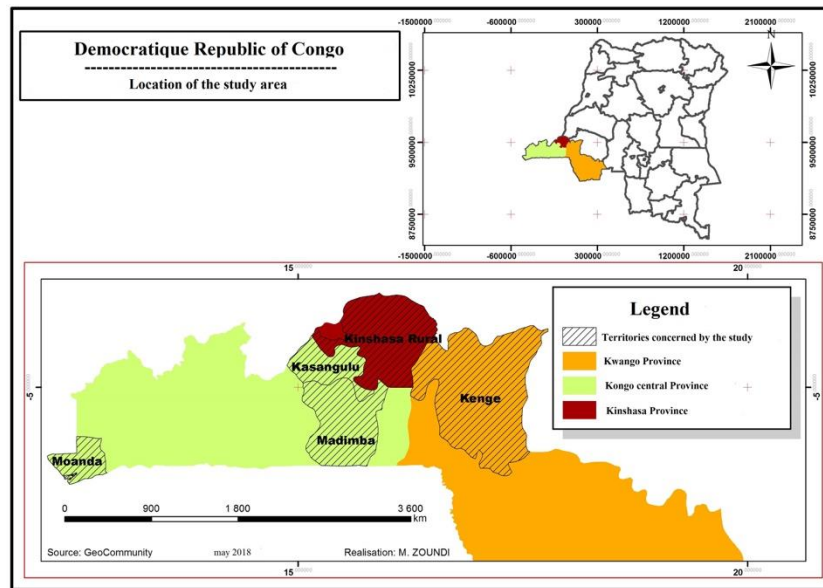


Figure5.1. Location of the study area

5.3.2. Study participants

Participants were identified in the five selected territories among VS, PHS and ES professionals using a respondent-driven sampling technique. The key-informants were identified in the three services and the latter indicated names of collaborators we could contact for interview. For VS, inspectors of agriculture, fisheries and livestock indicated the veterinary officials who in turn indicated the field agents to be contacted to participate in the survey. For ES, the territory inspectors indicated a facilitator who indicated available agents. For PHS, key-informants were Head of PHZ and CBHW Coordinator. The targets were the employees and CBHWs of the nearest PHZ.

A total of 100 in-depth individual interviews (IDII) and 15 focus groups discussions (FGD) were conducted. The IDII involved 30 VS, 37 PHS and 33 ES professionals and paraprofessionals from all 5 territories. In each territory, three FGD of 5 to 6 participants each were organized, one for each of the targeted public services.

Before each interview, the researcher explained to the participants the study's objectives and methodology and each participant was asked for consent prior to the interview. It was also explained to them that they were free to withdraw at any time. This consent was kept oral to avoid causing fears tied to the signature of documents in the context of a study that may appear as an organizational evaluation.

5.3.3. Instruments and Data collection

5.3.3.1. Materials

The interview guide for IDII and FGD was developed using three steps. Firstly, an extensive literature review was done covering OH benefits and constraints in implementation and evaluation. Secondly, a first draft of the theme guide was submitted to expert consultation and a checklist was developed on this basis for field implementation. Lastly, the guide and checklist were continuously and iteratively commented and modified through pre-test field implementation. The guide included seven themes, namely: 1) Composition and management of the services, 2) Activities carried out in synergy between VS, ES and PHS professionals in the territory, 3) Management of inter-sectoral activities and synergies in the territory, 4) Personal participation of respondents to inter-sectoral activities, 5) Apprehension of the actors about such activities, 6) Expectations of the actors of such activities, and 7) Animal or human diseases calling for this synergy for their control. The same guide was used for the IDII and FDG. In IDII, in addition to this guide, a short socio-professional profiles was systematically assessed for each interviewee through four specific questions, i.e. about age, professional experience, activity sector and instruction degree.

The principal author conducted all interviews (IDII and FDG). Right for recording was denied by almost all actors. Therefore, data were collected as field notes, which were completed after each interview. IDII and FDG were organized at the work place of the participants, i.e. at the Central offices of the health zones for CHBW and PHS, at the office of the inspections of agriculture, fisheries and livestock for VS, and at the environment office of each territory for ES. The average duration of IDII was 20 to 25 minutes and those of FDG approximately 90 minutes. A pre-investigation was carried out in October 2017 in the territory of Kasangulu to test the applicability of the interview guide with field participants. Ten professionals took part in this pre-investigation. The data gathering was carried out from 1st November 2017 to 31st January 2018.

Participatory visual communication tools were mobilized to facilitate discussions and semi-quantify perceptions on key elements. Proportional piling was used in FGD to obtain semi-quantified expressions of the relative roles of each sector, their contributions and their expectations in OH activities. This technique consists of asking to the interviewee to distribute an amount of 100 counters into different categories to express visually an estimated proportion or relative importance. Venn diagram was adapted to illustrate relationship between the three sectors. The latter tool was applied in the last two territories surveyed, i.e. Maluku and Kenge, because of interviews in previous territories. In both territories, the tool was applied in three FGD (VS, PHS, ES). On these Venn diagrams, a circle's diameter corresponded to the relative contribution of a service in peasants' everyday life and the counters between the circles

and the arrow orientation expressed the semi-quantification of relative importance of joint activities that the departure sector carried out in collaboration with the arrival sector. The interviews were conducted in French, which is the official language in DRC.

5.3.3.2. Data collection

Through IDII, data on professionals' age and experience in the different sectors, their willingness to work under the supervision of a veterinarian, the number of health zones in the territory, the different service managers, their point of view to collaborate in joint activities, their reasons for this collaboration and their preferred method of collaboration. A specific question was asked of the Chief Medical Officer of Health Areas, namely to identify the main constraint for the organization of joint activities with VS. It was also at this level that professionals were asked to identify the benefits they expected from joint activities and the elements on which the assessment of OH aspects was based. The citation frequencies of different elements were rated and then expressed as percentages.

Through the FGD, professionals were asked to list animal and human diseases whose control and monitoring required the involvement of all three sectors. Professionals from each sector answered the question on the contribution of their respective sectors to the organization of joint activities as well as that of the other sectors. The professionals had quantified the joint activities organized by sector of activity in each territory. They then quantified them according to their nature (research, training, environmental sanitation) after which they quantified them in relation to the organizations that funded and initiated them. They quantified the relative importance of the contributions of the different sectors to the well-being of local populations. To estimate the relative importance of the joint activities carried out in each territory with the other two sectors, professionals from all three sectors were called upon to make proportional piling by distributing 10 counters between the other two sectors concerned.

To make the adapted Venn diagram, the results of two proportional pilings were put together. Firstly, the one on the importance of the contribution of each sector in the joint activities at the level of the different territories (average of all sectors), then the one on the importance of collaboration between each sector and the other two at the level of each territory (average of all sectors).

5.3.4. Data analysis

Interviews' narratives were fully transcribed for coding of qualitative data, under Microsoft Word. Socio-professional profile data were encoded on a Microsoft Excel spreadsheet. The principal researcher carried out the encoding of the data. The binary data were coded as 0 (no) and 1 (yes) and the other data

were coded alphabetically starting with the letter A. The statistical analysis of the data in this study was carried out using the software R version x64 3.3.0.

The analysis of narratives was done through three methods. Firstly, grounded theory was applied, identifying recurrent elements through a first reading, classifying them and finalizing occurrences identification and classification through a second and third reading. Secondly, a priori categories were used for classification, using the OH benefits as inventoried by Häslar et al. (2014). These benefits were as follows : Early detection of the threat and a quick and effective response (1); Improved effectiveness of disease control measures and biosecurity measures (2); Increased economic efficiency of health activities (3); Improvement of human or animal health or well-being (4); Superior quality or more information (data) and better knowledge or skills (5); Advantage for the ecosystem (6); Personal or social benefits (7) and Promoting new ideas and innovation through collaboration and exchange (8). Identified categories were used in MS Excel sheet for counting occurrences. The citation rates of each benefit were interpreted as reflecting the level of expectation of professionals regarding this benefit.

Thirdly, narratives were compared against categories from the evaluation protocol proposed by the Network for Evaluation of One Health (NEOH) (Paternoster et al., 2017; Rüegg et al., 2017). According to this protocol, the assessment of OH activities (joint activities) had to go through that of five OH aspects which were OH thinking, OH planning, OH working, OH sharing and OH learning. Table 3.1 presents different elements on which the assessment of different OH aspects was based. OH thinking aspect was assessed on the basis of three elements: professionals' willingness to pursue joint activities, professionals' willingness to participate in joint activities and their expectations about the benefits of joint activities. OH planning aspect was assessed on base of seven elements: professionals' knowledge on specific activities, professionals' knowledge on the existence of joint activities between ES and VS, professionals' knowledge on the existence of joint activities between VS and PHS, professionals' knowledge on the existence of joint activities between ES and PHS, professionals' knowledge on existence of joint activities initiated by academic and research institutions, professionals' knowledge on the existence of joint activities initiated by technical and financial partners and professionals' knowledge on the existence of initiated public services. OH working aspect was assessed on base of two elements; professionals' participation in joint activities and professionals' agreement to be managed by a veterinarian. OH sharing aspect was assessed on base of two elements; professionals' agreement to collaborate for development of others sectors and professionals' agreement for an Inter-sectoral exchange of materials. OH learning aspect was assessed on base of two elements; professionals' training followed in the framework of joint activities, professionals' personal training and that of other colleagues in the service (Hueston et al., 2013; Paternoster et al., 2017). The citation rates of each aspect

were interpreted as the degree of implementation of OH aspects in the sector or in the country. The rate of non-citation quantified the required effort for the successful implementation of these aspects.

The variation in scores between services and territories was tested using Chi-square test with a p-value significance threshold of 0.05. Age variation between sectors was tested by using Kruskal-Wallis test with a p-value significance threshold of 0.05.

Table 5.1. Elements used for assessing One Health aspects adapted from protocol of Network for Evaluation of One Health (Questions for Veterinary, Environmental and Public Health Professionals)

OH aspects	Assessment elements
Thinking	willingness to pursue joint activities willingness to participate in joint activities expectations about joint activities benefits
Planning	knowledge on specific activities knowledge on the existence of joint activities between ES and VS knowledge on the existence of joint activities between VS and PHS knowledge on the existence of joint activities between ES and PHS knowledge on the existence of joint activities initiated by academic and research institutions knowledge on the existence of joint activities initiated by technical and financial partners knowledge on the existence of initiated public services
Working	participation in joint activities agreement to be managed by a veterinarian
Sharing	agreement to collaborate for development of other sectors agreement for an inter-sectoral exchange of materials
Learning	training followed in the framework of joint activities personal training and that of other colleagues in the service.

5.4. Results

5.4.1. Characteristics of interviewed professionals

As presented in table 5.2, the average age of professionals of VS was 53.8 ± 14.0 years, those of ES 44.1 ± 10.3 years and those of PHS 47.2 ± 12.7 years. Their average experience was 23.3 ± 15.7 years in VS, 14.3 ± 12.6 years in ES and 15.9 ± 13.0 years in PHS. Hence, VS professionals were significantly older and had more years of service than those in other sectors. VS professionals were the most likely to have benefitted from OH-related training while those from ES were the least likely. VS and PHS professionals were more willing to collaborate than ES. VS professionals were more willing to work under the management of a veterinarian compared to those from PHS and ES. VS were managed by five officers who did not have a university education. PHZ were managed by 13 medical doctors. Each doctor had a university education of at least 6 years. Chief Medical Officers of PHZ complained about the absence or inactivity of veterinarians. They were ready for inter-sectoral collaboration around health issues but underlined the fact that veterinary doctors are not available.

Table 5.2. Profile of Veterinary (VS), Environmental (ES) and Public Health (PHS) professionals from DR Congo territories involved in this study, 2018

Parameter	VS	ES	PHS	Global sample
Age (mean \pm sd years)	n=30 53.81 ± 14.0	n=33 44.12 ± 10.3	n=37 44.03 ± 11.6	n=100 47.25 ± 12.7
Professional experience (mean \pm sd years)	n=30 23.32 ± 15.7	n=33 14.35 ± 12.6	n=37 11.49 ± 7.9	n=100 15.88 ± 13.0

n = number of respondents

5.4.2. Strengths and perception of the One health approach by Congolese professionals

All professionals identified lists of diseases calling for inter-sectoral activities in all five territories. The most cited diseases were cholera, yellow fever, typhoid fever, malaria, trypanosomiasis, and rabies. In all cases, the sector that initiated a joint activity was managing it. For example, environment cleansing activities within framework of malaria control in the five territories remain under PHS management. A rabies study in Kongo Central province initiated by veterinary researchers was managed by the territories VS. According to proportional piling results, three main types of organizations financed and initiated OH activities in this area: technical and financial partners (28% of mentioned initiatives), training and research institutions (26%) and public services (46%). Most of the professionals thought that the

development of all the public sectors were beneficial for the well-being of the community. Thus, 95% were ready to collaborate for the improvement of the quality of other sectors and 84% were ready to share their material resources with other services.

Proportional piling results indicate PHS as having organized 64%, ES 19% and VS 17% of the joint activities organized in their territories. These activities are categorized as environmental sanitation (22%), control of human and zoonotic diseases (33%), and research and training (45%). PHS was also indicated as contributing most of the services rendered to populations. This relative share was estimated at 79%, while the share of ES was 15% and that of VS was 6%.

5.4.3. Professionals' contributions to joint activities and expectations

PHS professionals believed that VS should ensure adequate control of zoonotic diseases in livestock of the region, and that ES professionals must better manage the environmental factors that are conducive to the development of vectors and human pathogens. The ES and VS believed that PHS was the best equipped and the only one to benefit from funding and must provide material as well as financial support for joint activities in their respective territories. The adapted Venn diagram (figure 3.2) showed the importance in terms of concrete action carried out in communities by the three services and the quantification of their collaboration. VS, ES and PHS professionals allotted the greatest relative importance to PHS. Relative importance of VS and ES are equivalent to 5 and 10%, respectively of that of PHS. PHS professionals estimated at 20% the participation of VS in joint activities, which they organized, and 80% from ES participation. VS professionals estimated at 60% PHS participation in joint activities that they organized and at 40% ES participation. ES professionals estimated at 60% PHS participation in joint activities that they organized and 40% VS participation.

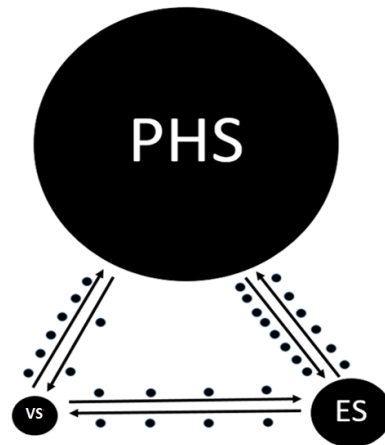


Figure 5.2: Relative importance quantification of contributions and inter-sectoral relations between Veterinary (VS), Environmental (ES) and Public Health (PHS) Services in DR Congo (Results of 6 FGDs)

Table 5.3 shows the benefits that professionals in these three sectors expect to obtain through joint activities and their respective scores. Without prior knowledge of globally espoused OH benefits as enumerated by Häsler et al. (2016). VS, ES and PHS professionals in this study area identified four out of eight of these benefits. Half of professionals (47%) expect personal or social benefits, 18% expect improved effectiveness of disease control measures and biosecurity measures, 15% expect an improvement of human or animal health and well-being and 3% to promoting new ideas and innovation through collaboration and exchange. The other four advantages were not identified by these professionals. These are early detection of the threat and a quick and effective response, increased economic efficiency of health activities, better or more information (data) and better knowledge or skills, and advantage for the ecosystem.

Table 5.4 presents OH scores for different dimensions as theorized under the NEOH framework, for the whole study area and by territory. The five OH dimensions obtained the following scores (citation rates of relevant elements, expressed as a percentage): OH thinking scored 90%, OH planning 38%, OH working 76%, OH sharing scored 76% and OH learning scored 32% and a global OH implementation degree estimated to 58%. At the level of the sectors, the implementation degree of OH activities varied between 52 and 65%. VS presented the highest score and the ES presented the lowest score. The scores obtained by the different OH dimensions varied between 23 and 98%. OH thinking obtained the highest score and OH learning the lowest score. Professionals have shown that there is a strong OH thinking and OH sharing, and poor OH learning, OH planning, and OH working. The OH score distribution in the three sectors is not significantly different. A strong OH thinking and a strong attitude towards OH sharing for inter-sectoral activities galvanizes professionals of the three sectors. For the all five dimensions, VS professionals expressed a greater interest than the PHS and ES professionals did.

Table 5.3. Assessment of the expectations of professionals in animal health, environmental and public health services in Kasangulu, Madimba, Muanda, Kenge and Maluku territories according to the benefits of One Health approach as identified by Häsler et al., 2014

OH Benefits	Score (0 - 100)
Personal or social benefits	47
Improved effectiveness of disease control measures and biosecurity measures	18
Improvement of human or animal health or well-being	15
Promoting new ideas and innovation through collaboration and exchange	3
Early detection of the threat and a quick and effective response	0
Increased economic efficiency of health activities	0
Superior quality or more information (data) and better knowledge or skills	0
Advantage for the ecosystem	0

Table 5.4. Assessment of Environmental services (ES), Public Health Services (PHS) and Veterinary Services (VS) professionals' perception on the organization of veterinary services following the One health (OH) approach according to the Network for Evaluation of One Health criteria (citation rates, as %)

Criterion	ES (n=30)	VS (n=33)	PHS (n=37)	Total (n=100)
OH thinking assessment				
Willingness to continue	76	87	100	88
Agree to participate	92	95	100	96
Benefits of OH activities	93	76	95	90
OH thinking score	87	86	98	91
OH planning assessment				
Knowledge of specific activities	39	70	59	55
Existence of joint activities between ES and VS	48	63	43	51
Existence of joint activities between VS and PHS	73	51	48	56
Existence of joint activities between ES and PHS	00	27	14	13
Existence of initiating academic and research institutions	00	33	13	50
Existence of Technical and financial partners initiating	18	70	25	20
Existence of public services initiating	21	28	57	39
OH planning score	28	49	37	41
OH working assessment				
Participation in OH activities	27	53	41	37
Management by a veterinarian	76	87	49	68
OH working Score	52	70	45	52
OH sharing assessment				
Collaboration for development	61	77	95	77
Inter-sectoral exchange of materials	77	70	76	74
OH Sharing score	70	73	85	76
OH learning assessment				
Training followed in the framework of the OH	15	50	35	33
Training of another member of the sector	30	47	17	42
OH learning score	23	48	26	37
Average score	52	65	58	59

5.5. Discussion

5.5.1. Difficulties of installation and operation of a national OH programs

Unlike PHS, VS in DRC lack staff and expertise, a finding also made by Niang and Denormandie (2007) and Diop et al. (2011). The PHZ chief medical officers often face challenges in identifying expertise for conception and execution of joint activities for health. Most of the health joint activities carried out by local VS were conceived and initiated by external institutions and qualified personnel was lacking for their management.

5.5.2. One health approach, an opportunity for animal health services in DR Congo

Rural territories covered by this study have all held joint activities between at least two sectors involved in the OH approach. VS, ES and PHS professionals were all conscious of the existence of zoonotic diseases and the importance of their for their control. An inter-sectoral collaboration around these diseases would present an opportunity to improve services in the three sectors by different exchanges. The main objective of inter-sectoral collaboration is the well-being of the human population; all professionals are involved in ensuring this wellbeing. PHS was the only service, which benefited from operating expenses and equipment from Government as well as other financial and technical partners. PHS organization was managed by significantly more personnel. In health areas, CBHWs reinforce PHS personnel. CBHWs are community members and volunteers, selected in communities and trained to carry out development community activities. They also ensure the connection between health centers and the community. VS and ES do not have sufficient operating expenses nor equipment. They are also characterized by personnel limitations, with only about ten members per administrative zone. These two services do not have support from community-based teams to ensure a connection between services and communities. Consequently, the impact of VS and ES on community level is virtually nihil.

In addition, DRC VS functioning and their modes of health information dissemination are not adapted to effectively fulfill its role in the entire country. To address these shortfalls, the VS would need to reform and progress towards the PHS model. The authors of this study think that in order to make the control of zoonotic diseases in the DRC effective and efficient, it is convenient for Government to place veterinary personnel of similar qualification levels and in the same localities as PHZ chief medical officers. With this restructuration, VS will be able to function better and would work in harmony with the PHS. In such a scenario, DRC VS would more effectively contribute to animal and zoonotic diseases' control and monitoring, in food security improvement and in rural population wellbeing. Within the same area, PHS has around a hundred times more personnel than that of VS. The PHS vaccination networks can be useful for animal and zoonotic diseases' epidemiologic monitoring. To support the role of OH approaches in disease monitoring, VS of DRC can select and train facilitators from PHS

vaccination network who will support animal vaccination services throughout the country. Public-Private partnerships (PPP) would be critical and would also contribute to the improvement of DRC VS. PPPs contribution would be in ensuring sustainable supply of veterinary drugs and animal health care.

The involvement of PHS social networks might help raising awareness among people about animal health and its impact on human wellbeing. It can improve animal health coverage and community ownership. Public sector veterinarians are too few and sometimes foreign to the community. They would face challenges in getting their messages across. Local communities are closer to and more readily accept human vaccination social networks.

5.5.3. Expectations of the professionals

The weak participation of the professionals of these three sectors in joint activities and the lack of training on these activities are likely causes of their lack of knowledge about the advantages of joint activities. They do not expect or perceive slight benefits of joint activities between the three sectors. Through their reflection and experience, professionals were able to identify a small number of advantages. OH benefits identified by Congolese professionals from the three sectors reflect the difficulties which they encounter on the ground. As such, they hope that inter-sectoral collaboration could help them circumvent these challenges through exchanges of information, material and human resources. Unidentified OH benefits and the weak scores obtained by the ones identified by VS, ES and PHS professionals show that training on OH approach is necessary to prepare these professionals for the realization of joint activities. As Babo Martins et collaborators (2017) pointed out, the added value associated with this approach to health in a country can probably generate unmeasurable benefits such as intellectual capital and social capital.

5.5.4. Conditions for the implementation of an animal health policy based on the OH approach

Among OH benefits expected, only one of eight advantages got a rather good score. Other advantages obtained weak scores. VS, ES and PHS professionals would more readily adopt a OH approach implementation that aims at providing them with personal or social benefits improvement. Following OH aspects as described by Ruëgg et al. (2017), all of professionals showed an excellent implementation of OH thinking, OH working and OH sharing. On other hand, the low scores obtained by OH planning and OH learning show that there is a need for training professionals on the OH approach. Such training could help them to understand the benefits, planning and management of joint activities.

Optimizing the chances of success of the implementation of animal health policy based on OH approach must be accompanied by rejuvenation of animal health services by recruitment of younger staff. This

should be in addition to recruitment of veterinarians with at least a university degree to the sector, allocation of material and financial resources and continuing education through meeting workshops. Contrary to the suggestion of Sikkema et Koopmans (2016) and Queenan et al. (2017), the DRC academic curriculum of medical and veterinary professionals does not include topics on multidisciplinary collaboration. OH activities can strengthen the technical expertise of stakeholders for research and policy formulation of zoonotic disease control in respect to the roles and skills of professionals in different sectors that are an essential component of collaboration (Mackenzie et al., 2017). At the same time, it should be noted that there is no single approach to inter-sectoral collaboration (Okello et al., 2014). The questioning around the implementation of the OH approach is no longer a matter of its relevance, but the emphasis is on when and how (Nguyen-Viet et al., 2016). In sub-Saharan Africa, including DRC, there are important networks involved in training, research and awareness of OH approach (Rweyemamu et al., 2013; Rwego et al., 2016) which can be leveraged to achieve this collaboration. The success of research and training activities in the context of the OH approach in rural areas depends on qualified veterinary researchers involvement, unlike other activities.

5.6. Conclusion

Currently in DRC, the OH approach is used for research in animal, human and zoonotic diseases and on control, response and monitoring of human and zoonotic diseases. In spite of its weaknesses and limited resources, VS should ensure implementation of animal and zoonotic diseases' control, response and monitoring. The budgetary constraints remain the principal obstacle for the application of the reforms that are required within the VS. Achieving synergies and economies of collaboration, the OH approach appears as a goal and a mean of capacity building in these services, improving the working conditions of their staff and protecting the livelihoods of rural poor communities. The participatory assessment of realities in the field helped guiding the policy of organizing these services according to an OH paradigm approved by global technical and financial partners. In this country, the professionals of the sectors concerned by the OH approach are prepared to evolve according to this new approach. The success of such an approach would involve the rejuvenation of veterinary services in rural areas and the assignment of qualified veterinary professionals capable of designing and co-managing OH activities with professionals from the public health services and those of the environmental services. If achieved, DRC veterinary services will be able to contribute effectively to the animal and zoonotic diseases' control, food security and rural population's wellbeing.

5.7. References

- Ahuja, V., 2004. The economic rationale of public and private sector roles in the provision of animal health services 23, 33–45.
- Allport, R., Mosha, R., Bahari, M., Swai, E., Catley, A., 2005. The use of community-based animal health workers to strengthen disease surveillance systems in Tanzania. (Plurithematic issue of the Scientific and Technical Review, 2005.). *Rev. Sci. Tech. Off. Int. des Epizoot.* 24, 921–932.
- Babo Martins, S., Rushton, J., Start, K.D.C., 2017. Economics of zoonoses surveillance in a ‘One Health’ context: an assessment of *Campylobacter* surveillance in Switzerland. *Epidemiol. Infect.* 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0950268816003320>
- Baum, S.E., Machalaba, C., Daszak, P., Salerno, R.H., Karesh, W.B., 2017. Evaluating one health : Are we demonstrating effectiveness ? *One Heal.* 3, 5–10. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.10.004>
- Cleaveland, S., Sharp, J., Allan, K.J., Buza, J., Crump, J.A., Davis, A., Vilas, V.J.D.R., Glanville, W.A. De, Kazwala, R.R., Kibona, T., Lankester, F.J., Lugelo, A., Mmbaga, B.T., Rubach, M.P., Swai, E.S., Waldman, L., Haydon, D.T., Hampson, K., Halliday, J.E.B., 2017. One Health contributions towards more effective and equitable approaches to health in low- and middle-income countries. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci. R. Soc.* <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0168>
- Diop, B., Ichou, S., Guidot, G., 2011. *Analyse des Ecartés PVS Rapport République Démocratique du Congo.* Paris.
- Galière, M., Peyre, M., Muñoz, F., Poupaud, M., Dehove, A., Roger, F., Dieuzy-Labayé, I., 2019. Typological analysis of public-private partnerships in the veterinary domain. *PLoS One* 14, e0224079. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224079>
- Häsler, B., Cornelsen, L., Bennani, H., Rushton, J., 2014. A review of the metrics for One Health benefits. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 33, 453–464.
- Herrero, M., Grace, D., Njuki, J., Johnson, N., Enahoro, D., Silvestri, S., Rufino, M.C., 2013. The roles of livestock in developing countries. *Animal* 7, 3–18. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001954>
- Hueston, W., Appert, J., Denny, T., King, L., Umber, J., Valeri, L., 2013. Assessing Global Adoption of One Health Approaches 228–233. <https://doi.org/10.1007/s10393-013-0851-5>

- Kotur, B.R., Anbazhagan, S., 2014. Influence of Age and Gender on the Performance. *IOSR J. Bus. Manag.* 16, 97–103.
- Lerner, H., 2017. A Comparison of Three Holistic Approaches to Health : One Health , EcoHealth , and Planetary Health. *Front. Vet. Sci.* 4, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00163>
- Nguyen-Viet, H., Chotinun, S., Schelling, E., Widyastuti, W., Khong, N.V., Kakkar, M., Beeche, A., Jing, F., Khamlome, B., Tum, S., W. Adisasmito, 2016. Reduction of antimicrobial use and resistance needs sectoral collaborations with a One Health approach: perspectives from Asia. *Int J Public Heal.* 62, 3–5. <https://doi.org/10.1007/s00038-016-0933-6>
- Niang, A., Denormandie, N., 2007. Rapport de mission de l'évaluation des Services Vétérinaires de la République Démocratique du Congo. Paris.
- Okello, A.L., Bardosh, K., Smith, J., Welburn, S.C., 2014. One Health : Past Successes and Future Challenges in Three African Contexts. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 8, 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002884>
- Pal, M., Gebrezabihier, W., Rahman, T., 2014. The roles of veterinary , medical and environmental professionals to achieve ONE HEALTH. *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 1, 148–155. <https://doi.org/10.5455/javar.2014.a27>
- Paternoster, G., Tomassone, L., Tamba, M., Chiari, M., Lavazza, A., Piazzzi, M., Favretto, A., Baduzzi, G., Pautasso, A., Vogler, B., 2017. The Initiative within the System. *Front. Public Heal.* 5, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00236>
- Pieracci, E.G., Hall, A.J., Gharpure, R., Haile, A., Walelign, E., Deressa, A., Bahiru, G., Kibebe, M., Walke, H., Belay, E., 2016. Prioritizing zoonotic diseases in Ethiopia using a one health approach. *One Heal.* 2, 131–135. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.09.001>
- Queenan, K., Garnier, J., Nielsen, L.R., Buttigieg, S., Meneghi, D. De, Holmberg, M., Zinsstag, J., Rüegg, S., Häsler, B., Kock, R., 2017. Roadmap to a One Health Agenda 2030. *CAB Rev.* 12. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201712014>
- Rüegg, S.R., McMahon, B.J., Häsler, B., Esposito, R., 2017. A Blueprint to Evaluate One Health. *Front. Public Heal.* 5, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00020>
- Rwego, I.B., Babalobi, O.O., Musotsi, P., Tiambo, C.K., Kabasa, J.D., Naigaga, I., Kalema-zikusoka,

- G., Pelican, K., Tiambo, C.K., Kabasa, J.D., Naigaga, I., Kalema-, G., 2016. One Health capacity building in sub-Saharan Africa. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 6. <https://doi.org/10.3402/iee.v6.34032>
- Rweyemamu, M.M., Mmbuji, P., Karimuribo, E., Paweska, J., Kambarage, D., Neves, L., Kayembe, J., Mweene, A., Matee, M., 2013. The Southern African Centre for Infectious Disease Surveillance : A One Health Consortium. *Emerg Heal. Threat. J* 6, 1–8. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3402/ehth.v6i0.19958>
- Schelling, E., Wyss, K., Bechir, M., Moto, D.D., Zinsstag, J., 2005. Synergy between public health and veterinary services to deliver human and animal health interventions in rural low income settings. *BMJ* 331, 1264–1267.
- Schneider, H., 2011. Good governance of national Veterinary Services. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 30, 325–338.
- Sen, A., Chander, M., 2003. Privatization of Veterinary Services in Developing Countries : A Review. *Trop. Anim. Health Prod.* 35, 223–236.
- Sikkema, R., Koopmans, M., 2016. One Health training and research activities in Western Europe. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 1, 1–9.

Etude 4.

Essai d'organisation de campagnes de vaccination des poules villageoises contre la maladie de Newcastle en rapprochement avec les réseaux de vaccination de santé humaine

Article en cours de rédaction

Préambule

Les professionnels des services vétérinaires, ceux des services de l'environnement et ceux des services de santé publique ont exprimé leur volonté de collaborer pour atteindre le bien-être des populations locales en RDC. Dans ce pays, les services de santé publique sont les seuls services publics à disposer des ressources adéquates mobilisables pour la réalisation des activités de santé, en particulier la vaccination sur toute l'étendue du pays. Cette étude a visé à prouver que l'organisation des services pérennes de vaccination animale dans ce pays pourrait s'appuyer sur l'approche *One Health*. Ainsi, des réseaux expérimentaux de vaccination des poules villageoises contre la maladie de Newcastle ont été organisés en synergie avec des réseaux de vaccination des services de santé publique. Deux catégories de ces réseaux étaient mises en place. La première catégorie était celle des réseaux de vaccination animés par des relais communautaires ou agents de santé communautaire des services de santé publique et la deuxième catégorie était celle des réseaux animés par des vétérinaires publics. Les résultats comparés des évaluations de ces deux catégories de réseaux se présenteraient comme des arguments en faveur ou non de l'application de l'approche *One Health* pour la durabilité des services de vaccination animale en RDC.

6.1. Résumé

La maladie de Newcastle demeure la principale pathologie responsable des pertes dans l'aviculture villageoise et menacerait ainsi des moyens de subsistance de la majorité des ménages ruraux pauvres des pays en développement. Le contrôle de cette maladie dans ce milieu se présente donc comme une priorité. Dans l'aviculture villageoise, ce contrôle serait possible par la vaccination utilisant le vaccin I-2 ND thermostable. En République Démocratique du Congo (RDC), des contraintes et défis auxquels font face l'organisation de la vaccination animale seraient liés au manque d'infrastructures et de ressources adéquates. Des stratégies devaient être développées afin de réaliser cette vaccination malgré les faiblesses de services vétérinaires congolais. Cette étude présente l'approche *One Health* comme une opportunité pour le développement des services de vaccination animale durable dans le pays. Une bonne application de cette approche permettrait aux organisateurs d'améliorer l'efficacité et l'efficience de leur service par la mise en synergie des moyens et compétences.

Pour expérimenter cette hypothèse, 50 réseaux de vaccination payante des poules villageoises en rapprochement avec les réseaux de vaccination de santé publique ont été mises en place dans 10 zones de santé publique de 5 territoires de 4 provinces de la RDC. La mobilisation des outils d'épidémiologie participative a permis d'évaluer les 30 réseaux de vaccination qui étaient opérationnels. La collecte des données de cette évaluation a été réalisée à travers 288 entretiens individuels semi-structurés des éleveurs et 12 groupes de discussion focalisée des acteurs impliqués (4 pour chaque catégorie : vétérinaires publics, relais communautaires (RECO) formés et éleveurs). Des calculs ont permis d'estimer les moyennes de couverture vaccinale et du rayon d'activités des RECO et des vétérinaires. L'évaluation finale a consisté en une évaluation séparée des réseaux animés par les vétérinaires et de ceux animés par les RECO. Les résultats de ces deux évaluations ont ensuite été comparés. Cette évaluation a été réalisée sur base de la grille d'évaluation proposée à la première étude (composée de 9 critères et 16 questions relatives).

La couverture vaccinale moyenne réalisée par les RECO était de $49,9 \pm 27,2\%$ et celle réalisée par les vétérinaires était de $54,8 \pm 23,9\%$. Le rayon moyen d'activité des RECO était de $43,47 \pm 30,45$ km et celui réalisé par des vétérinaires publics était de $6,6 \pm 4,0$ km. Il y avait une différence très significative entre le rayon d'activités des relais communautaires et celui réalisé par des vétérinaires. D'une manière générale, les réseaux de vaccination animés par des RECO avaient obtenu un score moyen de $84 \pm 3\%$ et ceux animés par les vétérinaires avaient obtenu un score moyen de $76 \pm 8\%$. Il y avait une différence significative entre les scores obtenus par les réseaux de vaccination animés par les RECO et les ceux animés par les vétérinaires publics. En conclusion, les RECO ont été performants dans la vaccination payante des poules villageoises. Leur implication dans cette activité a démontré que l'approche *One*

Health permettrait d'organiser des campagnes de vaccination animale dans les zones reculées de la RDC où les services vétérinaires sont absents.

6.2. Introduction

La poule villageoise est caractérisée par un cycle court de reproduction et pourrait être mieux exploitée pour augmenter la production des protéines animales en milieu rural de la République Démocratique du Congo (RDC) et accroître les revenus des producteurs pauvres (Mack et al., 2013). A cet effet, des stratégies doivent être développées pour optimiser sa productivité (Mengesha, 2012; Olaniyan, 2018) mais aussi sécuriser sa santé. L'amélioration du patrimoine génétique de la poule villageoise, des conditions zootechniques et des conditions sanitaires de son élevage serait ainsi des contributions importantes aux moyens d'existence des paysans congolais (Moula et al., 2012; Melesse, 2014; Padhi, 2016). La maladie de Newcastle demeure la principale pathologie responsable des pertes dans l'aviculture villageoise et elle menacerait ainsi des moyens des substances de la majorité des ménages ruraux pauvres des pays en développement (Olaniyan, 2018 ; Terfa et al., 2018; Annapragada et al., 2019 ; Lindahl et al., 2019). Pourtant, il existe des vaccins capables de prévenir et contrôler cette maladie (Rauw et al., 2009; Spickler, 2016). Par manque des ressources requises, les SV des pays en développement ne peuvent pas faire parvenir ces vaccins jusqu'aux petits éleveurs (De Bruyn et al., 2017). La recherche des stratégies capables d'apporter la vaccination jusqu'aux éleveurs les plus reculés apparaît comme une nécessité (Knueppel et al., 2010; Donadeu et al., 2019). L'utilisation de la vaccination des poules villageoises contre la ND, avec le vaccin I-2 thermostable, disponible localement et adapté aux conditions des milieux ruraux des pays en voie de développement, associé avec une bonne gestion des poussins permettraient aux petits éleveurs des poules d'améliorer la productivité de leurs troupeaux. Avec l'augmentation des nombres de œufs et des poules consommés ou celui des poules vendues (Henning et al., 2009; Harrison and Alders, 2010).

Dans les pays en développement l'organisation de la vaccination de la poule villageoise est complexe et sa mise en place doit faire face à des contraintes importantes, liées au manque d'infrastructures et des ressources adéquates (Alders et al., 2007; Thevasagayam et al., 2017). L'utilisation des auxiliaires vétérinaires serait bénéfique dans la vaccination animale car elle permettrait aux programmes de vaccination animale d'atteindre des zones rurales les plus reculées, d'améliorer la couverture vaccinale et le taux d'adoption de vaccination par des éleveurs (Schreuder and Ward, 2004; Thevasagayam et al., 2017; Acosta et al., 2019). La politique de l'utilisation des auxiliaires vétérinaires n'est pas développée en RDC et sa mise en place seraient plus coûteuse que de recourir aux relais communautaires déjà organisés et stables dans leurs communautés (Faye, 2012). Les résultats de la troisième étude de cette thèse ont montré que les professionnels des services vétérinaires (SV), ceux des services de

l'environnement (SE) et ceux des services de la santé publique (SSP) en RDC étaient prêts à collaborer et échanger leurs ressources respectives. A cet effet, ils pourraient minimiser les coûts des activités de santé comme recommandé par des organismes internationaux d'aide aux développements (FAO/OIE/WHO, 2010). L'approche *One Health* se présente donc dans cette optique comme une opportunité pour le développement des services de vaccination animale durable dans le pays. L'approche *One Health* est donc envisagée ici comme voie pour l'optimisation des activités de santé humaine, animale et environnementale par leur mise en synergie (Schelling et al., 2005, 2007; Kansiime et al., 2015; Lavan et al., 2017; Sleeman et al., 2017).

La présente étude vise à tester une telle synergie pour pallier les faiblesses des campagnes de vaccination des poules villageoises contre la ND organisées dans la province du Kongo central. Elle évalue ainsi des réseaux expérimentaux de vaccination payante de poules villageoises contre la ND, organisés en synergie avec les réseaux de vaccination des services de la santé publique.

6.3. Milieu, matériel et méthode

6.3.1. Milieu d'étude

Cette étude a eu lieu dans trois territoires de trois provinces de la RDC. Il s'agissait du territoire de Kasangulu dans la province du Kongo central, du territoire (commune) de Maluku dans la Province de Kinshasa et du territoire de Kenge dans la province du Kwango. Afin d'harmoniser la méthodologie de l'étude à la réalité du terrain, au niveau de chaque territoire deux zones de santé publique (ZS) ont été sélectionnées pour servir de niveau opérationnel des activités de la vaccination payante des poules d'élevage villageois. Dans le territoire de Kasangulu, ses deux ZS ont servi de sites d'études : Masa et Sonabata. Dans le territoire de Maluku, ses deux ZS ont servi de sites pour l'étude : Maluku I et Maluku II. Et enfin, dans le territoire de Kenge, deux de ses trois ZS ont servi de sites pour cette étude (ZS de Kenge, ZS de Boko). Les critères de sélection de ces sites étaient l'accessibilité et la diversité culturelle des différentes zones de santé. Les populations de ces territoires ne partageaient pas les mêmes dialectes ni les mêmes coutumes ou croyances. Le choix des vaccinateurs était basé sur la disponibilité de l'individu, l'accessibilité de sa zone d'activité supposée et de l'appréciation de responsables de leur service. La figure 6.1 présente la zone d'étude.

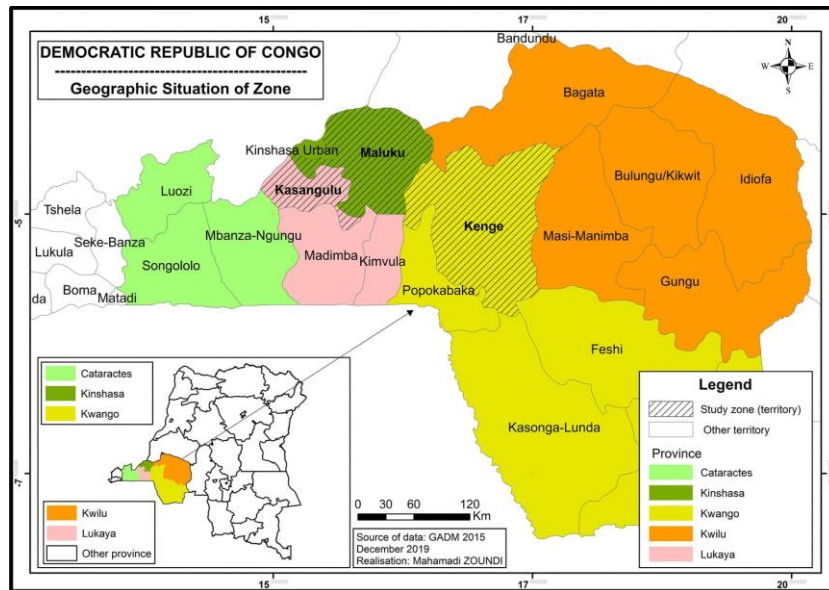


Figure 6.1. Localisation de la zone d'étude

6.3.2. Matériel d'étude

Pour réaliser cette étude, l'organisation de 12 groupes de discussions focalisées (GDF) et 288 entretiens individuels semi-structurés (EISS) des éleveurs de poules villageoises ont été réalisés dans les six zones de santé de trois territoires sélectionnés. Ces entretiens étaient basées sur deux guides d'entretien repris ci-dessous, le premier était destiné aux éleveurs (encadré 1) et le deuxième était destiné aux vaccinateurs (encadré 2).

Encadré 1. Guide d'entretien destiné aux éleveurs

1. Rôle socio-économique de l'élevage des poules villageoises dans le ménage
2. Apparition des épizooties de la maladie assimilable à la ND
3. Mortalités volailles (assimilable à la ND) et réactions
4. Expérience des campagnes de vaccination contre la maladie de Newcastle :
abord et résultats
5. Relation avec les vaccinateurs et les autres élevages
6. Comparaison des abords et des prestations des vétérinaires et des RECO
7. Décision de l'éleveur : pour et contre, motivations

Encadré 2. Guide d'entretien destiné aux professionnels

1. Description de son métier, interactions avec autres acteurs
2. Apparition des épizooties en général et réactions des acteurs concernés
3. Mortalités volailles (assimilable à la ND) et réactions des acteurs concernés
4. Expérience des campagnes de vaccination contre la maladie de Newcastle récemment organisé: abord, rôle, résultats, difficultés ; % éleveurs ?
5. Apport de collaboration entre les Services vétérinaires et les réseaux sociaux de Santé publique
6. Décision du professionnel (ses motivations à participer)
7. Propositions des mesures d'amélioration du programme

Durant les GDF, quelques outils visuels d'épidémiologie participative ont été utilisés. Le classement simple, l'empilement proportionnel et un diagramme de Venn adapté sont des outils qui ont été mobilisés pour cette étude.

Les cahiers de vaccinateur ont été utilisés pour le prélèvement des statistiques réalisées par chaque vaccinateur. Sur les cahiers, chaque vaccinateur mentionnait les noms et adresses des éleveurs qu'il avait recensés et de ceux qui ont fait vacciner leurs poules. Un bloc note a été utilisé pour la prise des notes des narrations des participants aux différentes interviews (EISS et GDF). Le logiciel Microsoft Excel 2010 a été utilisé pour la réalisation de la base des données issues des entretiens individuels. Le logiciel statistique R version R x64.3.3.0 a servi pour l'analyse statistique des données. Le test de chi-carré a été utilisé pour comparer les scores obtenus les réseaux animés par les RECO et ceux obtenus par les réseaux animés par les vétérinaires. La dépendance entre variable était décidée sur base de la p-valeur seuil de 0,05.

6.3.3. Déroulement de l'étude

6.3.3.1. Structure générale de l'étude

Cette étude s'est déroulée en deux phases successives, la première a consisté à la mise en place des réseaux de vaccination payante des poules villageoises contre la ND en synergie avec les réseaux de vaccination des services de santé publique dans les territoires. Cette phase a comporté elle-même deux étapes : la formation des vaccinateurs, qui a eu lieu du 1 août au 31 décembre 2018, et la vaccination des poules villageoises par des vaccinateurs formés aux mois de février, juin et octobre 2019. La deuxième phase a consisté en l'évaluation participative des campagnes de vaccination des poules villageoises organisées en synergies avec les réseaux de la vaccination des services de santé publique des différents territoires. Cette évaluation a été organisée dans les ZS de territoires de Kasangulu, Maluku et Kenge. Dans les zones de santé de Bulungu et Songololo, les campagnes n'ont pas eu lieu

suite des incidences élevées des cas des maladies chez les poules villageoises durant la période de l'étude. Cette évaluation a eu lieu du 01 octobre au 12 novembre 2019.

6.3.3.2. Création de réseaux de vaccination et équipement de vaccinateurs

Pour assurer un bon fonctionnement des réseaux de vaccination et délimiter des zones d'activité dans les territoires entre les services vétérinaires (SV) et services de santé publique (SSP), l'approche était de se conformer au fonctionnement des SSP. Dans le territoire, les SSP sont subdivisés en deux ou plusieurs ZS et ces ZS sont subdivisés en plusieurs aires de santé publique. Par contre, il y avait un seul service vétérinaire dans le territoire. Ainsi, dans la ZS où était localisé les SV des territoires, les vétérinaires de territoires ont été retenus et formés comme vaccinateurs. Dans les ZS éloignées des bureaux territoriaux, les relais communautaires (RECO) ont été retenus et formés comme vaccinateurs. Les RECO sont des para professionnels volontaires employés par les SSP pour renforcer leurs ressources humaines et rapprocher les SSP à la population. Ils constituent l'essentiel des réseaux sociaux de vaccination de masse dans les ZS. Le tableau 4.1 présente quelques caractéristiques des territoires et ZS retenus pour cette étude. Dans chaque ZS, cinq réseaux de vaccination des poules villageoises contre la ND étaient mis en place. Chaque réseau de vaccination des poules était animé par un vétérinaire public ou un RECO.

Chaque vaccinateur était équipé d'un kit de vaccination constitué d'un gilet jaune, d'un cahier de vaccinateur, d'un mégaphone, d'une glacière, de deux accumulateurs de froid, d'un compte-goutte, d'un flacon de diluant et d'un flacon de 200 doses de vaccin I-2 thermostable lyophilisé. Le vaccin I-2 ND thermostable lyophilisé administrable après dilution par voie oculaire est la forme disponible produit localement. Sur le dos des gilets était inscrit la mention « vaccination des poules ». Le cahier du vaccinateur comprenait deux parties dont la première reprenait quelques notions sur la ND et la vaccination des poules par le vaccin I-2 thermostable et la deuxième partie reprenait des tableaux sur lesquels le vaccinateur devait noter les statistiques de ses activités de vaccination commençant par l'identité de l'éleveur, le nombre des poules recensées, le nombre des poules vaccinées et la phase de la vaccination de la campagne. Ce cahier avait servi comme outil de formation des vaccinateurs et comme outil d'évaluation des campagnes de vaccination des poules villageoises. Le vaccin I-2 utilisé durant cette étude était fabriqué par le Laboratoire Vétérinaire de Kinshasa. Chaque vaccinateur (animateur du réseau) devait identifier et sensibiliser les éleveurs de sa zone d'action. Les RECO avaient travaillé dans les aires de santé où il preste dans les cadres de leurs activités de santé publique et les vétérinaires devaient travailler dans des endroits non loin de leurs habitations afin d'éviter des contraintes liées au moyen de déplacement. Afin d'éviter de déranger les horaires d'activités des éleveurs, chaque éleveur était informé à l'avance du passage du vaccinateur. C'est après un compromis que les vaccinateurs passaient pour la vaccination des poules.

Tableau 6.1: Quelques caractéristiques des territoires et zones de santé retenus pour l'étude

Caractéristiques des territoires ciblés			Caractéristiques des quelques zones de santé des territoires ciblés				
Territoire	Nombre des vétérinaires	Nombre de zones de santé	Zone de santé	Superficie ZS (km ²)	Nombre de aires de santé	Nombre des RECO (actifs)	Nombre de ménages
Maluku	40	2	Maluku I	5.930	15	694 (497)	43.279
			Maluku II	5.200	12	296 (67)	16.544
Kasangulu	7	2	Masa	2.700	14	350 (210)	18.862
			Sonabata	2.345	11	353 (110)	24.213
Kenge	30	3	Kenge	5.558	28	850 (615)	48.871
			Boko	5.900	22	370 (210)	39.741

6.3.3.3. Déroulement de l'évaluation des campagnes de vaccination des poules locales en synergie avec les réseaux sociaux de vaccination de santé publique

Pour l'organisation des GDF, dans les services vétérinaires, le vétérinaire chef de cellule vétérinaire servait de point focal et dans les Bureaux Centraux des ZS, les animateurs communautaires servaient de points focaux. En collaboration avec les point focaux, le chercheur fixait les dates et heures de tenue des différents GDF et les points focaux lançaient des invitations. Il revenait à chaque vaccinateur de choisir dans sa zone d'actions deux éleveurs relativement cultivés dont un qui avait participé à la vaccination et un deuxième qui n'avait pas participé. Les GDF s'étaient déroulés dans les BCZS des ZS de Sonabata et Maluku II. Ceux des ZS de Kenge, Masa et Maluku I s'étaient déroulés dans les locaux des services d'agriculture, pêche et élevage des territoires. Et ceux de la ZS de Boko s'étaient déroulés dans les locaux des services d'agriculture, pêche et élevage du secteur de Bukanga-Lonzo (une subdivision de l'inspection de l'Agriculture, pêche et élevage du territoire de Kenge), au vu de la facilité de son accessibilité pour tous les participants aux GDF dans cette ZS. Pour la collecte des données des entretiens individuels, la taille de l'échantillon retenu représentait 10% de l'ensemble de tous les éleveurs qui avaient participé à la campagne de vaccination des poules villageoises organisées dans le cadre de cette étude. Toutes les questions posées aux participants étaient relatives aux guides d'entretiens respectifs.

6.3.3.4. Définition de cas

Afin d'éviter un quiproquo entre l'enquêteur et les enquêtés, une définition de cas de la maladie assimilable à la ND a été présentée aux éleveurs, selon laquelle la maladie observée sous forme épidémique lors de changement des saisons caractérisées par des troubles respiratoires, locomotrices et une diarrhée verdâtre et qui pouvait entraîner la mortalité allant jusqu'à 100%. Les éleveurs l'ont nommée en leurs dialectes respectifs.

6.3.4. Analyse des données

6.3.4.1. Codage des données

Les données collectées à travers les EISS des éleveurs étaient divisées en deux séries. D'abord une série des données quantitatives et ensuite une série des données qualitatives. Les données qualitatives étaient ensuite codées suivant leur nature. Des données binaires dont l'information se présentaient suivant deux modalités, étaient codés par 0 et 1 (0 pour non et 1 pour oui). Pour des données dont l'information se présentaient suivant plusieurs modalités, les éléments étaient codés suivant des lettres alphabétiques en commençant par la lettre A.

6.3.4.2. Evaluation des réseaux de vaccination

L'évaluation des services de vaccination a été réalisée sur base de l'outil présenté par Lwapa et collaborateurs (2019). Cet outil était constitué de la couverture vaccinale et de 9 critères établis sur base de la littérature appropriée sur l'acceptabilité des services de vaccination animale et 16 questions. Chaque critère était exprimé en pourcentage et le score final exprimait le pourcentage moyen de tous les critères. Les pourcentages obtenus par les critères provenaient soit des résultats des empilements proportionnels ou étaient déduits des fréquences de citation. Le concept d'efficacité du vaccin évoqué dans le cadre de l'évaluation participative ne se réfère pas à l'efficacité biologique du vaccin. Il fait allusion à la perception de l'efficacité par les éleveurs. Pour les éleveurs, cette efficacité est mesurée par le nombre d'animaux protégés contre la maladie clinique et la mortalité pendant la période de déclenchement d'une épizootie assimilable à la ND dans la zone concernée. L'évaluation des services de vaccination des poules villageoises a tenu compte du statut des vaccinateurs. Cette évaluation a été réalisée en deux étapes. D'abord l'évaluation des services animés par des relais communautaires puis celle des services de vaccination animés par les vétérinaires publics. Enfin, une comparaison des résultats de deux évaluations a été réalisée afin d'appréhender la plus-value de l'implication des relais communautaires dans la vaccination des poules villageoises contre la ND en RD Congo. Le tableau 6.2 présente la grille d'évaluation des services de vaccination animale proposée par Lwapa et collaborateurs 2019.

Tableau 6.2. Critères d'acceptabilité des services de vaccination animale (Lwapa et al., 2019)

Critères	Source de la donnée	Question(s)correspondante(s)	Modalité de réponse
Intérêt général des éleveurs pour la vaccination contre la ND	Eleveurs	Pensez-vous que ces campagnes de vaccination contre la ND soient importantes pour vous?	Oui/Non
Abordabilité du prix	Eleveurs	Avez-vous été de payer 100 FC par poule pour la vaccination de vos poules ?	Oui/Non
Efficacité du vaccin	Eleveurs	A l'aide de ces jetons pouvez-vous estimer la proportion de mortalité due à la ND que ces vaccinations ont évité à vos poules ?	Empilement proportionnel
Accessibilité des éleveurs à l'information	Eleveurs	Pensez-vous avoir été correctement informé au sujet de l'organisation de ces campagnes de vaccination?	Oui/Non
Appréciation du vaccin	Vaccinateurs	Quelle est la proportion d'éleveurs qui était convaincue de l'efficacité du vaccin ?	Empilement proportionnel
	Vaccinateurs	Quelle est la proportion des vaccinateurs qui était satisfaite de la voie d'administration du vaccin ?	Empilement proportionnel
	Vaccinateurs	Quelle est la proportion des vaccinateurs qui était satisfaite du conditionnement du vaccin ?	Empilement proportionnel
Motivation des vaccinateurs	Vaccinateurs	Quelle est la proportion de vaccinateurs qui pensent avoir trouvé une motivation financière par cette activité ?	Empilement proportionnel
	Vaccinateurs	Quelle est la proportion de vaccinateurs qui pensent avoir trouvé une motivation matériel (non-financière) par cette activité ?	Empilement proportionnel
	Vaccinateurs	Quelle est la proportion de vaccinateurs qui pensent avoir trouvé une motivation sociale par cette activité ?	Empilement proportionnel
Disponibilité du vaccin	Vaccinateurs	Avez-vous reçu des doses de vaccin au moment opportun ?	Oui/Non
Adéquation de la logistique	Vaccinateurs	Avez-vous pu réaliser la vaccination avec les kits reçus de programme ?	Oui/Non
	Vaccinateurs	Avez-vous pu accéder à une chambre froide dans votre zone d'action ?	Oui/Non
Adéquation de la période de vaccination	Vaccinateurs	Quelle est la proportion des vaccinateurs qui devait se déplacer pour ce programme de vaccination ?	Empilement proportionnel
	Eleveurs	Cette vaccination ne vous a pas contraint de modifier votre horaire de la journée ?	Oui/Non
	Vaccinateurs	Quelle est la proportion des vaccinations réalisées en dehors des périodes de mortalités de poules ?	Empilement proportionnel

6.4. Résultats

6.4.1. Caractéristiques des réseaux de vaccination des poules dans les différentes zones de santé

Le tableau 6.3 montre que dans les ZS où les RECO avaient travaillé, ils avaient recensé 746 élevages à Maluku II, 501 à Boko et 268 à Sonabata. Ils avaient vacciné dans 301 élevages à Maluku II, dans 249 élevages à Boko et dans 97 élevages à Sonabata. Ce qui revenait à dire que les RECO avaient créé des réseaux de vaccination de $101,0 \pm 74,6$ éleveurs en moyenne. Dans les ZS où les vétérinaires avaient travaillé, ils avaient recensé 759 élevages dans la ZS de Masa, 439 élevages dans la ZS de Maluku I et 162 élevages dans la ZS de Kenge. Ils avaient vacciné dans 339 élevages à Masa, dans 262 à Maluku I et dans 89 à Kenge. Ils avaient réalisé des réseaux de vaccination de $97,1 \pm 86,4$ éleveurs en moyenne. Dans toutes les zones de santé, les vaccinateurs ont réalisé des réseaux de vaccination de 99 éleveurs en moyenne et une couverture vaccinale de 49%.

Tableau 6.3. Caractéristiques des réseaux de vaccination des poules villageoises organisés dans le cadre de vaccination en synergie avec les relais communautaires (Résultats des cahiers de vaccinateurs et GDF)

Zone de santé	Nom du Réseau de vaccination	Statut du vaccinateur	Nombre des troupeaux recensés	Nombre des troupeaux vaccinés
Maluku II	Mongata	Relais communautaire	87	63
	Dumi	Relais communautaire	102	37
	Yosso	Relais communautaire	262	46
	Mampu	Relais communautaire	223	107
	Mbankana	Relais communautaire	72	48
Maluku I	Zone 5	Vétérinaire public	27	17
	Mokako	Vétérinaire public	121	44
	Mokako	Vétérinaire public	84	74
	Inkene	Vétérinaire public	165	96
	Mangengenge	Vétérinaire public	42	31
Kenge	Axe St Pierre	Vétérinaire public	56	53
	Kikwit	Vétérinaire public	49	10
	Kenge	Vétérinaire public	24	16
	Manonga	Vétérinaire public	33	10
	Pont wamba	Vétérinaire public	-	-
Bukanga-Lonzo	Kabuba	Relais communautaire	78	52
	Ndjili	Relais communautaire	43	33
	Mutombo	Relais communautaire	207	49
	Bukanga Lonzo	Relais communautaire	127	84
	Lonzo mission	Relais communautaire	46	31
Masa	Mvula Nene	Vétérinaire public	136	79
	Manoka	Vétérinaire public	345	200
	Mampuya	Vétérinaire public	154	98
	Luzamba	Vétérinaire public	40	5
	Ngambi	Vétérinaire public	84	36
Sonabata	Sonabata	Relais communautaire	98	30
	Luila	Relais communautaire	10	0
	Ngomina	Relais communautaire	83	20
	Kinzambi	Relais communautaire	19	19
	Tampa	Relais communautaire	58	28

6.4.2. Couverture vaccinale réalisées et rayons d'activités des vaccinateurs

La figure 6.2 montre que la moyenne de couverture vaccinale réalisée par les relais communautaires était de $49,9 \pm 27,2\%$ (médian 48,3, minimum 0% et maximum de 100%) et celle réalisée par des vétérinaires publics était de $54,8 \pm 23,9\%$ (médiane 58,1%, minimum 12,50% et maximum 94,6%). La figure 6.3 montre que le rayon moyen d'activités des RECO était de $43,5 \pm 30,5$ km (médian 38,0 km, minimum 5 km et maximum de 100 km) et celui réalisé par des vétérinaires publics était de $6,6 \pm 4,0$ km (médiane 5 km minimum 3 km et maximum 16 km). Il y avait une différence très significative entre le rayon d'activités des RECO et celui réalisé par des vétérinaires.

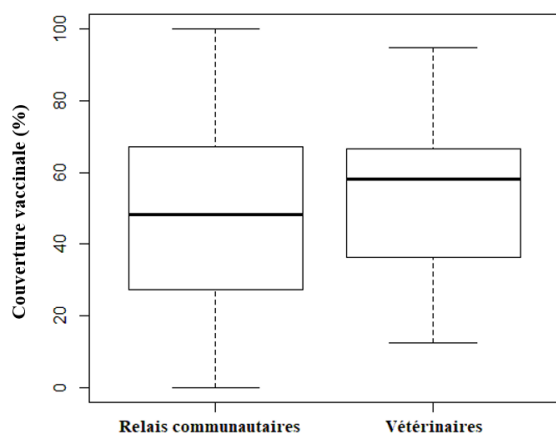


Figure 6.2. Comparaison des couvertures vaccinales réalisées par relais communautaires et celles réalisées par les vétérinaires, 2019 (Résultats d'entretiens individuels)

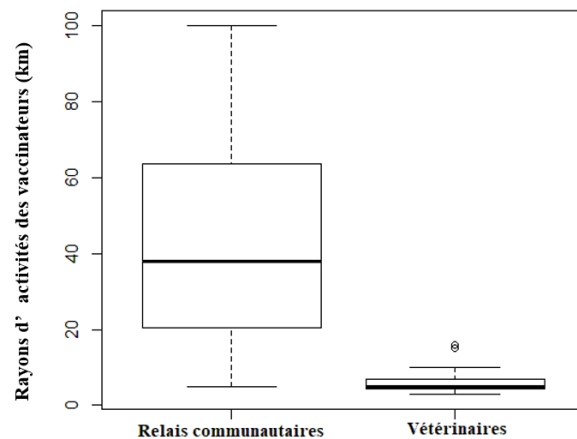


Figure 6.3. Comparaison entre les rayons d'action réalisés par relais communautaires et ceux réalisés par les vétérinaires, 2019 (Résultats d'entretiens individuels)

6.4.3. Impact des campagnes de vaccination des poules villageoises dans les services vétérinaires et dans les élevages

Avant l'introduction des activités de vaccination payante des poules villageoises, la vaccination animale occupait 20% des activités de soins de santé animale des services vétérinaires de la commune de Maluku. Après cette introduction, elle avait occupé 78% de ces activités. Les équipes de vaccinateurs avaient pu atteindre 81,9% d'éleveurs concernés par cette enquête.

6.4.4. Difficultés rencontrées par des vaccinateurs

Les RECO et vétérinaires ont énuméré les mêmes difficultés rencontrées dans leur mission. Il y avait des grandes distances à parcourir à pied, l'ignorance des éleveurs, l'exigence de la gratuité par des éleveurs (comparaison faite avec la vaccination des enfants), le non-respect de rendez-vous par des éleveurs, le manque des poulaillers des éleveurs, le manque de moyen financier et surtout la dépendance

aux chaînes de froid. Cette dernière difficulté pourrait constituer le plus grand obstacle aux programmes de vaccination animale.

D'une manière générale, la chaîne de froid a posé un sérieux problème à ce programme de vaccination payante des poules. Au niveau des grands centres, dans des zones de santé situées aux chefs-lieux des territoires pourvus d'énergie électrique, les vaccinateurs qui étaient tous des vétérinaires avaient sollicité des réfrigérateurs et des congélateurs des particuliers. C'étaient le cas de la ZS de Maluku I (commune de Maluku) et la ZS de Masa (territoire de Kasangulu). Dans les ZS où il n'y avait pas d'électricité les vaccinateurs étaient dans l'obligation de solliciter les chaînes de froid des Bureaux centraux de zones de santé publique (BCZS) et des centres de santé de référence (CSR) de leurs aires de santé respectives. Cette situation concernait les ZS de Kenge et ZS de Boko (Territoire de Kenge) et la ZS de Sonabata (territoire de Kasangulu). Les BCZS étaient équipés des réfrigérateurs et congélateurs alimentés par de l'énergie solaire ou par du pétrole dans le cadre du Programme Elargi de Vaccination (PEV). Les centres de santé étaient soumis à des strictes restrictions. Ils ne pouvaient y mettre aucun autre produit en dehors des vaccins fournis par le PEV. Selon les gestionnaires de ces chaînes de froid, ces restrictions les préservaient de toute confusion entre les produits prohibés et les vaccins, la surcharge du réfrigérateur et enfin, une raison de biosécurité. Dans ces zones, pour conserver les vaccins, les vaccinateurs plaçaient leurs accumulateurs de froid dans les congélateurs de ces centres de santé et gardaient les vaccins dans des glacières avec des accumulateurs de froids congelés. Ils échangeaient des accumulateurs après 24 heures de conservation.

6.4.5. Obstacles de la participation des éleveurs aux campagnes de vaccination

Selon les éleveurs, les raisons qui ont empêché certains parmi eux à participer à la vaccination payante de poules étaient quantifiées comme suit : le manque d'accès à l'information (52%), leurs troupeaux étaient déjà atteints (22%), le manque d'argent (20%), leur manque d'intérêt (4%) et leur absence du village pendant la campagne (2%).

6.4.6. Cas d'échecs de vaccination contre la ND

Dans la ZS de Kenge, les vétérinaires avaient observé qu'après la première campagne de vaccination qui a eu lieu au mois de février 2019, il n'y avait aucun cas d'échec signalé. Après la deuxième campagne de vaccination des poules villageoises contre la ND qui a eu lieu au mois de juin de la même année, il y avait quelques cas de gonflements des yeux, de la dyspnée, de la diarrhée et des mortalités dans les troupeaux vaccinés. Les mêmes signes ont été observés dans la ZS de Maluku II à la première campagne de vaccination.

Selon les éleveurs de toutes les ZS, des mortalités post-vaccinales des poules avaient été constatées dans 45% d'élevages vaccinés à Kenge. Cette mortalité est intervenue après une moyenne de $32,9 \pm 35,4$ jours qui suivaient la vaccination avec plus de 50% de mortalité intervenue avant 21 jours (médiane) et 25% avant 7 jours (premier quartile). D'après les vaccinateurs de la ZS de Kenge des mortalités des poules avant la mise en place des services de vaccination contre la maladie de Newcastle étaient estimée à 50%, après la première vaccination (mois de février 2019) elles étaient tombées à 22% et après la 2^{ème} vaccination elles étaient remontées à 88%. Les causes de cette mortalité n'ont pas pu être établies.

6.4.7. Collaboration intersectorielle dans les milieux ruraux avant et après la vaccination des poules villageoises

Les RECO avaient estimé que leur participation à la vaccination des poules villageoises avait modifié les rapports de collaboration entre les SV, les SE et les SP qui au départ était plus intenses avec les services de l'environnement. Comme présenté dans le tableau 6.4, avant l'organisation des campagnes de vaccination contre la poule villageoise, sur l'ensemble d'activités conjointes organisées entre le SP, SE et le SV, ils avaient estimé avoir participé à une moyenne de 63% d'activités conjointes organisées entre le SP et SE et à 37% d'activités conjointes organisées entre le SP et le SV. Après l'organisation de ces campagnes de vaccination, ils avaient estimé que cette tendance était inversée, ils ont estimé à 37% leurs participations aux activités conjointes entre SP et SE et à 63% leurs participation aux activités conjointes SP et SV.

Tableau 6.4. Quantification comparative de participation des relais communautaires dans les activités conjointes entre les services de santé publique, service de l'environnement et service vétérinaire avant et après la vaccination payante des poules, 2019 (résultats d'empilements proportionnels)

Zone de santé	Avant la vaccination des poules		Après la vaccination des poules	
	Service environnement	Service vétérinaire	Service environnement	Service vétérinaire
Sonabata	70	30	40	60
Boko	50	50	30	70
Maluku 2	70	30	40	60
Moyennes	63	37	37	63

Toutefois, les professionnels de SV pensaient qu'associer les RECO à la vaccination des poules villageoises serait une erreur car cela crée une compétition avec eux. Pour d'autres, cette collaboration devait se limiter à la vulgarisation. Le tableau 4.5 montre que les éleveurs avaient estimé qu'ils étaient plus proches des services de santé publique que des services d'environnement ou des services vétérinaires. Sur une échelle de 1 à 10 (représenté par 10 cercles préfabriqués de diamètres différents et

codés de 1 à 10 en fonction de leurs diamètres), ils avaient estimé à 8 l'importance de la contribution des services de santé publiques dans leur vie quotidienne, à 6 celle des services vétérinaires et à 2 celle des services de l'environnement.

Tableau 6.5. Comparaison des contributions des services d'environnement (SE), vétérinaires (SV) et santé publique(SSP) dans la vie quotidienne des éleveurs (Résultats de GDF)

Zone de santé	SE	SP	SV
Kasangulu	3	9	9
Maluku II	1	10	5
Maluku I	1	6	5
Sonabata	3	8	6
Moyenne	2	8	6

6.4.8. Décisions des professionnels et des éleveurs des poules

Les RECO étaient tous d'avis de continuer à participer aux activités de vaccination payante des poules villageoises. Ils pensaient ainsi contribuer au progrès de l'élevage, à la visibilité et vulgarisation la vaccination animale, en plus acquérir des nouvelles connaissances et une considération plus grande dans leurs communautés respectives. La principale motivation des RECO dans la vaccination animale était une motivation sociale. Ils l'avaient expliqué par le fait que les éleveurs leurs étaient reconnaissants, ils leur faisaient confiance. Ils pouvaient accéder à d'autres acteurs en dehors des ménages dont ils ont la charge dans leurs aires de santé. Un RECO avait témoigné qu'après cette vaccination des véhicules des fermiers avaient commencé à le prendre en cours de route. Un autre avait ajouté qu'il avait obtenu des cadeaux des éleveurs au-delà du montant payé pour la vaccination de ses poules, un éleveur lui a donné un coq comme cadeau.

Les vétérinaires étaient également unanimes quant à leur désir de continuer les activités liées aux campagnes de vaccination payante des poules. Pour eux cette activité entrainait dans les cadres de leurs tâches et ils avaient sollicité la permanence de ce programme de vaccination payante des poules dans leurs champs d'activités. Elle leur a permis d'avoir une certaine considération dans la communauté, pour eux-mêmes et pour leur profession.

Suite aux mortalités post-vaccinales observées, deux principales réactions étaient affichées par les éleveurs, la majorité des éleveurs acceptaient cette situation car ils étaient convaincus qu'ils étaient dans un foyer de la maladie de Newcastle. Une proportion de 10% d'éleveurs de la ZS de Maluku I avait imputé cette mortalité aux vaccinateurs et exigeait qu'ils les remboursent de leurs poules. Après avoir connu des fortes mortalités dans les élevages vaccinés, quelques éleveurs avaient menacé des vaccinateurs.

Malgré des mortalités observées, dans l'ensemble, environ 94% d'éleveurs avaient sollicité la continuité des activités de vaccination payante des poules dans leurs sites.

6.4.9. Proposition pour l'amélioration

Selon les RECO, pour améliorer ce programme de vaccination payante des poules, il serait souhaitable de doubler ou tripler le nombre de vaccinateurs par aire de santé et d'organiser régulièrement le recyclage des vaccinateurs.

Les vaccinateurs vétérinaires avaient proposé pour l'amélioration de ce programme l'ajout d'une motivation financière, l'octroi d'un moyen de déplacements aux vaccinateurs, l'octroi d'une chaîne de froid pour chaque service vétérinaire, l'implication des chefs de rue, de localités et des quartiers pour une bonne vulgarisation, l'augmentation des effectifs des équipes de vaccinateurs au niveau de quartiers ou villages, le respect de calendrier par des organisateurs de activités de vaccination, le renforcement des mesures de surveillance et de contrôle des maladies animales, la continuité du programme et l'installation des structures vétérinaires au niveau des communes et l'introduction des vaccins pour toutes les espèces animales élevés dans leurs territoires. Cette dernière proposition est probablement liée à la demande des éleveurs et aux besoin des SV.

6.4.10. Comparaison des performances des vétérinaires et relais communautaires dans la vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle

Le tableau 6.6 montre que d'une manière générale, les réseaux de vaccination des relais communautaires avaient obtenu un score de $84 \pm 3\%$ et ceux animés par les vétérinaires avaient obtenu un score moyen de $76 \pm 8\%$. Il n'y avait pas une différence significative entre les deux scores obtenus par les réseaux de vaccination animés par les RECO et les Vétérinaires publics. De manière plus spécifique, suivant les critères, l'abordabilité du prix a obtenu un meilleur score dans les zones où les vétérinaires publics avaient travaillé ($91 \pm 13\%$) que celui des RECO ($76 \pm 12\%$). L'efficacité du vaccin a obtenu un meilleur score dans les zones où les RECO avaient travaillé ($81 \pm 3\%$) que dans les zones où les vétérinaires avaient travaillé ($37 \pm 28\%$). Le vaccin était plus apprécié dans les zones où les RECO avaient travaillé ($95 \pm 2\%$) que dans les zones où les vétérinaires avaient travaillé ($85 \pm 3\%$). L'adéquation de la logistique avait obtenu un meilleur score dans les zones où les RECO avaient travaillé ($85 \pm 4\%$) que dans les zones où les vétérinaires avaient travaillé ($71 \pm 6\%$) et l'adéquation de la période de vaccination avait obtenu un meilleur score dans les zones où les RECO avaient travaillé ($95 \pm 2\%$) que dans les zones où les vétérinaires avaient travaillé ($77 \pm 12\%$).

Tableau 6.6. Scores obtenus par les 9 critères d'évaluation dans différents sites et suivant les statuts des vaccinateurs

Critère d'évaluation	Relais communautaire				Vétérinaire public			
	Boko	Maluku II	Sonabata	Moyenne	Kenge	Maluku I	Masa	Moyenne
Intérêt général	89	72	74	78±9	84	58	83	75±15
Abordabilité du prix	68	92	68	76±12	76	100	97	91±13
Efficacité du vaccin	83	83	78	81±3	21	22	70	37±28
Accessibilité à l'information	100	70	70	80±17	88	61	92	80±17
Appréciation du vaccin	94	97	93	95±2	84	83	89	85±3
Motivation des vaccinateurs	76	59	65	67±9	60	61	70	63±6
Disponibilité du vaccin	100	100	100	100±0	100	100	100	100±0
Adéquation de la logistique	81	85	88	85±4	73	64	76	71±6
Adéquation de la période de vaccination	93	95	96	95±2	71	69	90	77±12
Moyenne	87	84	81	84±3	73	69	85	76±8

6.5. Discussion

6.5.1. Atouts de l'organisation de la vaccination des poules en rapprochement des services de vaccinations

L'évaluation comparée de l'acceptabilité des réseaux de vaccination semble indiquer que les RECO formés pour la vaccination des poules réalisent des performances semblables à celles des vétérinaires des services publics. Malgré ces performances, les services vétérinaires devront obligatoirement superviser les activités de vaccination conduite par des RECO. Cette disposition constitue une garantie de la qualité des services de vaccination des poules fournis par des para-professionnels (Catley et al., 2004; Hassanzadeh and Bozorgmeri, 2004).

Parmi les critères d'acceptabilité, les éleveurs des sites où les vétérinaires publics avaient presté (ZS de Kenge, Maluku I et Masa), n'étaient pas convaincus de l'efficacité du vaccin. Cette situation était consécutive au fait que la vaccination des poules dans les ZS de Kenge et Maluku I a coïncidé avec le déclenchement d'une épizootie de la ND. Cette situation ne diminue en rien la qualité de la prestation des vétérinaires.

L'organisation des services de vaccination des poules en rapprochement avec les réseaux de vaccination de la santé publique a mis l'accent sur l'apport complémentaire de ces derniers à cette activité. Elle a par ailleurs évité l'importation de vaccinateurs et a tenu à ce que chaque vaccinateur preste dans l'environnement immédiat de son domicile. Les résultats de cette étude ont montré que l'action des vétérinaires est concentrée sur un petit rayon d'activité. Au-delà de ce rayon, l'organisation de la vaccination des poules nécessiterait l'importation des vaccinateurs ou la formation des para-professionnels localement. Cette alternative influencerait négativement l'adoption de cette vaccination par les éleveurs et occasionnerait en outre l'augmentation du coût de l'activité.

Le fait que les RECO aient travaillé sur un rayon d'activité plus grand que celui des vétérinaires des services publics démontre que leur action peut être étendue sur des longues distances mêmes dans les zones reculées ou les services vétérinaires n'ont pas d'accès. Il faut noter aussi l'implication des RECO dans la vaccination des poules n'épargnera pas à l'organisation des coûts liés à la formation des para-professionnels mais permettra néanmoins la formation des para-professionnels stable dans le milieu et en qui les éleveurs ont déjà placé leur confiance.

6.5.2. Défis de l'organisation de la vaccination des poules en rapprochement des services de vaccinations

Le principal obstacle auquel a fait face cette approche est celui de montrer aux différents vaccinateurs (vétérinaires et RECO) que cette collaboration n'est pas une relation de substitution mais plutôt celle de complémentarité (Ilukor, 2017). Les RECO pourraient prester dans les zones où des services vétérinaires seraient absents. Le seul paramètre d'évaluation des différents réseaux de vaccination sera la viabilité. La comparaison des performances des vaccinateurs vétérinaires et RECO n'est pas l'objectif d'un tel rapprochement. L'organisation des campagnes de vaccination des poules villageoises dans les ZS où les SV étaient absents, a montré que les RECO pouvaient apporter la vaccination animale dans les ZS dépourvues de SV. Bien que les professionnels de SV se soient dit en désaccord avec l'idée d'associer les para professionnels (RECO) dans les activités de la vaccination animale, il est facile de démontrer que les SV publics en RDC ne sauraient déployer une ressource humaine capable de couvrir toute l'étendue du pays. Le conflit d'intérêt devrait être géré et la qualité des services suivie par les autorités vétérinaires locales.

6.5.3. Gestion des échecs de la vaccination et des réactions des éleveurs

Des auteurs ont confirmé que le vaccin I-2 ND était sans danger pour les poules villageoises et procurait des titres d'anticorps suffisants après deux semaines (Illango et al., 2005; Henning et al., 2009; Fisher, 2014; De Bruyn et al., 2017; Dimitrov et al., 2017). L'immunogénocité du vaccin I-2 peut être affectée par la mauvaise conduite de l'élevage des poules villageoises. Pour améliorer et garantir l'efficacité du vaccin, il faut associer la vaccination avec l'amélioration de la conduite de l'élevage. Les éleveurs devront précisément garantir la biosécurité dans leurs élevages afin de minimiser les risques d'introduction des maladies ou des propagations de maladies dans leurs troupeaux (Illango et al., 2005). Les éleveurs devront aussi améliorer la nutrition de leurs poules afin de leur permettre de développer un système immunitaire capable de générer une réponse immunitaire adéquate en cas de sollicitation. Pour réduire le stress chez les poules villageoises, les éleveurs devront aménager des abris convenables pour leurs troupeaux afin de les protéger contre les intempéries principalement. Des éleveurs assistés des vaccinateurs doivent en outre être capables d'identifier des cas de maladies dans les troupeaux afin d'éviter de faire vacciner des troupeaux malades. Dans un organisme malade probablement immunodéprimé, l'administration d'un vaccin vivant peut se transformer à une co-infection et conduire à l'échec de la vaccination (Dimitrov et al., 2017).

Les échecs observés après de la vaccination des poules villageoises contre la ND dans certains sites concernés par la quatrième étude de cette thèse pourraient être due à la présence d'un ou plusieurs pathogènes responsables de l'immunodépression chez les sujets vaccinés. Ainsi, les études pour détecter

le virus de la bronchite infectieuse, le virus de la laryngotrachéite infectieuse, le virus de la bursite infectieuse, le NDV et les *Mycoplasma* spp permettront l'élaboration d'un protocole de vaccination de la poule villageoise adapté à la région (Dimitrov et al., 2017). Selon les éleveurs, la mortalité dans les troupeaux vaccinés a touché majoritairement des jeunes sujets. A cet effet, il s'avère aussi important d'évaluer l'évolution des anticorps maternels chez les poussins nés des mères vaccinées. Un protocole de vaccination adapté associera les vaccinations contre toutes ces maladies diagnostiquées et probablement avec des traitements aux anticoccidiens et aux vermifuges tout en tenant compte de la disparition d'anticorps maternels chez les poussins.

La vaccination payante des poules villageoises dans cette zone d'étude avait aussi généré des conflits sociaux. Les mortalités observées chez les troupeaux vaccinés étaient à la base de cette situation. Ainsi, une cellule de gestion post-vaccinale doit être mise sur pieds afin d'accompagner des vaccinateurs et de trouver des solutions aux diverses complications consécutives à l'administration du vaccin. Les échecs de la vaccination des poules conduiront certains éleveurs à se méfier de la vaccination des poules et à renoncer à la vaccination animale. L'organisation de la vaccination animale devrait trouver des incitants qui pousseront les éleveurs à continuer à faire vacciner leurs animaux malgré des cas d'échecs. Il est souhaitable de créer un système d'assurance grâce auquel des éleveurs victimes des échecs de la vaccination seront dédommagés d'au moins une partie d'animaux perdus. Il est à noter que des agressions des vaccinateurs par les éleveurs à la suite de certains cas de mortalités des poules ont pu être évités du fait de l'appartenance des vaccinateurs à la communauté. Dans la ZS de Maluku I, un éleveur avait promis de d'agresser physiquement un vaccinateur. Ce vaccinateur avait sollicité une intervention de l'équipe de recherche. Cette dernière avait dû intervenir pour réconcilier l'éleveur et le vaccinateur en conflit.

6.5.4. Valorisation des résultats de la présente étude

Les résultats de cette étude pourront être utilisés pour orienter la politique de mise en place de d'un service pérenne de vaccination animale en RDC. Au niveau de chaque réseau les éleveurs pourront s'organiser autour de leur vaccinateur (vétérinaire ou RECO). Ils pourront grâce à leurs contributions financières recouvrer les coûts des intrants requis pour la vaccination de leurs poules et rémunérer le vaccinateur.

Les effectifs du personnel des services vétérinaires ne pourront couvrir toute l'étendue du territoire nationale (Catley et al., 2004a). L'utilisation des ACSA est conseillée particulièrement pour des zones rurales reculées et dépourvues des SV conventionnels des pays en voie de développement (Leyland et Catley, 2002). Au regard des résultats de l'évaluation de ses services vétérinaires sur base de l'outil PVS de l'OIE et de sa grande superficie (2.345.410 km²), la RDC doit prioriser l'organisation d'un système

d'ACSA afin d'améliorer la santé et la productivité des animaux d'élevage sur toute son étendue. Cette démarche aboutira à l'amélioration des revenus des ménages ruraux, à la résolution de la crise alimentaire qui secoue le pays ces derniers décennies et enfin au développement d'un système efficace de contrôle et de surveillance des maladies animales et zoonotiques dans le pays.

La formation des para-professionnels vétérinaires ou des agents communautaires de santé animale est une alternative (Admassu et al., 2005); Thevasagayam et al., 2017). En se conformant aux directives de l'OIE en la matière, le système d'ACSA de la RDC fonctionnera sous la supervision des autorités vétérinaires publiques et jouera un rôle majeur dans le renforcement et l'effectivité des services vétérinaires des zones reculées en surveillance épidémiologique, contrôle de maladies et systèmes de déclaration de maladies animales. En cas de besoin, les autorités vétérinaires nationales ou provinciales pourront également mobiliser les ACSA pour renforcer les systèmes d'identification des animaux, ceux de la traçabilité et de contrôle des mouvements d'animaux (Leyland and Catley, 2002; OIE, 2018).

Les frais à engager pour la formation des ACSA seront plus importants. Ce qui sera aussi difficile à réaliser avec leurs services sera de garantir leur stabilité dans leurs zones d'actions et d'éviter leur éventuelle conversion à d'autres emploi à la fin du financement par les bailleurs (Martin Curran and Maclehose, 2006). L'avantage de l'implication des RECO est qu'ils sont déjà stables dans la communauté et savaient déjà que les motivations financières ne sont pas les plus importantes. Ils intégreront cette activité sur la listes des leurs activités de développement au niveau des communautés.

L'implication des RECO ne constituera pas l'abandon des services vétérinaires aux non professionnels. Les services des soins animaux doivent se faire sous la supervision des services vétérinaires publics (Woodford, 2004). Les rôles des services vétérinaires publics seront de les sélectionner, de les former, de les recycler et de superviser leurs actions sur le terrain afin d'assurer la qualité de la vaccination. Les RECO serviront ainsi des ponts entre les éleveurs et les services vétérinaires publics.

6.6. Conclusion

Cette étude a montré qu'il était possible d'organiser la vaccination payante des poules villageoises dans toutes les zones sélectionnées avec les moyens les plus rudimentaires. Les éléments qui l'avaient permis étaient principalement l'intérêt des éleveurs et la motivation des éleveurs. La délimitation des zones d'action avaient permis l'amélioration des résultats des activités. Cette délimitation a permis une proximité entre les vaccinateurs et les éleveurs (vétérinaires et RECO). Elle a réduit des distances à parcourir par des vaccinateurs.

Le rapprochement des réseaux de vaccination des services de santé publique a apporté une plus-value à la vaccination payante des poules villageoises. Les RECO avaient pu amener la vaccination dans les zones où des services de vaccination étaient absents et que les réseaux des vaccinations des poules villageoises avaient pu accéder partiellement à des chaînes de froid des services de santé publique.

6.7. Références bibliographiques

- Acosta, D., Hendrickx, S., Mckune, S., 2019. The livestock vaccine supply chain : Why it matters and how it can help eradicate peste des petits Ruminants , based on findings in Karamoja , Uganda. *Vaccine* 37, 6285–6290. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.09.011>
- Admassu, B., Nega, S., Haile, T., Abera, B., Hussein, A., Catley, A., 2005. Impact assessment of a community-based animal health project in Dollo Ado and Dollo Bay districts, southern Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 37, 33–48. <https://doi.org/10.1023/B:TROP.0000047932.70025.44>
- Alders, R., Bagnol, B., Young, M., Ahlers, C., Brum, E., Rushton, J., 2007. Challenges and constraints to vaccination in developing countries. *Dev Biol (Basel)*. 130, 73–82.
- Annapragada, A., Borgerson, C., Iams, S., Ravelomanantsoa, M.A., Randriamady, H.J., Golden, C.D., 2019. Modeling the Impact of Newcastle Disease Virus Vaccinations on Chicken Production Systems in Northeastern Madagascar. *Front. Vet. Sci.* 6, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00305>
- Catley, A., Leyland, T., Mariner, J.C., Akabwai, D.M.O., 2004. Para-veterinary professionals and the development of quality , self-sustaining community-based services Why community-based animal health workers are appropriate. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 225–252.
- De Bruyn, J., Thomson, P.C., Bagnol, B., Maulaga, W., Rukambile, E., Alders, R.G., 2017. The chicken or the egg? Exploring bidirectional associations between Newcastle disease vaccination and village chicken flock size in rural Tanzania. *PLoS One* 12, 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188230>
- Dimitrov, K.M., Afonso, C.L., Yu, Q., Miller, P.J., 2017. Newcastle disease vaccines — A solved problem or a continuous challenge? *Vet. Microbiol.* 206, 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.12.019>
- Donadeu, M., Nwankpa, N., Abela-ridder, B., Dungu, B., 2019. Strategies to increase adoption of animal vaccines by smallholder farmers with focus on neglected diseases and marginalized populations. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 13, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006989>
- FAO/OIE/WHO, 2010. The FAO-OIE-WHO Collaboration Sharing responsibilities and coordinating global activities to address health risks at the animal-human-ecosystems interfaces. A Tripartite Concept Note. Paris.

- Faye, S.L., 2012. Responsabiliser les relais communautaires pour le traitement préventif intermittent saisonnier du paludisme (TPI) au Sénégal : enjeux , modalités , défis. *CAIRN.INFO* 60, 129–146. <https://doi.org/10.3917/autr.060.0129>
- Fisher, H., 2014. Newcastle disease control in Africa, Australian. ed, Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra.
- Harrison, J.L., Alders, R.G., 2010. An assessment of chicken husbandry including Newcastle disease control in rural areas of Chibuto, Mozambique. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 729–736.
- Hassanzadeh, H., Bozorgmeri, F., 2004. Newcastle Serologie Iran.pdf. *Int. J. Poult. Sci.* 3, 658–661.
- Henning, J., Morton, J., Pym, R., Hla, T., Meers, J., 2009. Evaluation of strategies to improve village chicken production-controlled field trials to assess effects of Newcastle disease vaccination and altered chick rearing in Myanmar 90, 17–30. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2009.04.007>
- Illango, J., Abila, P.P., Etoori, A., 2005. Immunogenicity of a Locally Produced Newcastle Disease I- 2 Thermostable Vaccine in Chickens in Uganda 37, 25–31.
- Ilukor, J., 2017. Improving the delivery of veterinary services in Africa : insights from the empirical application of transaction costs theory in Uganda and Kenya Managing veterinary services : from private and public analysis 36, 279–289. <https://doi.org/10.20506/rst.36.1.2628>
- Kansiime, C., Atuyambe, L.M., Asiimwe, B.B., Mugisha, A., Mugisha, S., Guma, V., Rwego, I.B., Rutebemberwa, E., 2015. Community Perceptions on Integrating Animal Vaccination and Health Education by Veterinary and Public Health Workers in the Prevention of Brucellosis among Pastoral Communities of South Western Uganda 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132206>
- Knueppel, D., Cardona, C., Msoffe, P., Demment, M., Kaiser, L., 2010. Impact of vaccination against chicken Newcastle disease on food intake and food security in rural households in Tanzania. *Food Nutr. Bull.* 31, 436–445.
- Lavan, R.P., Macg, A.I., Sutton, D.J., Tunceli, K., 2017. Rationale and support for a One Health program for canine vaccination as the most cost-effective means of controlling zoonotic rabies in endemic settings. *Vaccine* 35, 1668–1674. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.02.014>
- Leyland, T., Catley, A., 2002. Système de santé animale à base communautaire: améliorer la qualité des

- services vétérinaires, in: OIE (Ed.), Actes Du Séminaire “Organisation Des Services Vétérinaires et Sécurité Sanitaire Des Aliments.” Tunis, p. 193.
- Lindahl, J.F., Young, J., Wyatt, A., Young, M., Alders, R., Bagnol, B., Kibaya, A., Grace, D., 2019. Do vaccination interventions have effects ? A study on how poultry vaccination interventions change smallholder farmer knowledge , attitudes , and practice in villages in Kenya and Tanzania 213–220.
- Mack, S., Hoffmann, D., Otte, J., 2013. The contribution of poultry to rural development. *Worlds. Poult. Sci. J.* 61, 7–14. <https://doi.org/10.1079/WPS200436>
- Martin Curran, M., Maclehorse, H.G., 2006. Community animal health services for improving household wealth and health status of low income farmers. *Cochrane Database Syst. Rev.* 34, CD003049. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003049.pub2>
- Melesse, A., 2014. Small-scale Family Poultry Production Significance of scavenging chicken production in the rural community of Africa for enhanced food security. *Worlds. Poult. Sci. J.* 70, 593–606. <https://doi.org/10.1017/S0043933914000646>
- Mengesha, M., 2012. Chicken production scenarios and the headway options for improvement in. *Worlds. Poult. Sci. J.* 68, 299–305. <https://doi.org/10.1017/S0043933912000359>
- Moula, N., Detiffe, N., Farnir, F., Leroy, P., 2012. Aviculture familiale au Bas-Congo , République Démocratique du Congo (RDC) Village poultry in Bas-Congo , Democratic Republic of Congo (DRC). *Livest. Res. Rural Dev.* 24 2012 5, 1–15.
- OIE, 2018. Recommandations de l’OIE sur les compétences des paraprofessionnels vétérinaires. Paris. <https://doi.org/10.20506/PVS-2758>
- Olaniyan, O.F., 2018. Rural household chicken management and challenges in the Upper River Region of the Gambia 1921–1928.
- Padhi, M.K., 2016. Importance of Indigenous Breeds of Chicken for Rural Economy. *Scientifica (Cairo)*. 2016, 9. <https://doi.org/10.1155/2016/2604685>
- Rauw, F., Gardin, Y., Berg, T. Van Den, Lambrecht, B., 2009. La vaccination contre la maladie de Newcastle chez le poulet (*Gallus gallus*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13, 587–596.
- Schelling, E., Bechir, M., Ahmed, M.A., Wyss, K., Randolph, T.F., Zinsstag, J., 2007. Human and

Animal Vaccination Delivery to Remote Nomadic. *Emerg. Infect. Dis.* 13, 373–379.

Schelling, E., Wyss, K., Bechir, M., Moto, D.D., Zinsstag, J., 2005. Synergy between public health and veterinary services to deliver human and animal health interventions in rural low income settings. *BMJ* 331, 1264–1267.

Schreuder, B.E.C., Ward, D.E., 2004. Afghanistan and the development of alternative systems of animal health in the absence of Origins of the community-based animal health programme. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 285–295.

Sleeman, J., Deliberto, T., Nguyen, N., 2017. Optimization of human, animal, and environmental health by using the One Health approach. *J Vet Sci* 18, 263–268. <https://doi.org/10.4142/jvs.2017.18.S1.263>

Spickler, A.R., 2016. Newcastle Disease. New York. <https://doi.org/Retrieved> from http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/newcastle_disease.pdf

Terfa, Z.G., Garikipati, S., Kassie, G., Bettridge, J.M., Christley, R.M., 2018. Eliciting preferences for attributes of Newcastle disease vaccination programmes for village poultry in Ethiopia. *Prev. Vet. Med.* 158, 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.08.004>

Thevasagayam, S.J., Tagliaro, E., Foundation, M.G., 2017. Public-private partnerships: Expectations of private sector partners for international animal health and livestock sector development programmes, in: OIE (Ed.), 85th General Session of the World Organization for Animal Health (OIE). Paris, p. 8.

Woodford, J.D., 2004. Synergies between veterinarians and para-professionals in the public and private sectors: organisational and institutional relationships that facilitate the process of privatising animal health services in developing countries. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 23, 115–135.

Discussion générale – perspectives

7.1. Discussion générale

7.1.1. Choix, intérêt et limites de l'approche participative dans le cadre de la présente étude

L'évaluation participative est une approche appropriée pour des recherches relatives à la promotion de la santé visant à rencontrer l'implication et les attentes des communautés bénéficiaires (Nitsch et al., 2013). L'utilisation de l'évaluation participative dans la présente thèse visait les deux finalités de l'approche à savoir la finalité pratique et la finalité transformatrice. Les acteurs impliqués (organisateur des secteurs public et privé, professionnels et para professionnels des SV et SSP, vaccinateurs (vétérinaires et RECO) et les éleveurs) devaient s'approprier les résultats de l'étude. Ces résultats devaient induire un changement dans l'appréhension de l'organisation de la vaccination animale dans le milieu de vaccinateurs et des éleveurs (Plottu et Plottu, 2009).

La réalisation de cette étude était une démarche qui devait répondre de manière anticipative aux questions d'ordre organisationnel, logistique et financier relatives à la mise en place des services pérennes de vaccination animale en RDC. Ces questions sont souvent liées à l'appréhension, au comportement et aux caractéristiques socio-économiques des éleveurs ainsi qu'à la volonté de participation des professionnels et para-professionnels à ce programme. La méthode participative s'est présentée comme un moyen efficace de collecte des éléments de réponse auprès des acteurs concernés. Le choix des approches participatives pour cette étude était motivé par la recherche des solutions qui s'approchent davantage des attentes des acteurs et des réalités du terrain. Par ses différents outils, cette approche a permis à la population cible de s'exprimer et de décrire leur situation et leurs attentes.

Les résultats de cette étude constituent des propositions et des mesures d'application pour la mise en place de services pérennes de vaccination des poules villageoises contre la ND en RDC, dont on devra considérer ultérieurement l'extension du principe à d'autres maladies et d'autres espèces animales. Des telles mesures doivent rencontrer une adhésion massive des premiers bénéficiaires (éleveurs) et des agents d'exécution du programme (vaccinateurs). Ce couple constitue l'élément principal pour la durabilité d'un tel programme. L'adoption d'un nouveau programme de vaccination fait souvent face aux réalités socio-économiques de la population locale. Dans le cadre de la présente étude, cette approche a eu le mérite d'avoir généré des données dans un système administratif dépourvu des bases données fiables. Le recours à la méthode qualitative de collectes des données à travers les groupes de discussion focalisée (GDF) était dicté par un impératif opérationnel de participation, appelant à la recherche d'un consensus au sein des groupes. Cette optique de consensus s'oppose à un objectif d'approfondissement des motifs et expressions de dissensus au sein d'un même groupe, qui ne faisait en effet pas partie de nos objectifs de recherche. En lieu et place d'un tel approfondissement, notre méthode était élaborée dans une perspective de recherche-action. Les GDF étaient donc pensés dans le dispositif comme outils de décision partagée posant les bases consensuelles des services de vaccination

envisagés. Cette démarche, pour « qualitative » qu'elle soit, ne doit dès lors pas être confondue avec une recherche de description approfondie telle qu'elle se mènerait en sciences sociales. Néanmoins, les dissensus ne doivent pas être vus comme « effacés » par la recherche d'un consensus. Plutôt, ils sont soulevés et traités en cours de discussion afin de générer ledit consensus. Si le dissensus reste dès lors hors du spectre de nos résultats décrits et ne sont pas un enjeu de compréhension en tant que tels, ils ont eu à être abordés dans l'optique de conciliation des vues. L'animateur des GDF portait à ce titre une grande attention à la répartition de parole et à l'expression et prise en compte des avis divergents dans la réponse commune.

Concernant l'objectif de compréhension de la diversité des vues, chaque groupe d'acteurs participant à un GDF constituait ainsi une entité de comparaison. L'organisation des dizaines de GDF des différents acteurs au niveau des différents secteurs d'activités et des différents territoires a été menée dans une optique de recherche de saturation (Smith and Noble, 2014). Les réponses issues de chaque entité étaient ensuite comparées à celles issues des autres entités. La mise en commun des résultats des issues des entretiens individuels et des GDFs a permis d'opérer une triangulation des données (Smith and Noble, 2014). Par la démarche collective et l'aide d'outils visuels (empilement proportionnel et diagramme de Venn), les participants aux différents GDF ont été conduits à exprimer en valeurs chiffrées leurs perceptions des différents éléments qui étaient évalués. En aucune manière les chiffres extraits de ces GDF ne traduisent des proportions du partage d'une vue dans le groupe. Plutôt, les empilements proportionnels sont une expression chiffrée de l'importance relative d'un élément au regard d'autres éléments. Un tel empilement proportionnel peut donc s'effectuer avec un individu, traduisant dès lors son point de vue particulier, ou un groupe, la manipulation de l'outil servant alors à animer la recherche d'un consensus exprimé ainsi visuellement.

7.1.2. Limites de la méthodologie de l'étude

L'approche participative n'est pas exempte de faiblesses. Ces faiblesses nécessitent des précautions dans la réalisation de l'étude. Le choix des acteurs moins expérimentés ayant une connaissance partielle de la réalité réduit la validité externe de l'évaluation. Le manque de compétence et d'expérience des acteurs peut aboutir à des mauvais résultats et conclusions. Des désaccords d'opinions entre participants peuvent conduire à un blocage de toute décision. Une mauvaise conduite du débat peut entraîner une imposition des points de vue des acteurs plus puissants (Plottu et Plottu, 2009). Les biais sont toujours présents en recherche, particulièrement dans les recherches menées en situations réelles, notamment qualitatives comme dans notre cas, du fait des multiples origines éventuelles de biais qui échappent aux enquêteurs. Il revient aux chercheurs de les minimiser et à défaut de prendre conscience des limites qu'ils posent à la portée de leurs résultats.

Tout au long de la réalisation de la présente thèse, quelques sources de biais ont été identifiées (Smith and Noble, 2014). Selon Pezalla et collaborateurs (2015), un enquêteur doit être considéré comme un instrument dans la collecte des données, ses caractéristiques personnelles sont de nature à influencer dans un sens ou un autre les récits détaillés des participants à l'enquête. C'est ainsi que l'on peut proposer des biais localisés dans le chef de l'enquêteur et du répondant.

Du côté de l'enquêteur, certains biais pouvaient être liés à la subjectivité des enquêteurs, à leurs préjugés vis-à-vis de certains participants aux enquêtes. Des préjugés liés à leurs niveaux d'instructions, leurs compétences ou leurs fonctions. Ces préjugés pouvaient conduire les enquêteurs à poser certaines questions à certains groupes et pas à d'autres ou à considérer des réponses de certains groupes pas d'autres, voire à donner une plus grande crédibilité aux données issues de certains groupes que d'autres.

Du côté des répondants, des biais peuvent émerger de leur réaction par rapport aux attentes posées par les chercheurs, aux attentes suscitées parmi eux et à leurs propres préjugés sur la personne de l'enquêteur, en vertu de ses qualifications, de ses origines voire de sa personnalité propre. Les objectifs des participants pouvaient également être à la base des biais, par une volonté d'orienter les actions dans un sens qui leur soit favorable. Si les participants considèrent les enquêteurs comme des émissaires des bailleurs des fonds, ils peuvent avoir tendance à aggraver leurs conditions socio-économiques de manière à pousser les bailleurs à augmenter les éventuelles allocations. S'ils les considèrent comme inspecteurs mandatés par l'administration publique centrale, ils peuvent être tentés de masquer certains manquements graves de leurs services par peur de réprimandes. Au final, la perception des chercheurs comme indépendants, comme analystes attentifs et désintéressés de leurs savoirs et opinions, la confiance dans le respect porté à leurs dires et l'assurance de l'anonymat pourraient être des conditions de nature à susciter des informations crédibles.

Le choix de la méthode et du matériel pouvait aussi conduire à certains biais. Les enregistrements permettent aux enquêteurs de réécouter des entretiens et d'enrichir les notes. Le manque d'enregistrement dans nos études constitue ainsi une source de biais car une quantité d'informations peuvent échapper aux enquêteurs, qui présentent une tendance inconsciente à porter leur attention sur les éléments répondant plus directement à leurs attentes. Cette perte d'information présente donc bel et bien une dimension systématique et orientée, justifiant de la considérer comme biais et non comme erreur aléatoire. Cette situation serait à la base d'informations partielles ou non comprises et empêche les vérifications a posteriori des informations du terrain. Une autre source éventuelle des biais est la série de traductions réalisées tout au long de la collecte des données de la présente thèse. Les questions étaient conçues en français et administrées en lingala ou en kikongo, des langues parlées dans la zone d'étude. Les récits des participants étaient ensuite traduits de ces langues vers le français. Or ces deux langues bantoues présentent des différences notables avec le français, en terme de structures, de mode

d'expression et d'imaginaire mobilisé. A nouveau, l'erreur produite pourrait être systématique en ce sens qu'une nuance de traduction pourrait échapper à l'analyste du fait de l'attention portée de manière privilégiée sur certains éléments plutôt que d'autres.

Dans le cadre de notre recherche-action opérationnelle, l'analyse profonde des discours étant reconnue comme échappant à nos objectifs de recherche, ces différents biais potentiels ont été acceptés, jugeant que les conditions d'un échange sincère étaient réunies et que la précision des informations collectées était en accord avec le degré de finesse attendu des motifs et opinions exprimés. Nous ne pouvons néanmoins écarter la possibilité de ces interférences avec la qualité du travail que nous avons eu à cœur de produire.

La collecte des données de la deuxième étude a été réalisée à deux périodes différentes, notamment en raison de problèmes pratiques d'accès au terrain, de disponibilité des appuis techniques, et de délais entraînés par les séjours alternés entre Belgique et RDC. Si cette situation est potentiellement source de biais, aucun événement particulier dans la zone, ni pathologique, ni d'autre nature, ne nous amène à craindre un manque de validité de la comparaison proposée. Aussi, il n'existait pas de systèmes directs de communication entre les services vétérinaires et les éleveurs des différents territoires sélectionnés. Dès lors, on peut supposer que les éleveurs de ces différents territoires n'ont pas été influencés par les comportements ou les opinions des uns et des autres. La possibilité de certains biais non-identifiés n'est néanmoins pas à écarter totalement.

7.1.3. Maladies animales et leur contrôle dans la région

Les espèces animales élevées dans la région d'étude sont la poule (*Gallus gallus*), le porc (*Sus scrofa domestica*), la chèvre (*Capra hircus*), le mouton (*Ovis aries*) et le bovin (*Bos taurus*). Chacune de ces espèces fait face à au moins une maladie endémique dévastatrice présente dans notre zone d'étude. L'élevage de poule est menacé par la maladie de Newcastle, l'élevage des petits ruminants est menacé par la peste des petits ruminants, l'élevage du porc est menacé par la peste porcine africaine et l'élevage bovin est menacé par la pleuropneumonie bovine, le charbon symptomatique, le charbon bactérien et la fièvre aphteuse (Diop et al., 2011). Les éleveurs de canards de notre zone d'études s'étaient plaints de l'épidémie d'une maladie des canards caractérisée par des paralysies et mortalités brusques. Cette pathologie fait penser à la parvovirose de canard que seul le laboratoire pourra confirmer (Lemiere, 2013).

Face à ces maladies, des éleveurs tentaient des traitements sur base des plantes médicinales connues, des huiles, des cendres et des médicaments à usage humain et vétérinaire. Ces éleveurs reconnaissaient que tous ces traitements sont inefficaces. La majorité des troupeaux sont dévastés et des élevages

abandonnés. Pourtant l'utilisation des vaccins, disponibles dans les laboratoires et officines vétérinaires des grandes villes du pays (Kinshasa, Lubumbashi et Goma), dans les exploitations privées ont contribué à la protection des élevages contre la plupart de ces maladies.

En 2011, la DPSA avait classé comme priorité la vaccination contre les maladies animales dévastatrices des troupeaux en RDC. A la fin de l'année 2019, aucun programme de vaccination animale durable ne pouvait être identifié dans le pays. Pendant cette période, des maladies évitables par la vaccination réduisaient la productivité des élevages congolais, détruisaient des troupeaux entiers des mammifères et volaille domestiques. Ces maladies constituent l'une des principales causes de la faible production animale du pays et du maintien de toute sa population rurale dans l'insécurité alimentaire et une pauvreté accrue. La vaccination animale contribue à l'amélioration de la sécurité alimentaire et à l'augmentation des principales sources de revenu des ménages des petits éleveurs dans les pays en voie de développement (Campbell et al., 2018). L'organisation des services pérennes de vaccination animale en RDC devrait s'articuler sur trois approches ; le principe utilisateur-payeur, l'approche *One health* et le partenariat public-privé.

7.1.4. De services de vaccination sporadiques à des services pérennes

La qualité de pérennité des services de vaccination animale vise ici leur disponibilité tout au long de l'année et au fil des années, et sur toute l'étendue du territoire national. Des services qui utiliseront des vaccins adaptés au milieu rural congolais et facile à être utilisés par des agents communautaires de santé animale formés, motivés et stables dans leurs communautés respectives. Des services qui privilégieront l'usage des vaccins thermo tolérants et/ou vaccins inactivés. Des services efficaces capables de réduire des cas de maladies cliniques et des mortalités animales. Des services de vaccination animale qui seront adoptés par les éleveurs et pour lesquels ces derniers seront prêts à payer. Ce paiement entrera dans le cadre du principe de l'utilisateur-payeur, le bénéficiaire du service en supportera le coût. La contribution financière des éleveurs assurera de manière régulière un financement partiel des activités. Cette contribution des éleveurs palliera aux vaccinations ponctuelles limitées dans le temps et dans l'espace financées par des organismes et fonds étrangers. Des services de vaccination animale qui seront capables de mobiliser tous les acteurs potentiels des secteurs public et privé susceptibles d'œuvrer dans l'organisation des activités de vaccination animale au niveau national. La collaboration des secteurs public et privé se réalisera dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP) avec l'identification des différents acteurs potentiels. Ces services de vaccination animale auront l'opportunité de bénéficier de l'approche *One health* (OH) pour pallier aux faiblesses de services vétérinaires. Par l'approche OH, les services vétérinaires pourront bénéficier de la mutualisation des ressources afin de renforcer ses effectifs sur le terrain et avoir un accès à des chaînes de froid des services santé publique en cas d'extrême nécessité. Le fonctionnement des réseaux expérimentaux de la vaccination payante des poules

villageoises qui ont fait l'objet de la quatrième étude a été financé par les frais de recherche alloué à la présente thèse. Cet apport peut bien être considéré un exemple de partenariat public-privé.

7.1.4.1. Atouts du principe utilisateur-payeur dans la vaccination animale

A l'absence de tout financement du gouvernement ou des partenaires techniques et financiers, les services vétérinaires conventionnels en RDC n'ont pas pu organiser de manière régulière la vaccination animale sur toute l'étendue du territoire national (Diop et al., 2011). Les éleveurs impliqués dans cette étude ont prouvé qu'ils étaient disposés à payer pour la vaccination de leurs animaux. La contribution financière des éleveurs servira à renouveler le stock des vaccins et à assurer la rémunération des vaccinateurs.

A l'instar des programmes de vaccination humaine viables dans le pays, les stratégies susceptibles de réduire la morbidité et la mortalité animale nécessiteraient l'implication des bailleurs de fonds et des organisations internationales pour stimuler et faciliter une adoption durable (Donadeu et al., 2019). Cette approche ne réfute pas la nécessité des apports extérieurs mais souhaite les présenter comme un propulseur ou un fondement d'une activité dont la durabilité sera assurée par la contribution des éleveurs. Les bailleurs des fonds pourront doter chaque zone de santé public d'une chaîne de froid destinée à la conservation des vaccins à usage vétérinaire.

Le prix de la dose de vaccin pourrait apparaître comme relativement coûteux pour une partie d'éleveurs des poules. Le prix de 100 francs congolais appliqué pour une dose de vaccin correspondait en réalité à un trentième de celui de vente d'une poule adulte. La vente d'un animal permettrait dès lors de couvrir la vaccination de 30 individus, alors que le troupeau moyen de cet élevage dans la région comptait $9,6 \pm 9,1$ oiseaux (mâles et femelles de tous les âges). Si la vente d'un animal apparaît dès lors comme une solution simple, éventuellement à organiser à plusieurs ménages, il faut néanmoins considérer la faible reproduction de ces troupeaux. Ces élevages étaient ainsi caractérisés par une ponte annuelle moyenne de $32,4 \pm 7,5$ œufs (Lwapa et al., 2019), à laquelle il faudra encore ajouter la mortalité importante des jeunes. Cependant, selon la présente proposition, il nous apparaît important, pour la continuité et le maintien d'une vaccination des poules villageoises, que cette contribution financière des utilisateurs puisse se faire. C'est ainsi que la vaccination devrait prendre sa place au sein d'un appui plus général de l'élevage visant à accroître cette productivité, notamment par des mesures comme la protection contre les prédateurs ou l'amélioration de la ration de ces animaux. Rappelons néanmoins que, même en l'absence d'une telle amélioration, la rentabilité de la vaccination contre la ND reste largement assurée au vu de la grande fréquence des épisodes de la maladie dans la zone.

7.1.4.2. Atouts de l'approche *One health* dans la vaccination animale

Le manque des ressources des services vétérinaires est le principal obstacle au développement des services pérennes de vaccination animale en RDC. Les services de santé publique de la RDC à travers son Programme de Vaccination élargi a une longue expérience sur l'introduction des nouveaux vaccins dans le pays. Les services vétérinaires pourraient s'inspirer de cette expérience. Les résultats de la quatrième étude de la présente thèse ont montré que le recours à l'approche OH impliquant un échange du personnel et du matériel peut constituer une solution alternative au déficit des services vétérinaires congolais. Pour une mise en œuvre parfaite d'une collaboration entre les SV et SSP du pays dans le cadre de l'approche OH, les deux services doivent être en adéquation de fonctionnement. Ainsi, les SV devaient d'abord réorganiser ses services en adoptant la structuration des services de santé publique. Cette démarche viserait à rapprocher les zones opérationnelles de vaccination animale des communautés d'éleveurs. Au niveau des territoires qui sont le troisième niveau de subdivision administrative du pays après le pays et la province, les services de santé publiques sont subdivisés en plusieurs zones de santé. Les zones de santé sont subdivisées en plusieurs aires de santé. Au niveau des aires de santé pourvues des ressources matérielles, des équipes de professionnels de santé publique appuyées des volontaires relais communautaires réalisent des activités vaccinations au niveau des villages et des quartiers. Par contre, les services vétérinaires des territoires dépourvus des ressources humaines, matérielles et financières avec leurs dizaines des professionnels doivent réaliser des campagnes de vaccination animale sur une superficie de 2500 km² en moyenne.

Comme procédé à la quatrième étude de cette thèse, les services vétérinaires des territoires devraient être subdivisés en entités comparables aux zones de santé publique puis à celles comparables aux aires de santé publique. Au niveau des entités comparables au ZS, un professionnel vétérinaire qualifié et une équipe de RECO sélectionnés au niveau de chaque aire de santé et formés pour la vaccination animale pourraient constituer une base opérationnelle des activités de vaccination animale. A ce niveau, un échange des matériels et du personnel entre les SV et SSP serait possible. Roth et collaborateurs (2003) pensent que si les coûts de la vaccination animale étaient répartis entre tous les services (SV, SSP) proportionnellement aux bénéfiques, l'intervention pourrait être rentable pour les services vétérinaires et ceux de santé publique.

L'approche *One health* a ses propres avantages pour aborder les problèmes actuels de santé à l'interface homme-animal-environnement. Elle pourrait aussi les aborder suivant le contexte et l'objectif spécifique de chaque pays (Vergis et al., 2014). Hormis l'organisation de la vaccination animale, au vu des faiblesses perçues dans ses programmes de contrôle et de surveillance des maladies animales, la RDC peut réorganiser ses services vétérinaires en se basant sur le fonctionnement de ses services de santé publique afin d'améliorer la sécurité alimentaire des populations des zones reculées et permettre un

contrôle et une surveillance efficace des maladies animales et zoonotiques sur toute l'étendue du pays (Rweyemamu et al., 2013; Drewe et al., 2015).

Comme souligné par Lamichhane et Shrestha (2011), l'utilisation des auxiliaires vétérinaires revêtira toujours un risque de laisser entre les mains de prestataires malformés la prestations de services des soins animaux. Pour réduire ce risque, le programme de vaccination animale utilisant les RECO devait être accompagné d'un programme régulier de recyclage des vaccinateurs et d'une supervision permanente de leur prestation par le vétérinaire superviseur des activités de vaccination animale dans la zone de santé. Le programme de recyclage constitue un cadre régulier d'échange d'expérience, d'évaluation des activités de terrain et de consolidation de confiance entre des autorités vétérinaires locales et des RECO impliqués dans la vaccination animale au niveau local.

7.1.4.3. Contribution escomptée du Partenariat Public-Privé à la vaccination animale en RDC

Le Partenariat Public-Privé (PPP) est le mode de gestion dans lequel l'État confie à une institution privée la gestion d'un service ou d'un bien public pendant une durée limitée en fonction de l'état des infrastructures et de la disponibilité de financement. Le PPP constitue une solution alternative dont disposent les gouvernements pour assurer des investissements en infrastructures en dépit des contraintes budgétaires (Maatala et al., 2017). Dans le domaine vétérinaire, le PPP permettra aux secteurs public et privé de travailler ensemble en synergie afin d'améliorer leurs performances, la qualité de services fournis et des ressources requises pour la réalisation des activités de santé et production animale. Le secteur privé pourra investir dans les infrastructures nécessaires qui permettront de rendre disponible les services de vaccination animale efficaces et effectives sur toute l'étendue du territoire national. Un tel partenariat permettra aux acteurs de chaque secteur de se concentrer de manière efficace sur une série d'activités déterminées relatives à une responsabilité restreinte. Un PPP efficace constitue une collaboration gagnant-gagnant. Il permettra au secteur public de trouver un financement pour remplir la mission dont il n'avait pas les moyens. Il constituera, pour le secteur privé, une occasion d'augmenter la rentabilité en s'engageant dans la fourniture des services et biens publics (OIE, 2019).

Le type du PPP à développer dépendra des différents acteurs impliqués et de la nature de leurs collaborations respectives. Les acteurs potentiels du PPP dans le cadre de la vaccination animale sont répartis en deux groupes. Les acteurs du secteur privé sont des éleveurs, des professionnels vétérinaires privés, des agents communautaires de santé animale (ACSA), des fournisseurs des produits vétérinaires et des grandes exploitations animales. Les grandes exploitations animales ont intérêt à favoriser le développement des réseaux de vaccination animale en faveur des petits éleveurs autour de leurs sites d'exploitation afin de leur garantir une zone de protection. Les acteurs du secteur public sont des professionnels vétérinaires publics, des services vétérinaires (SV) locaux, des services de santé publique

(SSP) locaux et des professionnels des SSP. Les éleveurs et les vétérinaires développeront une relation client-fournisseur de service. Les éleveurs et les ACSA développeront une relation client-fournisseur de service. Les vaccinateurs (vétérinaires et ACSA) et les fournisseurs des produits vétérinaires développeront une relation client-fournisseur du vaccin. Les relations éleveurs-vétérinaires, éleveurs-ACSA, vaccinateurs-fournisseurs des produits vétérinaires impliqueront le développement d'un PPP transactionnel. Les ACSA et les professionnels vétérinaires développeront une relation de collaboration. Les grandes exploitations animales et les SV locaux développeront une relation de collaboration interinstitutionnelle. Les SV locaux et les SSP locaux développeront une relation de collaboration intersectorielle. Les collaborations ACSA-professionnels vétérinaires, grands exploitants animales-SV locaux, SV locaux-SSP locaux impliqueront le développement d'un PPP collaboratif. Les différentes interactions entre les différents acteurs potentiels dans le cadre du développement du PPP pour la vaccination animale en RDC induiront au changement dans la perception des acteurs dans l'organisation de la vaccination animale en RDC. Ce changement impliquera le développement d'un PPP transformationnel. L'approche OH peut être considérée comme un modèle de PPP. Ainsi, Binot et collaborateurs (2015) ont montré que sa mise en œuvre impliquent des directives méthodologiques et des coûts de transaction pour la réalisation d'une meilleure intégration interdisciplinaire, d'une meilleure collaboration intersectorielle et d'une bonne implication des potentiels acteurs à différents niveaux.

7.1.4.4. Intégration de l'approche *One health* et du partenariat public-privé dans la vaccination animale en RDC

L'expérience du PEV en RDC prouve que le contrôle des maladies infectieuses par la vaccination dans une région ou un pays nécessite l'implication des plusieurs partenaires notamment des bénéficiaires directs, des investisseurs privés et des organismes gouvernementaux et non gouvernementaux. Les éleveurs congolais qui seraient les bénéficiaires directs de services pérennes de vaccination animale ont exprimé leur disposition à payer pour la vaccination de leurs animaux. Les professionnels de SV et les RECO qui ont presté comme vaccinateurs des poules villageoises, ont obtenus des résultats comparables à ceux des vaccinateurs vétérinaires. Ils ont exprimé leur volonté de continuer avec leur prestation pour des campagnes de vaccination animale antérieures.

Contrairement à d'autres études réalisées dans d'autres pays où les éleveurs appréciaient plus des services rendus par des agents communautaires de santé animale (Terfa et al., 2018), les éleveurs congolais feraient plus confiance aux prestations des vétérinaires des services publics. Malheureusement, ces derniers ne disposent pas des ressources nécessaires pour la satisfaction des besoins des éleveurs. Les services vétérinaires publics pourront intégrer les relais communautaires formés dans leurs équipes de vaccination animale.

La conséquence logique de cette intégration des RECO dans ces équipes sera la création des circonscriptions de vaccination animale efficaces, limitées à un nombre précis de ménages et présentes dans toutes les zones accessibles aux réseaux de vaccination des services de santé publique. Par ailleurs, un minimum d'accès à une chaîne de froid sur toute l'étendue du pays sera possible. Au vu des exigences du PEV, ce dernier n'est pas totalement garanti. Ainsi, l'acquisition des chaînes de froid allouées exclusivement aux services de vaccination animale attachées aux ZS peut être considérée comme le véritable propulseur de la vaccination animale pérenne en RDC.

L'approche partenariat public-privé se présente comme une solution à deux obstacles majeurs à la réalisation effective de la vaccination animale en RDC. Celui de l'approvisionnement et distributions des vaccins à usage vétérinaire et celui de l'installation des chaînes des froids pour la conservation de ces vaccins au niveau de 515 ZS que compte le pays (Ministère de la Santé, 2006). A travers cette approche les secteurs vétérinaires public et privé pourraient atteindre tous les éleveurs du pays et réaliser leurs avantages respectifs. Ils pourront le faire en partageant les responsabilités, les ressources requises et les résultats des activités (Galière et al., 2019). La figure 5.1 schématise toute la démarche proposée par cette étude pour la mise en place des services pérennes de vaccination animale en RDC.

7.1.5. Gestion des programmes de vaccination animale en RDC

Il sera important d'assurer une gestion adéquate de la vaccination animale en RDC. Une gestion dont les objectifs seront de minimiser les coûts de la vaccination animale, d'augmenter la disponibilité du service et de construire un cadre opérationnel pour toutes les autres vaccinations animales dans la région (Acosta et al., 2019). Au regard des manques d'infrastructures et de logistiques adéquates des SV, de la disponibilité du vaccin ainsi que de la situation socio-économique des éleveurs concernés, les vaccins thermostables sont les mieux indiqués pour le meilleur fonctionnement des programmes de contrôle et d'éradication des maladies animales dans ce pays (De Bruyn et al., 2017; Acosta et al., 2019). Toutefois si les moyens financiers le permettront, l'utilisation des vaccins inactivés sera une solution alternative pour la pérennisation de la vaccination animale en RDC. Pour maximiser les avantages de la vaccination animale en RDC, une combinaison des programmes nationaux de vaccination animale sera nécessaire, d'un côté des programmes de vaccination de routine et de l'autre des programmes des vaccination préventive ou d'urgence (Swayne, 2012).

Avant une quelconque extrapolation des recommandations et conclusions issues de la présente thèse, il faut noter que le comportement et la décision des éleveurs à l'égard d'un service de vaccination animale dépendra également du rôle socio-économique de l'espèce animale à vacciner. Il ne sera pas étonnant que les éleveurs d'autres espèces animales adhèrent plus ou moins à la vaccination animale payante.

7.1.6. Intérêt et participation des éleveurs à la vaccination animale

Une campagne de vaccination animale assurant une couverture vaccinale optimale résulte d'un travail d'éducation, de mobilisation et de la sensibilisation des éleveurs (Kayali et al., 2003; Muthiani et al., 2015; Mosimann et al., 2016). Il est aussi important de bien cerner le contexte culturel et socio-économique du milieu ciblé pour la vaccination avant toutes les activités de la planification des campagnes de vaccination animale (Léchenne et al., 2016). Il faudra éviter que la vaccination animale ne vienne rafraîchir des conflits sociaux antérieurs ou heurter des obstacles socio-culturels du milieu. Certains villages ne doivent pas être privilégiés au détriment d'autres. Tout échec de la vaccination animale réalisée par un vaccinateur importé peut être perçu comme un acte intentionnel visant à nuire les éleveurs d'un village voisin.

L'implication des éleveurs est une clé du succès des campagnes de vaccinations animales (Bagnol et al., 2013). La participation des éleveurs à la campagne de vaccination animale repose sur leur connaissance sur les risques de transmission de la maladie des animaux malades aux animaux sains. Cela leur permet d'appréhender les bénéfices des programmes de vaccination animale (Harrison and Alders, 2010).

Les résultats de la vaccination dans un élevage peuvent inciter les autres éleveurs à adopter ou à renoncer à un programme de vaccination (Campbell et al., 2018). Le choix du modèle de services de vaccination payante par des communautés d'éleveurs est un gage de la durabilité du programme (Harrison and Alders, 2010).

7.1.7. Vulgarisation et durabilité de la vaccination animale en RDC

La décision des petits éleveurs de vacciner leurs animaux est basée sur la décision individuelle. L'introduction de la vaccination animale pour les petits éleveurs paraît être nouveau pour la majorité de petits exploitants. La théorie de la diffusion de l'innovation de Rogers (2003) stipule que l'acceptation d'une innovation repose sur trois types de décisions : la décision individuelle, qui vient de l'individu lui-même, la décision collective, qui est liée à l'adhésion de l'individu à un groupe, et une décision de l'autorité, qui impose la volonté des gouvernants à la base. Partant de cette théorie, il ressort un réel besoin de vulgarisation de la vaccination animale payante et de la participation financière des éleveurs dans les milieux ruraux. Cette activité aura pour principal objectif de transmettre à chaque éleveur une connaissance sur l'intérêt de la vaccination de ses animaux et sur l'apport de sa contribution financière à l'organisation de ces vaccinations. Le travail de vulgarisation est justifié par le fait que la participation des éleveurs dans les campagnes de vaccination animale dans les pays en voie de développement est fondée sur le processus de décision individuelle indépendamment du comportement collectif envisagé par l'autorité (Heffernan et al., 2010). C'est à ce niveau que les RECO pourraient intervenir avec comme

atout leur étroite et permanente collaboration avec des ménages des éleveurs. Ils pourront faire un travail de fond en assurant un échange continu avec des éleveurs en faveur de leur adhésion à un programme national et durable de vaccination de la poule villageoise. Etant membres et stables dans leurs communautés respectives, les RECO partagent les soucis quotidiens de tous les membres de ces communautés. La position des RECO comme animateurs des réseaux de vaccination animale constitue un des éléments de la pérennité de ces derniers. La pérennisation d'un tel programme nécessiterait l'implication des éleveurs et un engagement des vaccinateurs (Harrison et Alders, 2010).

Lindahl et collaborateurs (2019) pensent que la durabilité d'un programme ne repose pas seulement sur le fait de rendre disponible le vaccin mais il doit être accompagné de l'amélioration de la connaissance des éleveurs par la vulgarisation. La vulgarisation demeure le seul moyen des transmissions des technologies et de compétences susceptibles d'améliorer les pratiques et la qualité de vie des agri-éleveurs des pays en développement (Henning et al., 2014).

7.1.8. Apports des laboratoires dans l'organisation de la vaccination animale en RDC

Des mortalités post-vaccinales observées moins de 30 jours après la vaccination montrent la nécessité de la recherche sur le statut immunitaire des animaux à vacciner, sur la présence de la maladie contre laquelle vacciner et sur les éventuelles maladies susceptibles de causer l'immunodépression chez les animaux à vacciner. Par ailleurs, Catley et collaborateurs (2009) avaient proposé, avant l'exécution d'un programme de vaccination animale, de vérifier si le vaccin utilisé était approprié, si la couverture vaccinale atteinte était optimale, si le dosage du vaccin était respecté, si la vaccination était réalisée en adéquation avec des périodes d'apparition de la maladie et enfin si la chaîne de froid était respectée.

Le meilleur moyen de lutter contre les foyers de maladies animales en RDC serait de procéder impérativement à des vaccinations régulières pour toutes les espèces contre toutes les maladies évitables par la vaccination (Shretra 2017). La vaccination animale doit être accompagnée de la formation des éleveurs en biosécurité et de celle des professionnels vétérinaires en diagnostic rapide et surveillance des maladies animales (Swayne, 2012).

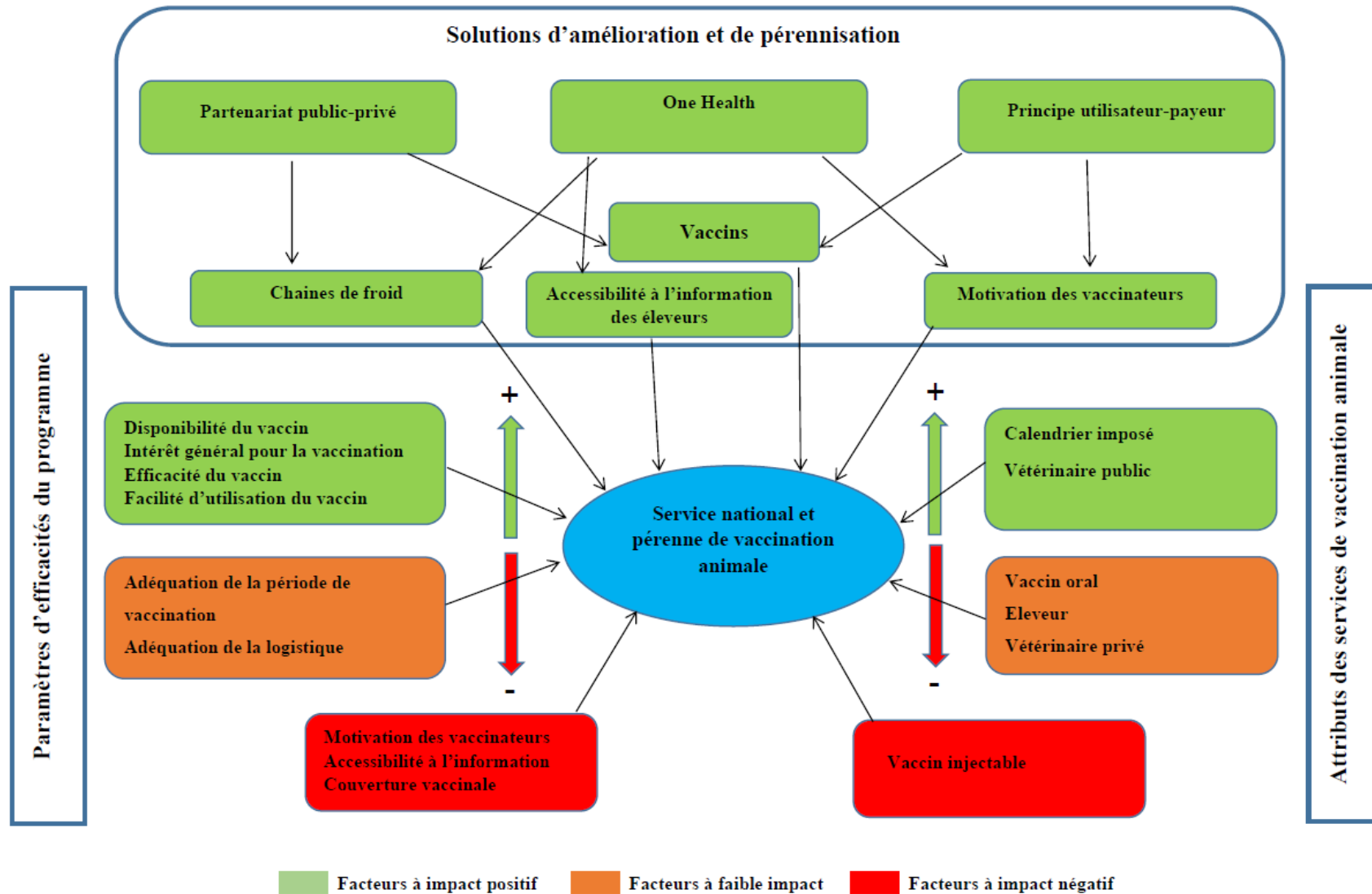


Figure 5.1. Cadre conceptuel de la mise en place des services pérennes de vaccination animale en RD

7.2. Conclusion générale

Sur le plan organisationnel, logistique et financier cette étude a montré que trois piliers notamment le principe utilisateur-payeur, l'approche *One health* et le partenariat public-privé peuvent assurer le financement, la durabilité et la logistique de ces services ainsi que l'accessibilité de ces services à tous les éleveurs de la RDC. Les laboratoires doivent être impliqués en amont de la vaccination afin de trouver les souches vaccinales appropriées, de déterminer le statut vaccinal des troupeaux à vacciner, de diagnostiquer les éventuelles maladies immunodépressives dans les troupeaux concernés et de développer des stratégies vaccinales appropriées à la région.

Quatre études étaient nécessaires pour répondre à la question de la mise en place des services pérennes de vaccination animale dans un pays d'une superficie de 2.345.000 km² dont les services vétérinaires étaient dépourvus des ressources adéquates.

La première étude qui a consisté en l'évaluation participative des campagnes de vaccination payante des poules dans la province du Kongo central. Elle a abouti à l'élaboration d'une grille d'évaluation participative des programmes de vaccination animale dans la région. Elle a en outre mis en évidence deux points faibles de ces campagnes. Il s'agissait de la faible sensibilisation des éleveurs et du manque de motivation des vaccinateurs. Elle a montré que les vaccinations animales payantes étaient durables dans le temps.

La deuxième étude a consisté en l'application des préférences déclarées pour analyser la demande de la vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle en RD Congo. Cette étude a permis d'identifier la modalité « calendrier imposé » et le vaccinateur « vétérinaire public » comme les deux niveaux d'attributs des services de vaccination payantes qui influençaient la disposition des éleveurs à payer pour la vaccination de leurs poules. Elle a abouti à la conclusion selon laquelle pour résoudre les problèmes de mobilité des vaccinateurs, de confiance des éleveurs et de motivation des vaccinateurs, il pourrait être judicieux en pratique de travailler avec les relais communautaires des services de santé publique. Ces derniers étaient stables au niveau de chaque village et obéissait principalement à des motivations sociales.

La troisième étude a consisté en l'évaluation participative de l'intérêt des approches *One Health* dans le développement des services de santé animale en République démocratique du Congo. Cette étude a montré que les professionnels des services de l'environnement, ceux des services vétérinaires et ceux des services de santé publique étaient prêts à collaborer pour le développement des services vétérinaires de leurs territoires respectifs. Ces professionnels connaissaient quatre de huit avantages des approches OH mondialement connus. L'approche OH semble être la solution qui apparaît comme un objectif et un

moyen de renforcer les capacités de ces services, d'améliorer les conditions de travail de leur personnel et de protéger les moyens de subsistance des communautés rurales pauvres.

La quatrième a consisté en la mise en place puis à l'évaluation participative des réseaux expérimentaux de la vaccination des poules villageoises contre la maladie de Newcastle en rapprochement avec les réseaux de vaccination de santé publique. L'évaluation participative de ces réseaux a été réalisée au moyen de la grille d'évaluation proposée par l'étude 1. Cette étude a montré que les relais communautaires pouvaient réaliser les mêmes performances que les vétérinaires dans la vaccination des poules villageoises et qu'ils pouvaient apporter cette vaccination dans les zones où les services vétérinaires étaient absents.

Cette étude a montré que la mise en place des services pérennes de vaccination animale en RDC doit faire face non seulement aux obstacles d'ordre organisationnel, logistique et financier mais elle doit aussi prévenir des causes biologiques des échecs de la vaccination. Ces échecs affecteront l'appréciation de l'efficacité du vaccin par les éleveurs et réduiront le taux d'adoption de la vaccination par les éleveurs.

7.3. Perspectives

La présente thèse s'est focalisée sur le cas de la vaccination de la volaille en condition d'élevage villageois pour la seule maladie de Newcastle. Il est évident que des services de vaccination animale en RDC seront spécifiques à chaque espèce, à chaque cadre d'élevage et à chaque maladie animale. Dès lors une perspective naturelle de ce travail est d'en étendre les observations à d'autres cas. Le cas de la Peste des Petits Ruminants apparaît comme un candidat important à cet égard, étant donné la priorité mise par l'OIE sur son éradication et vu les ravages causés en RDC par cette maladie, affectant majoritairement des éleveurs pauvres qui sont les détenteurs de petits ruminants dans le pays (OIE, 2019). La réussite et le maintien de ces services doivent être accompagnés par des recherches scientifiques interdisciplinaires afin de leur assurer la pérennité nécessaire. Ces recherches permettront progressivement d'identifier des facteurs socio-économiques qui influenceront la mise en place de ces services, des obstacles spécifiques à chaque service vaccinal, des souches vaccinales appropriées et des causes des éventuelles des échecs vaccinaux et de diagnostiquer des maladies animales évitables par la vaccination. Elles permettront en outre le développement des stratégies d'élargissement des activités de vaccination animale existantes dans le pays, l'évaluation des impacts socio-économiques et épidémiologiques de la vaccination animale dans le pays et le développement des stratégies vaccinales appropriées pour chaque espèce animale et chaque région suivant son statut épidémiologique.

En ligne avec cette visée générale, nous considérons que cette thèse a ouvert la porte à différentes questions de recherche que nous présentons brièvement ci-dessous.

- a. Application des préférences déclarées pour étudier la demande de vaccination payante contre les maladies animales de toutes les espèces animales élevés dans les provinces de la partie Sud-Ouest de la RDC

La décision des éleveurs pour la vaccination est fortement influencée par les facteurs socio-économiques. Le rôle socio-économique de l'espèce animale à vacciner peut influencer cette décision. Puisque la décision reposera sur le compromis de choix à faire entre plusieurs éléments qui caractériseront les différents services de vaccination payante des différentes espèces animales contre différentes maladies, nous posons l'hypothèse que des différences peuvent exister dans les préférences des éleveurs en fonction de la maladie ou de l'espèce animale à vacciner. Cette différence pourra être à la base des différentes politiques à adopter pour la mise en place des différents services de vaccination payante pour différentes espèces animales, dans différents cadres d'élevage dans la région. Cette recherche pourrait en outre s'intéresser aux priorités établies par les éleveurs entre la vaccination des différentes espèces élevées ou entre la sécurisation de leur activités d'élevage et de leurs autres activités.

b. Evaluation participative de l'intérêt et de l'appréhension des parties prenantes sur l'intégration du partenariat public-privé dans la politique d'amélioration des services de santé animale en RDC

Comme ce travail nous a permis de l'identifier, le recours au partenariat public-privé permettrait au gouvernement congolais de progresser sur la question des services de santé animale malgré la faiblesse actuelle de ceux-ci, la faiblesse des budgets publics disponibles et l'immensité du territoire à couvrir. Les partenariats public-privé recouvre une diversité de modalités, joignant des acteurs de nature et de niveaux d'action très divers. Le principe général est celui d'une collaboration gagnant-gagnant entre le gouvernement et les acteurs privés, mais ces derniers peuvent ressortir des grandes firmes pharmaceutiques comme du petit entrepreneur local, voire du travailleur communautaire indépendant. Chaque cas entraîne une spécificité de la nature des bénéfices partagés et des modalités de leur concrétisation. Comme le PPP sera une innovation dans le domaine de la santé animale dans la partie Sud-Ouest du pays, il est important de cerner l'appréhension et l'intérêt des différentes parties prenantes pour les différents niveaux de PPP envisageables. Cette enquête permettra d'identifier les parties prenantes, leurs intérêts, capacités et attentes et donc leurs potentielles contributions dans la santé animale aux côtés de l'Etat. Cette enquête se basera sur la typologie des partenariats public-privés telle que récemment élaborée par l'OIE (OIE, 2019), proposant dès lors une application contextualisée de cette typologie.

c. Evaluation de l'impact socio-économique de la vaccination payante des poules villageoises contre la maladie de Newcastle dans la partie Sud-Ouest de la RDC

Le programme de vaccination de la poule villageoise contre la maladie de Newcastle avait pour principal objectif d'améliorer la productivité des élevages des poules villageoises. Ceci implique l'augmentation de la taille des troupeaux, du nombre de poules et des œufs consommés et vendus par les ménages grâce à la réduction de la mortalité des poules villageoises. Comme souligné à travers la présente thèse, la réussite d'une vaccination est un incitant essentiel pour améliorer l'adoption du programme de vaccination par les éleveurs et, à l'inverse, chaque échec constitue une menace importante pour sa pérennité, voire pour la qualité de relation entre les éleveurs et les services vétérinaires. Or, nous avons suggéré plus haut que la réussite de la vaccination ne dépend pas que du dispositif vaccinal sensu stricto mais requiert des améliorations dans la conduite des élevages. Or cette amélioration de la conduite représente un investissement que l'éleveur ne peut consentir que si la vaccination permet de maîtriser partie des risques planant sur son élevage. Pour présider à la conduite conjointe de ce plan d'amélioration, dont la vaccination ne devient plus qu'un élément parmi d'autres, il est nécessaire de proposer une évaluation de l'impact socio-économique de l'ensemble des mesures, pour alors identifier et mieux défendre la place cruciale tenue par la vaccination. Une telle évaluation d'ensemble permettrait

d'aborder à nouveaux frais la question du prix acceptable pour les services de vaccination et la contribution des acteurs publics et privés à prévoir dans les partenariats susmentionnés.

- d. Détermination du statut immunitaire des troupeaux à vacciner vis-à-vis de la ND dans les trois provinces concernées par cette thèse

La détermination du statut immunitaire des troupeaux vis-à-vis de la ND permettra au SV congolais d'adopter un type de vaccin et une stratégie de vaccination adaptés pour les troupeaux ou les régions concernés en fonction de la situation épidémiologique.

- e. Recherche des pathogènes responsables de l'immunodépression chez les poules villageoises à vacciner

Des pathogènes tels que le virus de la bronchite infectieuse, le virus de la Laryngotrachéite infectieuse, le virus de la bursite infectieuse, le NDV et les *Mycoplasma* spp qui causent l'immunodépression chez les poules doivent être identifiés afin de prévenir des échecs de vaccination de vaccination. Cette connaissance permettra aux SV congolais d'adopter la stratégie vaccinale adaptée.

- f. Recherche sur la conduite de l'élevage

La connaissance de la conduite des élevages de poules villageoises est un paramètre important pour l'identification des facteurs à risque et l'adoption des stratégies d'amélioration de la biosécurité dans et de la conduite de ces élevages.

Ces quelques perspectives, rapidement tracées et sans prétention aucune d'exhaustivité quant aux pistes de recherche ouvertes, nous permettent de clôturer ce document sur un appel à la nécessaire complémentarité des approches médicales, techniques et de sciences humaines et sociales pour la résolution de questions de santé animale dans le développement humain. En effet, la présente question de la vaccination de poules en milieu villageois contre la maladie de Newcastle laisse apparaître, nous l'espérons, toute la complexité qui se cache derrière un cas que d'aucuns auraient pu considérer de prime abord comme simple car techniquement maîtrisé.

7.4. Références bibliographiques

- Acosta, D., Hendrickx, S., Mckune, S., 2019. The livestock vaccine supply chain : Why it matters and how it can help eradicate peste des petits Ruminants , based on findings in Karamoja , Uganda. *Vaccine* 37, 6285–6290. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2019.09.011>
- Bagnol, B., Alders, R.G., Costa, R., Lauchande, C., Monteiro, J., Msami, H., Mgonezulu, R., Zandamela, A., Young, M., 2013. Contributing factors for successful vaccination campaigns against Newcastle disease. *Livest. Res. Rural Dev.* 25, Article 95-Article 95.
- Binot, A., Duboz, R., Promburom, P., Phimpraphai, W., Cappelle, J., Lajaunie, C., Luce, F., Pinyopummintr, T., Figuié, M., Louis, F., 2015. A framework to promote collective action within the One Health community of practice : Using participatory modelling to enable interdisciplinary , cross-sectoral and multi-level integration. *ONEHLT* 1, 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2015.09.001>
- Campbell, Z.A., Marsh, T.L., Mpolya, E.A., Thumbi, S.M., Palmer, G.H., 2018. Newcastle disease vaccine adoption by smallholder households in Tanzania: Identifying determinants and barriers. *PLoS One* 13, 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206058>
- Catley, A., Abebe, D., Admassu, B., Bekele, G., Abera, B., Eshete, G., Rufael, T., Haile, T., 2009. Impact of drought-related vaccination on livestock mortality in pastoralist areas of Ethiopia. *Disasters* 33, 665–685. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2009.01103.x>
- De Bruyn, J., Thomson, P.C., Bagnol, B., Maulaga, W., Rukambile, E., Alders, R.G., 2017. The chicken or the egg? Exploring bidirectional associations between Newcastle disease vaccination and village chicken flock size in rural Tanzania. *PLoS One* 12, 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188230>
- Diop, B., Ichou, S., Guidot, G., 2011. Analyse des Ecartés PVS Rapport République Démocratique du Congo. Paris.
- Donadeu, M., Nwankpa, N., Abela-riidder, B., Dungu, B., 2019. Strategies to increase adoption of animal vaccines by smallholder farmers with focus on neglected diseases and marginalized populations. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 13, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006989>
- Drewe, J.A., Hoinville, L.J., Cook, A.J.C., Floyd, T., Gunn, G., Stärk, K.D.C., 2015. SERVAL: A New Framework for the Evaluation of Animal Health Surveillance. *Transbound. Emerg. Dis.* 62, 33–

45. <https://doi.org/10.1111/tbed.12063>

Galière, M., Peyre, M., Muñoz, F., Poupaud, M., Dehove, A., Roger, F., Dieuzy-Labayé, I., 2019. Typological analysis of public-private partnerships in the veterinary domain. *PLoS One* 14, e0224079. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224079>

Harrison, J.L., Alders, R.G., 2010. An assessment of chicken husbandry including Newcastle disease control in rural areas of Chibuto, Mozambique. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 729–736.

Heffernan, C., Thomson, K., Nielsen, L., 2010. Caste, livelihoods and livestock: an exploration of the uptake of livestock vaccination adoption among poor farmers in India. *Academe* 96, 10–14. <https://doi.org/10.1002/jid>

Henning, J., Hla, T., Meers, J., 2014. Interdisciplinary communication of infectious disease research – translating complex epidemiological findings into understandable messages for village chicken farmers in Myanmar 1–8.

Kayali, U., Mindekem, R., Yémadji, N., Vounatsou, P., Kanninga, Y., Ndoutamia, A.G., Zinsstag, J., 2003. Coverage of pilot parenteral vaccination campaign against canine rabies in N ' Djaména , Chad 81.

Lamichhane, D.K., Shrestha, S., 2011. Determinants of farmers ' choice for veterinary service providers in Nepal Mountains. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0053-5>

Léchenne, M., Oussiguere, A., Naissengar, K., Mindekem, R., Mosimann, L., Rives, G., Hattendorf, J., Doumagoum, D., Oumar, I., Zinsstag, J., 2016. Operational performance and analysis of two rabies vaccination campaigns in N ' Djaména , Chad 34, 571–577. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2015.11.033>

Lemiere, S., 2013. Actualités sur la pathologie virale du canard de barbarie *Cairina moschata* en élevage professionnel de chair-exemple de la parvovirose. *Bull. Acad. Vét. Fr.* — 166, 206–213.

Lindahl, J.F., Young, J., Wyatt, A., Young, M., Alders, R., Bagnol, B., Kibaya, A., Grace, D., 2019. Do vaccination interventions have effects ? A study on how poultry vaccination interventions change smallholder farmer knowledge , attitudes , and practice in villages in Kenya and Tanzania 213–220.

Maatala, N., Benabdellah, M., Lebailly, P., 2017. Les Partenariats Public-Privé : Fondement théorique

et analyse économique. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 5, 192–199.

Mosimann, L., Traoré, A., Mautib, S., Léchenne, M., Obrist, B., Vérona, R., Hattendorf, J., Zinsstag, J., 2016. A mixed methods approach to assess animal vaccination programmes: The case of rabies control in Bamako, Mali. *Acta Trop.* 165, 203–215. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.10.007>

MSP, 2006. Recueil des normes de la zone de santé. Ministère de la santé Publique, Kinshasa.

Muthiani, Y., Traoré, A., Mauti, S., Zinsstag, J., Hattendorf, J., 2015. Low coverage of central point vaccination against dog rabies in. *Prev. Vet. Med.* 120, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.04.007>

Nitsch, M., Waldherr, K., Denk, E., Griebler, U., Marent, B., Forster, R., 2013. Participation by different stakeholders in participatory evaluation of health promotion: A literature review. *Eval. Program Plann.* 40, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2013.04.006>

OIE, 2019. The OIE PPP Handbook: Guidelines for Public-Private Partnerships in the veterinary domain. World Organisation for Animal Health, Paris.

Pezalla, A.E., Pettigrew, J., Miller-day, M., 2015. HHS Public Access. *Qual Res.* 12, 165–185. <https://doi.org/10.1177/1487941111422107.Researching>

Plottu, B., Plottu, É., 2009. Contraintes et vertus de l'évaluation participative. *Rev. Fr. Gest.* 192, 31–44. <https://doi.org/10.3166/RFG.192.31-44>

Roth, F., Zinsstag, J., Orkhon, D., Hutton, G., Cosivi, O., Carrin, G., Otte, J., 2003. Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis : case study. *Bull. World Health Organ.* 81.

Rweyemamu, M.M., Mmbuji, P., Karimuribo, E., Paweska, J., Kambarage, D., Neves, L., Kayembe, J., Mweene, A., Matee, M., 2013. The Southern African Centre for Infectious Disease Surveillance : A One Health Consortium. *Emerg Heal. Threat. J.* 6, 1–8. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3402/ehj.v6i0.19958>

Smith, J., Noble, H., 2014. Bias in research. *Evid. Based. Nurs.* 17, 100–101. <https://doi.org/10.1136/eb-2014-101946>

Swayne, D.E., 2012. Impact of Vaccines and Vaccination on Global Control of Avian Influenza Symposium Keynote Address — Impact of Vaccines and Vaccination on Global Control of Avian

Influenza. *Avian Dis.* 56, 818–828.

Terfa, Z.G., Garikipati, S., Kassie, G., Bettridge, J.M., Christley, R.M., 2018. Eliciting preferences for attributes of Newcastle disease vaccination programmes for village poultry in Ethiopia. *Prev. Vet. Med.* 158, 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.08.004>

Vergis, J., Das, D., Suryawanshi, R., Negi, M., Dhaka, P., Vijay, D., Moan, V., Nair, A., Malik, S., Barbuddhe, S., Rawool, D., 2014. One Health Approach: Veterinary Perspectives in Global and Indian Context. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2, 11–16. <https://doi.org/10.14737>

Annexes

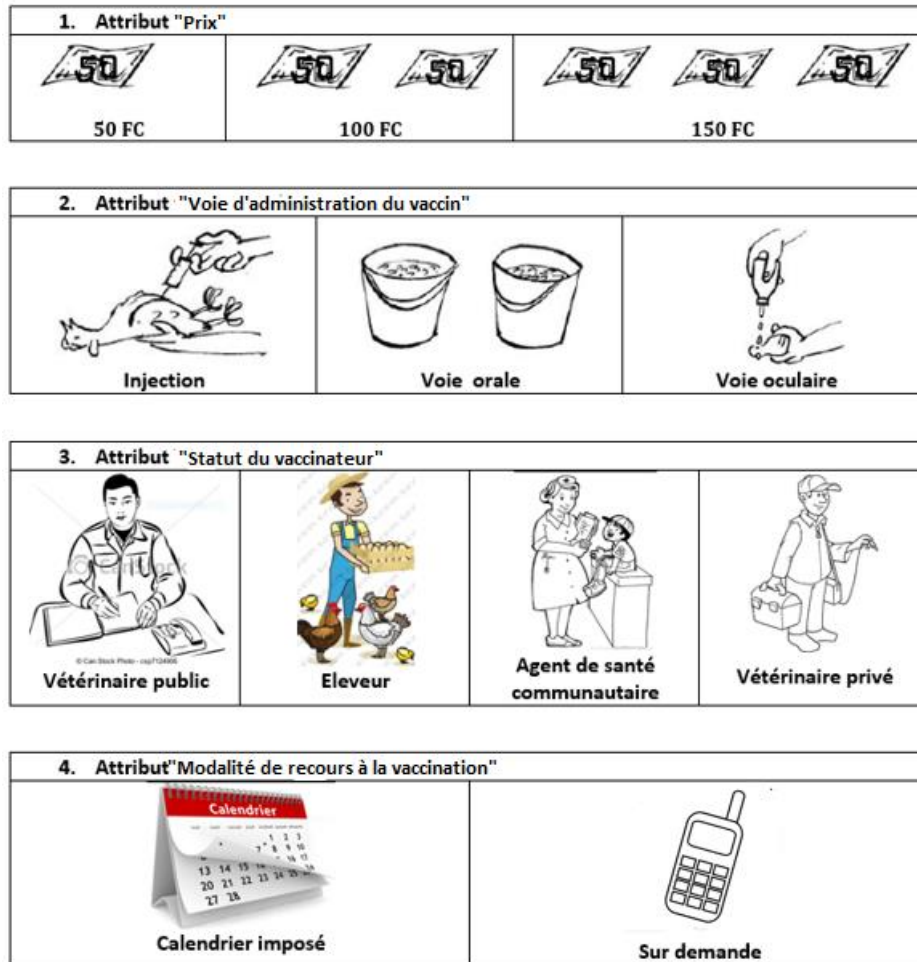


Figure A.1. Images illustratives des niveaux d'attributs utilisées dans la conception des cartes de choix destinées à la collecte des données de la deuxième étude