



Cirad-Département EMVT
Campus de Baillarguet
TA 30
34398 MONTPELLIER Cedex 5



Université Montpellier II
UFR Sciences
Place Eugène Bataillon
34 095 MONTPELLIER Cedex 5

**MASTER 2EME ANNEE
BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES
ET ENVIRONNEMENT SPECIALITE
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

RAPPORT DE STAGE

**MODELISATION DU RISQUE DE DISSEMINATION PAR LES
ECHANGES COMMERCIAUX DE MALADIES AVIAIRES HAUTEMENT
PATHOGENES EN ETHIOPIE: APPROCHE QUANTITATIVE**



Par
Marie-Marie OLIVE

Réalisé sous la direction: Dr Abraham Gopilo, National Animal Health Research Center, Sebeta, Ethiopie

Co-encadrement: Dr Flavie Goutard, CIRAD-BIOS Unité d'Epidémiologie et Ecologie des Maladies Animales

Stage du réalisé du 4 avril 2007 au 14 septembre 2007
Soutenu le : 1^{er} octobre 2007

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont permis de faire cette étude en Ethiopie et en France.

Mon maître de stage, Dr Abraham Gopilo qui m'a suivie tout au long de mon terrain en Ethiopie ainsi que le directeur du National Animal Health Research Center de Sebeta de m'avoir accueillis au sein de leur laboratoire.

Le Dr Amsalu Dewissie, du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural qui m'a apporté toute son aide et qui m'a permis d'avoir accès aux administrations.

Le Dr Berhe, directeur du National Veterinary Institute, son soutien, l'aide qu'il m'a apporté lors de mon étude de terrain et les facilités logistiques qu'il a mis en place afin que mon étude de terrain se passe pour le mieux.

Je tiens également à remercier le Dr Laike Mariam et Yilma Jobre pour leur soutien permanent.

Tadelle Dessie de l'ILRI d'Addis Abeba pour son appui.

Le Dr Philippe Caufour, expatrié en Ethiopie pour son accueil et son appui.

Dawit Salomon, étudiant en Master à l'Université Vétérinaire d'Addis Abeba, avec qui j'ai travaillé en binômes et qui m'a suivi tout au long de mon travail.

Fikadu, Getatchew et Abebe pour m'avoir conduits sur les marchés et dans les élevages et pour leur bonne humeur.

Getaneh Ashenafi et toute sa famille pour m'avoir accueillis et considéré comme un membre de leur famille.

Et toutes les personnes que j'ai rencontré, qui m'ont aidé lors de mon étude en Ethiopie et qui m'ont fournis des informations afin de mener à bien mon étude.

Je remercie également le Dr Flavie Goutard pour la confiance qu'elle m'a accordé, les moyens qu'elle a mis en place et son aide précieuse tout au long du stage.

Le Dr François Roger, chef de l'Unité d'Epidémiologie et d'Ecologie Animale du CIRAD, et toute l'équipe de l'Unité : agents et stagiaires, pour l'aide qu'ils m'ont apportés.

Je remercie également, Véronique Alary du CIRAD, pour son aide et Guillaume Duteurtre pour m'avoir suivi tout au long de mon stage, en France et en Ethiopie.

Résumé

La structure d'un premier modèle d'analyse quantitative sur les risques de dissémination de la maladie de NCD par le commerce de la volaille en Ethiopie a été posée. Les données ont été générées par des enquêtes de terrain sur les marchés, dans les élevages villageois et dans trois des fermes gouvernementales du pays. Elles ont été complétées par des entretiens directs auprès des agents des services publics du pays.

L'étude a consisté dans un premier temps, à la description du commerce de la volaille depuis les marchés situés sur la route de la Vallée du Rift jusqu'à Addis Abeba. Les acteurs impliqués dans ce commerce ont été identifiés et classés en différents groupes distincts. Des données quantitatives ont pu être récoltées et des flux d'approvisionnement des marchés ont été calculés.

Dans un second temps la description du système de distribution des volailles exotiques depuis des centres de multiplication et d'élevage gouvernementaux a été faite. Des données quantitatives sur le nombre de volailles distribuées ont été générées pour l'année 1999 du calendrier éthiopien (2006 – 2007).

L'appréciation quantitative s'est attachée à estimer le risque d'introduction d'au moins un poulet infecté par la maladie de Newcastle à partir de producteurs villageois dans un marché rural. Cette appréciation révèle que dans les conditions actuelles de vaccination en Ethiopie, ce risque est très élevé. En effet, la moyenne du risque d'introduction est de 70% avec un intervalle de confiance à 95% de [0,25 ; 1]. Différents taux de vaccination ont par la suite été testés.

Cette étude est la première étape d'un projet de recherche de 3 ans dont l'un des objectifs est de créer des modèles d'analyse de risque d'émergence et de dissémination de la maladie de Newcastle en Ethiopie. Ces modèles pourront être extrapolés par la suite à la diffusion de la grippe aviaire.

Mots clés : Modélisation – Appréciation quantitative du Risque – Dissémination –
Commerce - Volaille - Maladie de Newcastle -IAHP – Ethiopie

Abstract

A first study, of the risk of dissemination of Newcastle diseases through the trade routes has been undertaken in Ethiopia.

Data were collected on the markets, in the backyard farms and in three governmental multiplication and rearing centers. Moreover, data were collected in the governmental agent. So, data come from different sources.

First the study describes poultry trade from the Rift Valley to Addis Ababa and the different actors involved in the market chain were identified. Quantitative data were collected and the supplying of the different markets has been calculated.

Second, distribution of the exotic chickens which come from governmental farms in order to improve genetically the backyard flock in Ethiopia has been done. Furthermore, we collected quantitative data on these distributions for 1999 Ethiopian calendar (2006-2007).

We assessed quantitatively the risk of introduction of at least one chicken infected from Newcastle disease from village farmers to one rural market.

The risk is very high with current vaccination of Newcastle disease in Ethiopia. In fact the mean of the risk of introduction is 70% with 95% of the probability included between 0.25 and 1.

This study is the first step of a 3 years research project. One of the objectives of this project is to carry out modelling in order to work on a risk analysis of the emergence and dissemination of Newcastle disease in Ethiopia. Then, this modelling could be applied to Avian Influenza.

Key words: Modelling – Risk Assessment – Dissemination – Trade – Poultry –
Newcastle disease – HPAI - Ethiopia

Sommaire

I	Matériels et Méthodes.....	11
I.1	Cadre de l'étude et rappel des objectifs de l'étude	13
I.1.a	Cadre	13
I.1.b	Objectifs.....	13
I.1.c	Calendrier.....	14
I.2	La maladie de Newcastle et les Influenza aviaries hautement pathogènes.....	14
I.2.a	Les agents pathogènes.....	14
I.2.b	Transmission	15
I.2.c	Les symptômes.....	15
I.2.d	Epidémiologie de la maladie.....	15
I.3	La zone d'étude.....	16
I.3.a	Présentation de l'Ethiopie	16
I.3.b	Les régions d'études	17
I.3.c	Le secteur avicole en Ethiopie	18
	i -La population aviaire en Ethiopie.....	18
	ii -Les types d'élevages	19
	iii -Les élevages à grande échelle.....	19
	iv -Les élevages à petite échelle.....	20
	v -Les élevages villageois	20
I.4	Présentation de la méthode d'analyse de risque	21
I.4.a	Les étapes de l'analyse de risque	21
	i -Identification du danger.....	22
	ii -Appréciation du risque.....	22
	iii -La gestion du risque.....	22
	iv -La communication du risque	23
I.4.b	Appréciation qualitative et quantitative	23
	i -Approche déterministe.....	23
	ii -Approche probabiliste ou stochastique.....	23
I.4.c	Méthodologie et mise en place d'une étude d'appréciation du risque.....	24
I.5	Récolte des données et l'organisation des données	25
I.5.a	Les données officielles.....	25

I.5.b	Les enquêtes.....	25
I.5.c	L'organisation des données.....	28
I.6	Mise en place de l'appréciation de risque quantitative.....	28
I.6.a	Appréciation qualitative du risque.....	28
I.6.b	La question relative au risque.....	28
I.6.c	Identification du danger.....	28
I.6.d	Etablissement du modèle conceptuel.....	29
I.6.e	Appréciation quantitative du risque.....	29
II	Résultats.....	30
II.1	Description du système de distribution des volailles exotiques.....	30
II.2	Comportement des producteurs.....	32
II.2.a	Périodes pendant lesquels le plus grand nombre de poulets sont élevés.....	32
II.2.b	Périodes de ventes et de consommation.....	33
II.2.c	Comportement lors du retour du marché.....	33
II.2.d	Connaissance des fermiers sur la maladie de Newcastle.....	34
i	-Principales causes de mortalités identifiées.....	34
ii	-Nombre de fermier connaissant la maladie de Newcastle.....	34
iii	-Symptômes de la maladie de Newcastle décrits.....	34
iv	-Voies d'infections connues.....	35
II.3	Description des acteurs et du système commerciale dans la zone d'étude.....	37
II.3.a	Typologie des marchés visités et des acteurs.....	37
II.3.b	Description du système commercial.....	41
i	-Description du circuit 1 : la route commerciale de Ziway/Debre Zeit à Addis Abeba.....	41
ii	-Description du circuit 2 : la filière d'approvisionnement d'Awassa.....	42
iii	-Description du circuit 3 : la filière d'approvisionnement d'Addis Abeba depuis Wellayita.....	43
iv	-Description du circuit 4 : la filière d'approvisionnement d'Addis Abeba depuis Arba Minch' Zuria.....	44
II.3.c	Modélisation des flux.....	45
II.4	Appréciation du risque.....	45
II.4.a	Etablissement des modèles.....	46
II.4.b	Probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le marché 1 à partir de producteurs (①).....	46

i -Simulation de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 à partir des producteurs villageois (①).....	47
ii -Simulation 1 : Probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 depuis des producteurs villageois.....	49
iii -Différents scénarios de l'effet de la vaccination sur la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans un marché.....	50
III Discussion.....	51

Liste des Figures

Figure 1: Les régions d'étude	17
Figure 2: Localisation des centres de multiplication et d'élevage gouvernementaux en Ethiopie	20
Figure 3: Les étapes de l'Analyse de risque d'après le code de l'OIE	21
Figure 4: Les étapes de l'Appréciation du risque	22
Figure 5: Marchés et villages visités.....	27
Figure 6: Modèle conceptuel sur l'introduction et la dissémination du virus H5N1 en Ethiopie	29
Figure 7: Flux d'information circulant pour la proposition de volailles exotiques provenant des fermes gouvernementales	30
Figure 8: Distribution de volaille exotiques provenant des fermes gouvernementales	31
Figure 9: Nombre de volailles exotiques distribuées dans chaque woreda	32
Figure 10: Variation du nombre de volaille élevé pendant une année.....	33
Figure 11: Variation de la consommation et des ventes au cours d'une année.....	33
Figure 12: Destination des volailles invendues sur le marché.....	34
Figure 13: Principales causes de mortalité identifiées par les éleveurs	34
Figure 14: Symptômes de la maladie de Newcastle Décrits.....	35
Figure 15: Les voies de contamination de la maladie de Newcastle	36
Figure 16: Comportement des producteurs en cas d'apparition de la maladie de Newcastle ..	37
Figure 17: Schématisation de la filière volaille dans la zone d'étude	40
Figure 18: Schématisation du circuit 1	42
Figure 19: Schématisation du circuit 2	43
Figure 20: Schématisation du circuit 3	44
Figure 21: Schématisation du circuit 4	44
Figure 22: Modélisation des flux (en nombre de poulet) entre marchés par semaine	45
Figure 23: Modèle conceptuel	46
Figure 24: Arbre de décision.....	47
Figure 25: Démarche de détermination de Pintro	48
Figure 26: Distribution de Pintro	49
Figure 27: Distribution de Pintro avec une vaccination comprise entre 0,2% et 5%	49
Figure 28: Distribution de Pintro avec différents taux de vaccination	50

Figure 29 : Schématisation d'une structure de "Social Network Annalysis" 54

Liste de Tableaux

Tableau 1: Calendrier du stage	14
Tableau 2: Les régions, zones et woreda de la zone d'étude.....	18
Tableau 3: Estimation du nombre de volaille dans les régions et les zones (CSA, 2006).....	18
Tableau 4: Les marchés visités	26
Tableau 5: Nombre de volailles exotiques distribuées par woreda.....	31
Tableau 6: Typologie des acteurs	39
Tableau 7: Typologie des marchés	40
Tableau 8: Caractérisation des marchés visités	41
Tableau 9: Caractérisation des paramètres	48

Liste de Abréviations et Acronymes

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

CSA: Central Statistical Agency

FSP : Fonds de Solidarité Prioritaire

IA : Influenza Aviaires

IAPH : Influenza Aviaires Hautement Pathogènes

ILRI : International Livestock Institut

NAHRC : National Animal Health Research Center

NCD : Maladie de Newcastle

OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale

SNNP : Peoples, Nations et Nationalité du Sud

Introduction

Dans les pays tropicaux, l'élevage de volaille a un rôle important au niveau de l'économie familiale, et de la sécurité alimentaire.

Dans ces systèmes d'élevage villageois, la maladie de Newcastle (NCD) est la plus importante maladie des volailles reconnue (Tadelle *et al.*, 1996). Elle est endémique dans la plupart de ces pays et Sonaiya (cité par Tadelle *et al.*, 1996), après avoir compilé des rapports provenant de six pays africains, a rapporté que la mortalité causée par cette maladie est comprise entre 50 % et 100 %.

Par ailleurs, aujourd'hui de nombreux pays d'Asie, d'Europe et d'Afrique ont été touchés par le virus Influenza aviaire hautement pathogène H5N1. Dix pays africains ont été affectés par la maladie : le Nigeria, le Niger, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Cameroun, l'Égypte, le Soudan, Djibouti, et plus récemment le Ghana et le Togo. L'OIE a déclaré la maladie contrôlée dans certains pays. Mais la situation reste problématique dans de nombreux pays tels que le Soudan, l'Égypte ou le Nigeria avec une fréquente réapparition de la maladie. Dans de nombreux pays touchés par le virus, le système commercial s'est avéré être une voie de dissémination de la maladie. Ainsi, Fasina *et al.* (2007), ont déterminé que la dispersion de la maladie au Nigeria, premier pays africain touché par le virus, suivait les routes commerciales empruntées par les marchands de volaille.

En Ethiopie, la Central Statistical Agency a estimé le nombre de poulets à environ 34 200 000. Le système de production villageois représente 98% à 99% du système d'élevage de ce pays (Bush, 2006). En dehors du rôle qu'elle joue au niveau de la sécurité alimentaire et de l'économie d'un ménage, la volaille a un rôle culturel et social très important dans le pays (Tadelle *et al.*, 1996). La maladie de Newcastle y est endémique et est responsable de la mort de nombreux poulets dans ces systèmes d'élevage villageois, notamment lors de la saison des pluies. En ce qui concerne la grippe aviaire (IAHP), l'Éthiopie est indemne de la maladie, mais reste cependant menacée par une introduction notamment à partir des pays voisins (échanges commerciaux, légaux ou illégaux etc.).

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche financé par le Ministère des affaires étrangères sur des Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) GRIPAVI « Ecologie et épidémiologie de la grippe aviaire dans les pays du Sud » mené par l'unité d'Epidémiologie et d'Ecologie des Maladies Animales du CIRAD. Elle s'inscrit dans la composante « Analyse de risque » du projet et constitue un travail préliminaire à ce qui va être conduit en Ethiopie. Elle fait suite une étude réalisée par le CIRAD en 2006, pour la FAO, au cours de laquelle une appréciation qualitative du risque d'introduction et de dissémination du virus H5N1 en Ethiopie par les échanges commerciaux a été établie

L'analyse de risque est un outil d'aide à la décision, utilisé en épidémiologie, permettant « d'organiser les informations disponibles sur un événement potentiel donné, de les traduire en probabilités en tenant compte d'hypothèses, de la variabilité et de l'incertitude, et d'en déduire logiquement des décisions » (Toma B. *et al.*, 2002). Une analyse de risque se compose de plusieurs étapes dont l'une d'entre elles est l'appréciation du risque. Cette étape a pour but d'estimer la probabilité qui est encourue face à l'apparition d'un risque bien défini au départ. L'appréciation du risque peut se mener de façon qualitative ou quantitative, cependant une appréciation qualitative précède le plus souvent une appréciation quantitative.

I Matériels et Méthodes

I.1 Cadre de l'étude et rappel des objectifs de l'étude

I.1.a Cadre

En 2006, l'unité d'Epidémiologie et d'écologie animale du CIRAD a réalisé une étude d'« appréciation du risque et conséquences » pour la FAO Ethiopie dans le cadre d'un projet de mise en place de plan d'urgence visant à améliorer la prévention et le contrôle de l'influenza aviaire (IA) en Ethiopie ¹.

Cette étude s'inscrit dans la continuité de ce projet et constitue la première ébauche du travail de recherche prévu dans le cadre du projet FSP GRIPAVI « Ecologie et épidémiologie de la grippe aviaire dans les pays du sud ». Les pays impliqués dans ce projet sont : l'Afrique du Sud, l'Ethiopie, Madagascar, le Mali, la Mauritanie, le Vietnam et le Zimbabwe. Les partenaires en Ethiopie sont : les Services vétérinaires, le National Animal Health Research Center (NAHRC) de Sebata, l'International Livestock Research Institute (ILRI) à Addis Abeba.

Le projet FSP est constitué de trois composantes :

- La première sur l'écologie et l'épidémiologie de l'IA et de la maladie de Newcastle (NCD) qui vise à comprendre les phénomènes de persistances et de transmission au sein des compartiments sauvages, domestiques et de l'environnement
- La composante deux, plus opérationnelle, s'attachera à la description des filières et des réseaux de contacts, créant des modèles d'analyse du risque d'occurrence et de dissémination de la grippe aviaire. Cet outil d'aide à la décision, permettra l'élaboration de méthodes de lutte économiquement adaptées
- La composante trois se concentra sur le management et les formations afin de mutualiser et développer des compétences en matière d'IA et de NCD.

Cette étude s'inscrit dans la deuxième composante du projet et constitue la première étude d'analyse de risque en Ethiopie.

I.1.b Objectifs

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

1. Description du système de distribution national des volailles exotiques et recueil de données sur les programmes d'amélioration génétique
2. Description des acteurs et du système commercial, quantification des flux d'animaux et description des réseaux de contact
3. Modélisation et estimation quantitative ponctuelle du risque de dissémination de la NCD et de la Grippe aviaire

¹ « Urgent Intervention for the Early Detection, Prevention, and Control of Avian Influenza in Ethiopia »).

I.1.c Calendrier

L'étude a été faite selon le calendrier présenter dans le tableau 1.

Tableau 1: Calendrier du stage

Période	Action
4 avril au 24 avril	CIRAD : Préparation de l'étude de terrain : détermination de la zone d'étude, préparation des questionnaires et recherches bibliographiques...
25 avril au 10 août - 25 avril au 3 juin - 4 juin au 3 juillet - 4 juillet au 22 juillet - 23 juillet au 10 août	Ethiopie : Etude de terrain Visite et enquêtes sur les marchés d'Addis Abeba et dans les administrations Visite et enquêtes sur les marchés de Debre Zeit à Ziway et dans les administrations Visite et enquêtes sur les marchés de Arsi Negele à Arba Minch' et dans les administrations Visite des marchés d'Addis Abeba, première restitution de l'étude au Ministère de l'Agriculture
13 août au 14 septembre	CIRAD : Mise en place d'une base de données relationnelle Access, organisation des données, traitement des données et rédaction du rapport de stage

I.2 La maladie de Newcastle et les Influenza aviaires hautement pathogènes

La maladie de Newcastle et les influenzas aviaires sont des maladies virales contagieuses.

Les symptômes des IAHP et de la NCD sont identiques. Le diagnostic différentiel ne peut se faire qu'à partir de diagnostics de laboratoires.

Les deux maladies sont à déclaration obligatoire.

I.2.a Les agents pathogènes

L'agent responsable de la grippe aviaire est un virus de la famille des Orthomyxoviridae qui sont des virus à simple hélice ARN, du genre Influenza virus. La nature des antigènes internes définissent les types d'influenza virus qui sont au nombre de trois : A, B et C. Les influenzas aviaires sont de type A. La nature des antigènes externes du virus définit leur sous types : l'Hémagglutinine (HA) et la Neuraminidase (NA) (actuellement 16 HA, de H1 à H16, et 9 NA, de N1 à N9, identifiées). On distingue deux types de pathogénicité chez les virus influenza aviaires :

- les souches faiblement pathogènes (IAFP), faiblement virulentes ;
- les souches hautement pathogènes, très virulentes. Les IAHP sont causés essentiellement par les sous-types de virus H5, H7 et H9.

L'agent responsable de la maladie de Newcastle est un virus à ARN, de la famille des Paramyxoviridae, du genre Rubulavirus. Il existe trois souches virales. Comme pour la grippe on classe les couches selon leur virulence en distinguant (OIE, 2004):

- Des souches lentogènes, faiblement virulentes
- Des souches mésogènes, moyennement virulentes
- Des souches vélogènes , très virulentes

Les virus responsables de la NCD sont très résistants à température ambiante, Il reste infectieux (OIE, 2004):

- longtemps (plusieurs mois) dans les matières fécales :
- 2 à 3 mois au sol, dans un poulailler,
- 7 à 8 mois sur une coquille souillée,
- 2 ans et plus dans une carcasse non cuite et congelée

Selon l'OIE, la durée d'incubation de la NCD est de 4 à 6 jours.

Les virus responsables des IA peuvent survivre (Martin *et al.*, 2006):

- au moins 55 jours dans des fèces à une température de 4°C
- 5 semaines dans un poulailler (Webster et al 1978 cité par Martin *et al.*, 2006)
- 4 jours dans les eaux d'un lac à 22°C et 30 jours à 0°C (Webster et al 1978 cité par Martin *et al.*, 2006)

Selon l'OIE (2002), la durée d'incubation est de 3 à 5 jours, avec une période maximale de 21 jours.

1.2.b Transmission

Le mode de transmission de la NCD et des IA se fait par contact direct avec des sécrétions contaminées (contamination par voie respiratoire ou digestive) (sécrétion respiratoires et matières fécales, toutes les parties de la carcasse) ; mais aussi par contact indirect par de la nourriture, de l'eau ou du matériel contaminé (OIE, 2004 et 2006).

1.2.c Les symptômes

Les symptômes sont variables et dépendent de la virulence du virus et de l'espèce hôte.

On peut retrouver les caractéristiques suivantes (Afssa [2006]) :

- Formes graves d'évolution aiguë ou suraiguë qualifiées de « peste aviaire » (IAHP et souches vélogènes de NCD) : atteinte importante de l'état général, cyanose de la crête et des barbillons, oedème de la tête, sinusites, troubles digestifs marqués (diarrhée verdâtre), éventuellement troubles respiratoires et parfois nerveux, la mort survient en un ou deux jours et le pourcentage de mortalité est supérieur à 75%.
- Formes subaiguës : atteinte général associée à des symptômes respiratoires et une chute de ponte avec un taux de mortalité pouvant atteindre 50 à 70% (IAHP et souches mésogènes de la NCD).
- Formes frustres : légers symptômes respiratoires et des problèmes de ponte (AIFP et souches lentogènes de la NCD)
- Portage asymptomatique : fréquent avec les souches virales très faiblement pathogènes ou apathogènes (AIFP et souches lentogènes de la NCD).

1.2.d Epidémiologie de la maladie

Deux compartiments animaux peuvent être identifiés dans le cas des deux maladies :

- un compartiment sauvage qui constitue un réservoir de la maladie
- un compartiment domestique

Chez les oiseaux les virus se répliquent dans le tractus digestif, et sont donc excrétés dans les fèces et les sécrétions orales. Les virus se retrouvent alors dans le milieu extérieur et donc dans l'eau. Les virus sont très résistants dans le milieu extérieur et les fèces.

L'introduction du virus dans un pays ou une ferme peut se faire :


- par l'introduction d'oiseaux vivants infectés ; par exemple l'importation d'animaux vivants dans un pays ou les échanges informels de volailles aux frontières
- par l'intermédiaire de matériel, de nourriture ou d'eau contaminé. Par exemple un individu ayant eu des contacts avec des oiseaux infectés et transportant le virus sur ses chaussures.

Un des facteurs importants jouant un rôle dans la dissémination de ces deux maladies sont les échanges commerciaux de volailles vivantes à l'intérieur d'un pays. En effet les virus peuvent être disséminés par les oiseaux infectés eux-mêmes mais aussi par du matériel contaminé (cages, chaussures ou vêtements contaminés...).

I.3 La zone d'étude

I.3.a Présentation de l'Éthiopie

L'encadré 1 présente les principales caractéristiques du pays.

	<p>Capitale : Addis Abeba Langue officielle : Depuis 1994, l'Éthiopie n'a plus de langue officielle: toutes les langues éthiopiennes sont reconnues par l'État. L'amharique est la langue de travail du gouvernement Monnaie : Birr Indépendance : un des pays souverains les plus vieux au monde (plus de 2 000 ans) (Wikipedia, 2007)</p>
<p>Statistiques démographiques Population : 74 777 981 habitants (en 2006) Taux de croissance de la population : 2,31 % (en 2006) Taux de natalité : 44,68 ‰ (en 2006) Taux de mortalité : 17,84 ‰ (en 2006) (Wikipedia, 2007)</p>	<p>Géographie Superficie : 1 127 127 km² Densité : 66,34 hab./km² Pays frontaliers : Somalie, Soudan, Érythrée, Kenya, Djibouti Littoral : 0 km Eaux : Lac de la Vallée du Rift, lac Tana et Nil Bleu Altitudes extrêmes : - 125 m > + 4 620 m (Wikipedia, 2007)</p>
<p>Agriculture et Elevage Le secteur agricole assure : 45 à 50 % du PIB, 63 % des revenus d'exportation et près de 85 % des emplois L'Éthiopie possède le plus grand cheptel des pays africains (Unesco, 2007)</p>	<p>Cheptel Bovin : 43 124 582 Ovin : 23 633 010 Caprin : 18 559 730 Chevaux : 1 655 383 (CSA, 2006)</p>

L’Ethiopie est divisée en neuf régions fédérales, reposant sur neuf régions « ethniques », Tigre, Afar, Amhara, Oromia, Somali, Gambela, Harar, Région des nations, nationalités et peuples du Sud (SNNP), Benishangul-Gumaz) et deux régions autonomes, Addis-Abeba et Dire Dawa (cf Annexe1).

Chaque région fédérale est divisée en zone, divisées elles-mêmes en municipalités appelées woreda. Chaque woreda est divisé en canton appelé kebele.

1.3.b Les régions d’études

Deux régions fédérales : Oromia et SNNP (Figure 1) et une région autonome Addis Abeba, font parties de la zone d’étude. La région d’Addis Abeba a été choisie car elle constitue la fin de la chaîne d’approvisionnement. En annexe 1, 2, 3 des cartes détaillées de l’Ethiopie et des zones sont présentées.

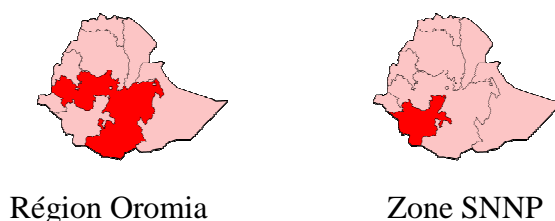


Figure 1: Les régions d’étude

La région d’Oromia est une zone particulièrement intéressante en raison de sa densité de volaille, de la présence de sites de reproduction d’oiseaux migrateurs, de centre de multiplication de volailles. De plus cette zone a déjà fait l’objet d’études préliminaires lors du projet FAO en 2006.

La zone SNNP a été choisie car une partie de l’approvisionnement d’Addis Abeba vient de cette région notamment de la zone Welayita. De plus Awassa la capitale administrative de cette région possède un centre de multiplication et un centre d’élevage gouvernemental se trouve à Sodo dans la zone Welayita.

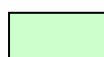
La zone d’étude est donc la route commerciale provenant d’Awasa, Sodo et Arba Minch’ et allant jusqu’à Addis Abeba.

Toute la région d’Addis Abeba fait partie de la zone d’étude. Des marchés dans les différents quartiers de la ville ont été visités.

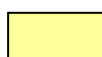
Trois régions font donc partie de la zone d’étude : Addis Abeba, Oromia et SNNP. Dans chacune des deux régions fédérales les zones se trouvant sur la route d’Addis Abeba ont été sélectionnées : en Oromia la zone East Shewa et en SNNP, les zones Sidama, Welayita et Gamo Gofa. Dans chacune de ces zones les woredas se trouvant sur la route d’Addis Abeba ont été sélectionnées. Le tableau 2, présente, les régions, zones et woredas faisant partie de la zone d’étude.

Tableau 2: Les régions, zones et woreda de la zone d'étude

Région	Zone	Woreda
Oromia	Addis Abeba City	Addis Abeba City
	East Shewa	Akaki
		Gimbichu
		Adama
		Ada'a Liben Chukala
		Lome
		Dugda Bora
		Adami Tulu Jido Kombolcha
		Arsi Negele
		Shashemene
SNNP	Sidama	Shebedino
	Awassa Municipality	Awassa Municipality
	Welayita	Sodo Zuria
		Humbo
		Damot Gale
	Gamo Gofa	Arba Minch' Zuria Damot Gofe



Région Oromia



Région SNNP

1.3.c Le secteur avicole en Ethiopie

i-La population aviaire en Ethiopie

Le nombre de volaille en Ethiopie est estimé à 34 199 484, dont 95,44 % de race indigènes, 3,92 % de race hybrides et 0,64 % de race exotiques (CSA, 2006).

Le tableau 3, présente les estimations faites par le CSA en 2006 pour les zones correspondant à l'aire d'étude.

Tableau 3: Estimation du nombre de volaille dans les régions et les zones (CSA, 2006)

Région ou zone	Nombre de volaille
Région Oromia	12 603 660
Zone East Shewa	662 616
Région SNNP	6 517 126
Sidama	883 643
Welayita	643 049
Gamo Gofa	594 948

ii-Les types d'élevages

Il existe 3 types d'élevages en Ethiopie :

- Les élevages à grande échelle
- Les élevages à petite échelle
- Les élevages de basse cour ou élevages villageois

iii-Les élevages à grande échelle

Les fermes commerciales, toutes situées dans la ville de Debre Zeit à 47 km au sud d'Addis Abeba, dans la woreda d'Ada'a Liben Chukala élèvent des volailles de races exotiques.

ELFORA Agro-industrie est la plus importante (Abebe W. 2006) et écoule annuellement 420 000 poulets et 34 millions d'œufs sur marché d'Addis Abeba (Abebe W. 2006). La seconde est Alema Farm avec près de un demi million de poulet par an. Genesis Farm est la dernière de ces fermes.

Ces fermes fournissent aussi aux fermiers le désirant des poulets de race exotiques.

En général, les fermes industrielles ont un bon niveau de biosécurité, cependant, selon un rapport de Abebe (2006), le niveau de biosécurité de ces fermes est insuffisant.

Les centres de multiplication et d'élevage gouvernementaux sont également des productions de types intensifs. Leur rôle est de produire des volailles de race exotiques dans le but de les distribuer aux fermiers. Le prix de ces volailles étant inférieur à ceux proposés par les fermes commerciales : 10 à 18 birr² pour des volaille issues des fermes gouvernementales, 30 birr pour des volailles de Genesis Farm. Les centres de multiplication et d'élevage (figure 2) sont localisés dans tout le pays (cf. annexe 8).

Les centres de multiplication produisent des poussins d'un jour et les élèvent jusqu'à la distribution (3 mois généralement). Les centres d'élevages ne produisent pas de poussins d'un jour mais élèvent des poussins d'un jour fournis par les centres de multiplication jusqu'à la distribution.

² 1 € ≈ 12 B

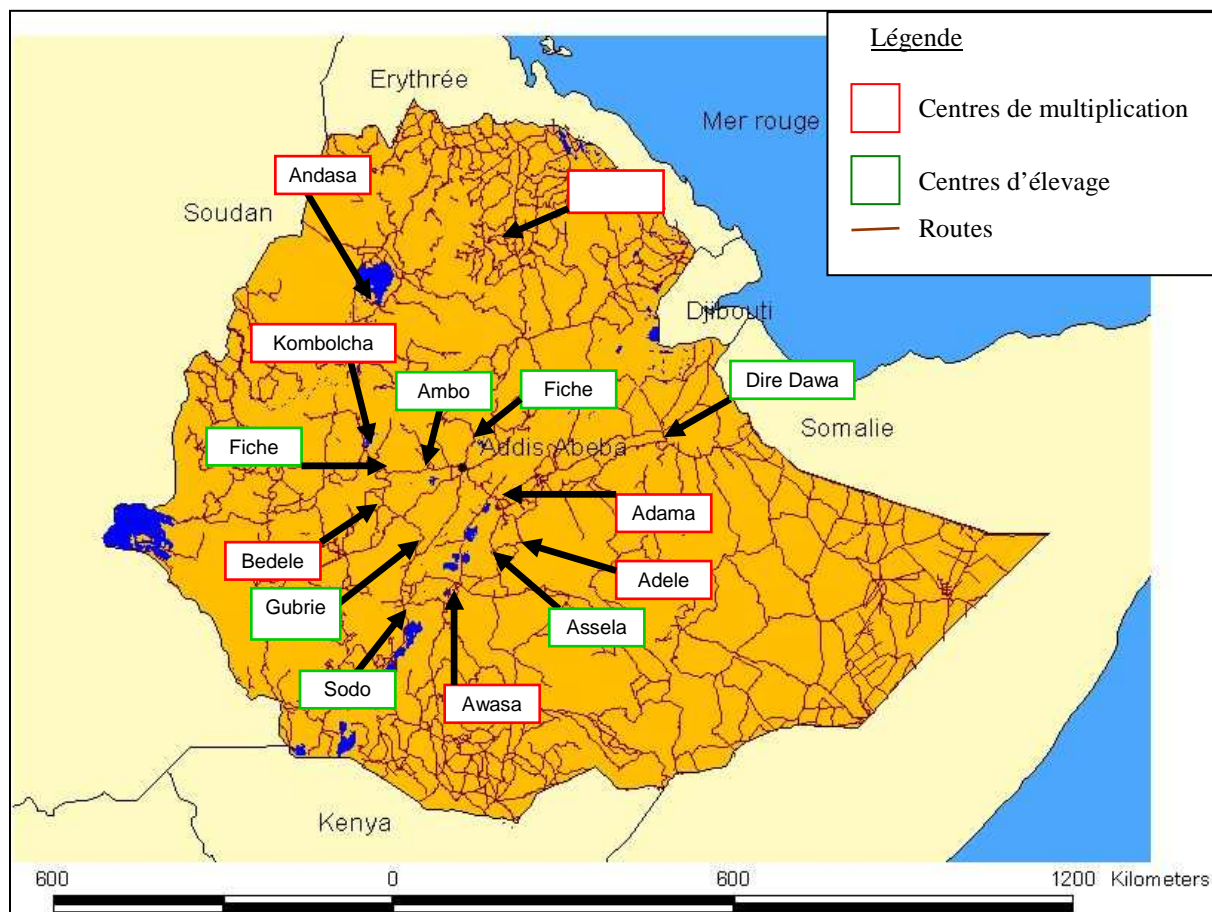


Figure 2: Localisation des centres de multiplication et d'élevage gouvernementaux en Ethiopie

iv-Les élevages à petite échelle

Le nombre d'élevage à petite échelle est difficile à évaluer dans le pays, car ils ne sont pas, pour la plupart, déclarés aux bureaux de l'Agriculture et du Développement Rural. Ils se caractérisent par l'élevage de volailles exotiques venant le plus souvent de Genesis ou Alema Farm (Abebe W. 2006). Le niveau de biosécurité est souvent faible.

v-Les élevages villageois

Le système de production de basse-cour représente 98% à 99% des élevages de volaille (Bush J., 2006). Généralement, 2 à 12 poulets sont élevés par basse cour (Bush J., 2006) et leur utilisation est répartie de la façon suivante : consommation personnelle 19.5%, vente 26.6%, sacrifices et cérémonies de guérison 25%, renouvellement de la volaille 19.5% (Tadelle D., 1996).

Les volailles sont le plus souvent élevées par les femmes (Tadelle D., 1996).

La position de l'élevage villageois est très importante dans une famille, il permet entre autre un apport de protéines notamment pour les enfants et constitue une source de revenu en cas de besoin.

De plus, les poulets ont un rôle social et culturel important en Ethiopie. Ils constituent la base, avec les œufs, du plat national le « doro watt », très consommé lors de périodes de fêtes : Gana (Noël), Fasika (Pâques), Enqutatash (Nouvel an éthiopien le 11 septembre, et Meskel (le 27 ou 28 septembre).

Les races indigènes prédominent dans ce type d'élevage (Tadelle D. et al., 2003). Les volailles sont généralement élevées en liberté, rarement dans des poulaillers. Il y a peu ou pas d'apport de nourriture, les volailles se nourrissent avec ce qu'elles trouvent au sol.

Les maladies sont les principales causes de mortalité (Tadelle D., 1996). Chaque année, les fermiers doivent renouveler leur stock. Par exemple, en 2006 le nombre de volaille a été estimé à 34 199 484, et le nombre de mort à 32 508 700, soit un taux de mortalité d'environ 95%.

I.4 Présentation de la méthode d'analyse de risque

Il existe deux modèles d'analyse :

- Le modèle de l'OIE utilisé en santé animale
- Le modèle du Codex Alimentarius utilisé en sécurité alimentaire

Dans cette étude, nous nous basons sur le modèle de l'OIE.

En épidémiologie, l'analyse de risque est un outil d'aide à la décision qui permet « d'organiser les informations disponibles sur un événement potentiel donné, de les traduire en probabilités en tenant compte d'hypothèses, de la variabilité et de l'incertitude, et d'en déduire logiquement des décisions » (Toma B. *et al*, 2002 a). Elle consiste en l'identification d'un ou plusieurs dangers, l'appréciation du risque relatif à ce danger afin de pouvoir le gérer et communiquer à son sujet. Pour les scientifiques, c'est une méthode de modélisation, de compréhension et d'appréciation des événements pouvant aboutir à l'apparition du risque. Pour les gestionnaires, c'est un outil d'aide à la décision.

Le risque peut être défini comme la « probabilité de la survenue d'un danger, combinée à l'importance de ses conséquences indésirables » (Toma B. *et al*, 2002 a).

I.4.a Les étapes de l'analyse de risque

Dans le modèle du Code sanitaire des animaux terrestres de l'OIE, l'analyse de risque est constituée de quatre composantes (figure 3) :

- Identification du danger ;
- Appréciation du risque ;
- Gestion du risque
- Communication

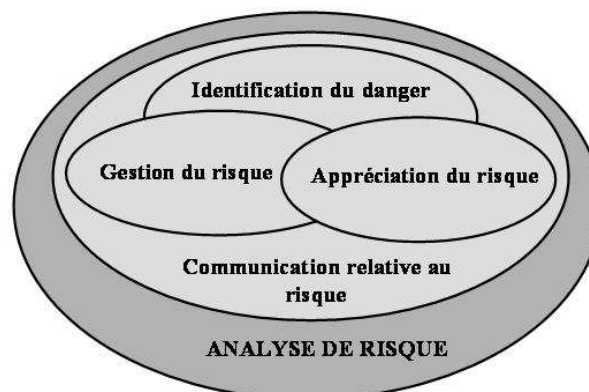


Figure 3: Les étapes de l'Analyse de risque d'après le code de l'OIE

i-Identification du danger

Cette première étape permet de caractériser le ou les dangers associés au risque.

D'après le Codex Alimentarius (1999), le danger est défini comme "tout agent biologique, chimique ou physique pouvant avoir un effet néfaste sur la santé".

ii-Appréciation du risque

L'appréciation du risque se divise en plusieurs parties (figure 4) : l'appréciation de l'émission, l'appréciation de l'exposition, l'appréciation des conséquences. Ces trois premières étapes sont intégrées dans une estimation du risque.

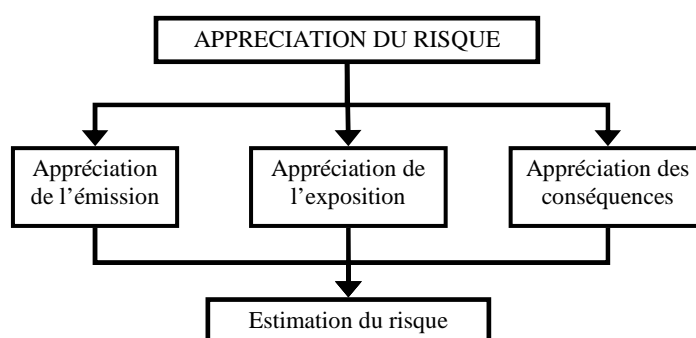


Figure 4: Les étapes de l'Appréciation du risque

L'appréciation de l'émission correspond à la description et à la quantification et/ou la qualification de la séquence d'événements nécessaires pour qu'une activité soit à l'origine de l'introduction ou de la résurgence du danger dans un milieu donné. L'appréciation de l'émission consistera donc à décrire la probabilité d'introduction ou de résurgence du danger (Toma B. *et al.*, 2002 a).

L'appréciation de l'exposition correspond à la description et à la quantification et/ou qualification de la séquence d'événements qui amèneraient à l'exposition des êtres vivants et de l'environnement au danger qui a pu être diffusé à partir d'une source donnée. L'appréciation de l'exposition consistera donc à décrire la probabilité d'exposition des êtres vivants et de l'environnement au danger (Toma B. *et al.*, 2002 a).

L'appréciation des conséquences conduit à une description et éventuellement une quantification des effets néfastes (conséquences économiques, sanitaires et sociales), associés à l'agent pathogène. Il s'agira d'apprécier les conséquences économiques, les conséquences sur la santé humaine, c'est-à-dire apprécier les coûts directs et indirects qui résulteraient de la présence du danger dans un milieu donné (Toma B. *et al.*, 2002 a).

iii-La gestion du risque

La gestion du risque consiste en un « processus d'identification, de sélection et de mise en œuvre de mesures permettant de réduire le risque » (Toma B. *et al.*, 2002 a). La gestion du risque est basée sur les résultats de l'appréciation du risque. Elle est constituée entre autre d'une étape d'évaluation du risque où l'on compare le risque estimé à un niveau de risque jugé acceptable. Ce qui consiste en une comparaison coûts/bénéfices. Cette étape permet d'accepter ou de refuser le risque encouru (introduction et diffusion du danger) dans un lieu donné. Dans le cadre d'importation, elle permet de comparer le risque lié à l'importation d'animaux et/ou de produits d'origine animale (risque estimé) aux avantages

que procure cette activité d'importation. Le niveau de risque acceptable, est déterminé en tenant compte de données épidémiologiques, économiques, sociales et culturelles. Les étapes qui suivent sont la mise en œuvre de mesures permettant de réduire et contrôler le risque. Ces mesures sont ensuite évaluées ainsi que de leurs applications.

iv-La communication du risque

Une analyse de risque est une approche faisant intervenir plusieurs acteurs qui travaillent ensemble : ceux qui apprécient le risque les scientifiques et ceux qui décident de la gestion. La communication au public fait également partie de la communication du risque.

La communication entre les acteurs est très importante et se fait tout au long de la démarche d'analyse de risque à travers des échanges d'informations et d'opinions.

I.4.b Appréciation qualitative et quantitative

Une analyse de risque peut se conduire selon une approche qualitative ou une approche quantitative.

Dans une approche qualitative on utilise un adjectif, préalablement défini, pour qualifier le risque. Par exemple on pourra qualifier la probabilité d'introduction d'une maladie dans un pays par des importations d'animaux vivants de faible.

L'appréciation quantitative peut se faire de deux manières (Toma B., 2002) :

- selon une approche déterministe ;
- selon une approche probabiliste ou stochastique

Le calcul de probabilité et la construction d'arbres de probabilité sont nécessaires à la mise en place d'appréciation quantitative.

i-Approche déterministe

Dans une approche déterministe la valeur ponctuelle donnée au risque peut être une probabilité moyenne ou une fourchette donnant une probabilité minimale et une probabilité maximale en plus de la probabilité moyenne (Toma B *et al.*, 2002 b).

Une approche déterministe donnant une probabilité moyenne du risque à l'avantage d'être simple mais peut également faire croire que cette valeur est exacte, alors qu'elle ne représente qu'une moyenne. Il est donc préconisé dans une approche déterministe de donner un intervalle d'appréciation du risque par une valeur minimale et maximale (Toma B., 2002).

On comprend aisément que la qualité de l'appréciation quantitative dépend de la qualité des informations disponibles. Or, il règne toujours une incertitude quant à l'exactitude des données récoltées, de plus certaines d'entre elles peuvent refléter une certaine variabilité. Une approche déterministe ne permet pas de prendre en compte cette incertitude, alors que l'approche stochastique, elle, permettra de prendre en compte un certain nombre d'incertitudes et de variabilités.

ii-Approche probabiliste ou stochastique

L'approche probabiliste nécessite une bonne connaissance des théories statistiques et probabilistes. Elle permet de prendre en compte « la variabilité du risque et l'incertitude liée à son estimation » (Pouillot R. *et al.*, 2002) :

- « La variabilité d'un paramètre est sa variation naturelle dans la population. Cette variation peut refléter ce que l'on appelle la variabilité naturelle (exemple : la taille d'un troupeau à l'autre est variable, la taille d'un animal à l'autre est variable), ou les

fluctuations liées à un phénomène aléatoire (exemple : le nombre exact d'animaux infectés tirés au sort d'une population est variable) ».

- « L'incertitude autour d'un paramètre est une variation possible du paramètre résultant de la méconnaissance de la valeur exacte du paramètre. Par exemple, la prévalence exacte dans une population est incertaine ».

Ces variabilités et incertitudes constituent donc des variables aléatoires, dont on associe une distribution de valeurs possibles associées, elles-mêmes, à leur probabilité. On parlera alors de « loi de probabilité » (Pouillot R. *et al*, 2002). Il est donc nécessaire de choisir des lois de probabilité pour chacun des paramètres utilisés dans l'appréciation.

Le choix de la distribution (binomial, normale...) dépendra de la nature de la variable (taille d'un cheptel, sensibilité d'un test...).

Il sera donc nécessaire de combiner différentes lois de probabilités pour faire l'appréciation. Pour cela, on utilise la méthode de « Monte Carlo » (Pouillot R. *et al*, 2002), c'est une méthode de tirage au sort qui permettra de faire la combinaison des lois aboutissant ainsi à une nouvelle loi de probabilité. Son principe est présenté dans l'encadré 2.

Encadré 2 : Principe de la méthode de tirage au sort de « Monte Carlo », (d'après Pouillot R. *et al*, 2002).

Soit deux paramètres nommés X_1 et X_2 associés chacun à une loi de distribution. Pour obtenir la combinaison de ces deux paramètres (et donc de leurs lois de distribution) la démarche est la suivante:

- 1- On tire au sort une valeur x_1 dans la loi de distribution de X_1
- 2- On tire au sort une valeur x_2 dans la loi de distribution de X_2
- 3- On combine x_1 et x_2 pour obtenir une valeur y

On répète ces actions un grand nombre fois et on obtient au final une distribution des valeurs y . Plus on répète cette procédure, plus on tend vers une distribution exacte de Y .

Le résultat de l'appréciation stochastique est donc une distribution de probabilité

En pratique, des logiciels procédant à des simulations de « Monte Carlo » sont disponibles. Les plus utilisés sont : @Risk (© Palisade Corp) et Crystal Ball (©Decisioneering, Inc)

1.4.c Méthodologie et mise en place d'une étude d'appréciation du risque

Les étapes suivantes permettent de mettre en place une appréciation du risque :

- 1- Définition de la question relative au risque
- 2- Identification du risque
- 3- Etablissement de la séquence d'évènement aboutissant à l'apparition du risque
- 4- Collecte des informations
- 5- Appréciation du risque

Cette démarche est la même que l'on travaille sur de l'analyse qualitative ou quantitative.

En général, une appréciation qualitative précède une quantitative. L'appréciation qualitative permet de mieux cibler le sujet. De plus, elle permet de déterminer les informations et données nécessaires à une appréciation quantitative.

I.5 Récolte des données et l'organisation des données

Les données sont issues de différentes sources :

- données issues de la bibliographie
- données officielles : issues des bureaux de l'agriculture et du développement rural des zones et des woredas (Ministère de l'Agriculture Ethiopien)
- enquêtes sur les marchés auprès des vendeurs et enquêtes au niveau des élevages villageois et des fermes gouvernementales (centres de multiplication et d'élevage)

1.5.a Les données officielles

Des données ont été récoltées auprès de l'Agence Central des Statistiques (CSA).

Chaque bureau d'agriculture et du développement rural des zones et des woredas de l'aire d'étude ont été visités, afin de récolter des données sur :

- nombre de volailles exotiques distribuées à l'échelle de la zone ou de la woreda
- des données sur le commerce : approvisionnement des marchés, ventes et prix des poulets
- des informations sur les foyers de NCD

Les données ont été récoltées en fonction des informations disponibles dans chaque bureau et sont très différentes dans chaque zone et woreda

Quatorze bureaux des woreda et 4 bureaux de zone ont été visités.

Les bureaux régionaux n'ont pas étaient visités.

1.5.b Les enquêtes

Les enquêtes ont été faites à différents niveaux :

- sur les marchés : auprès des vendeurs (marchands et éleveurs)
- dans les élevages villageois
- dans les fermes gouvernementales : centres de multiplication et d'élevage

Trente marchés ont été visités : 15 marchés d'Addis Abeba et 15 marchés hebdomadaires. La liste des marchés est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4: Les marchés visités

Zone	Woreda	Ville
Addis Abeba City	Addis Abeba City	Merkato, Shola/Yeka, Gergi, Kotebe, Kera, Saris, Asko, Ferensay <i>Legasione</i> , Zenebe Work, Akaki, Roupahäel, Tcharkos, Aware, Addisu Gebeya, Efoyita Gebeya
East Shewa	Adama	Adama
	Ada'a Liben Chukala	Debre Zeit
	Lome	Mojo
		Koka
	Dugda Bora	Meki
	Adami Tulu Jido Kombolcha	Ziway
	Arsi Negele	Arsi Negele
Shashemene	Shashemene, Alelu Ilu	
Sidama	Shebedino	Leku
Awassa Municipality	Awassa Municipality	Awassa
Welayita	Sodo Zuria	Sodo
	Damo Gale	Boditi
Gamo Gofa	Arba Minch' Zuria	Arba Minch', Chano Mile

Chaque marché a été visité au moins deux fois, excepté ceux de Alelu Ilu, Boditi, Arba Minch' and Chano Mile.

Dans un rayon de 10 km autour des marchés et dans chaque direction (route) des éleveurs de basse cour ont été enquêtés.

Les coordonnées GPS de chacun des marchés et villages visités ont été pris afin d'établir une carte de la zone d'étude (Figure 5).

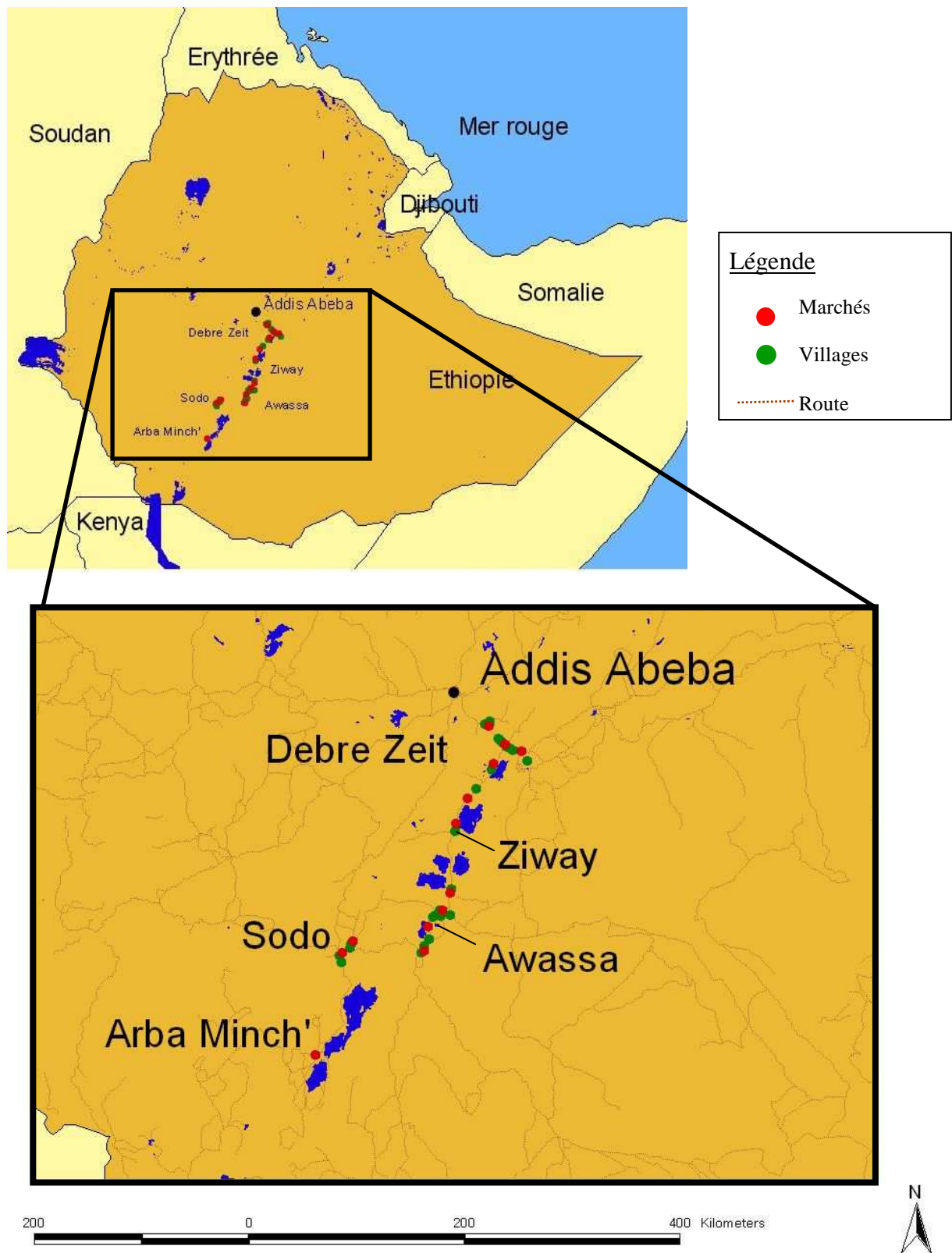


Figure 5: Marchés et villages visités

Au total 324 enquêtes ont été effectuées :

- 159 auprès d'éleveurs villageois
- 162 auprès de marchands de poulets

- 3 dans des fermes gouvernementales : deux centres de multiplication à Adama et Awassa et un centre d'élevage à Sodo.

Les questionnaires éleveurs, fermes gouvernementales et marchands sont présentés en Annexe 4.

1.5.c L'organisation des données

Une base de donnée relationnelle Access a été établie afin d'organiser les données.

Deux formulaires ont été intégrés dans cette base de données : un formulaire « Farmer » (Annexe 5) et un formulaire « Trader ». Les tables et les champs de la base se fondent sur les questionnaires d'enquêtes.

I.6 Mise en place de l'appréciation de risque quantitative

1.6.a Appréciation qualitative du risque

Lors du projet Fao en 2006 une : « Appréciation qualitative du risque d'introduction de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène H5N1 en Ethiopie par les voies commerciales » a été menée. Un résumé de l'étude présentée lors du Congrès de l'AITVM à Montpellier en août 2007 se trouve en Annexe 6.

Une appréciation quantitative sur les risques d'introduction du virus H5N1 par les importations a été menée par F. Goutard et R. SOARES MAGALHAES (2006).

Les résultats de l'étude faite en 2006 ont révélé que :

- le secteur villageois est le plus à risque dans la dissémination du virus
- la compréhension de l'organisation et la collecte de données sur la distribution de volaille exotique étaient nécessaires afin de comprendre quel rôle pourrait jouer ce type d'activité dans la dissémination des maladies

Il a donc été décidé pour cette étude de cibler les échanges au niveau des marchés, de comprendre leur organisation et de recueillir de données quantitatives sur les flux. De plus, la collecte d'information et de donnée sur la distribution de volailles exotique est nécessaire.

Cette étude doit nous permettre de mettre en place une méthodologie de récolte de données au niveau des marchés de volailles traditionnelles afin d'une part de modéliser les échanges qui existent au sein de cette filière (éleveurs, revendeurs, grossistes...) et de quantifier les risques de dissémination de la NCD. La modélisation des risques de dissémination de la NCD permettra ensuite d'extrapoler le modèle aux risques de dissémination des IAHP. La NCD sert alors de maladie modèle pour la grippe aviaire.

1.6.b La question relative au risque

Quel est le risque d'introduction d'au moins un animal infecté par NCD par jour de marché dans un marché rural par des producteurs ?

1.6.c Identification du danger

Les deux dangers identifiés sont : la maladie de Newcastle et les IAHP.

1.6.d Etablissement du modèle conceptuel

Le modèle conceptuel est basé sur l'étude faite en 2006 (Figure 6).

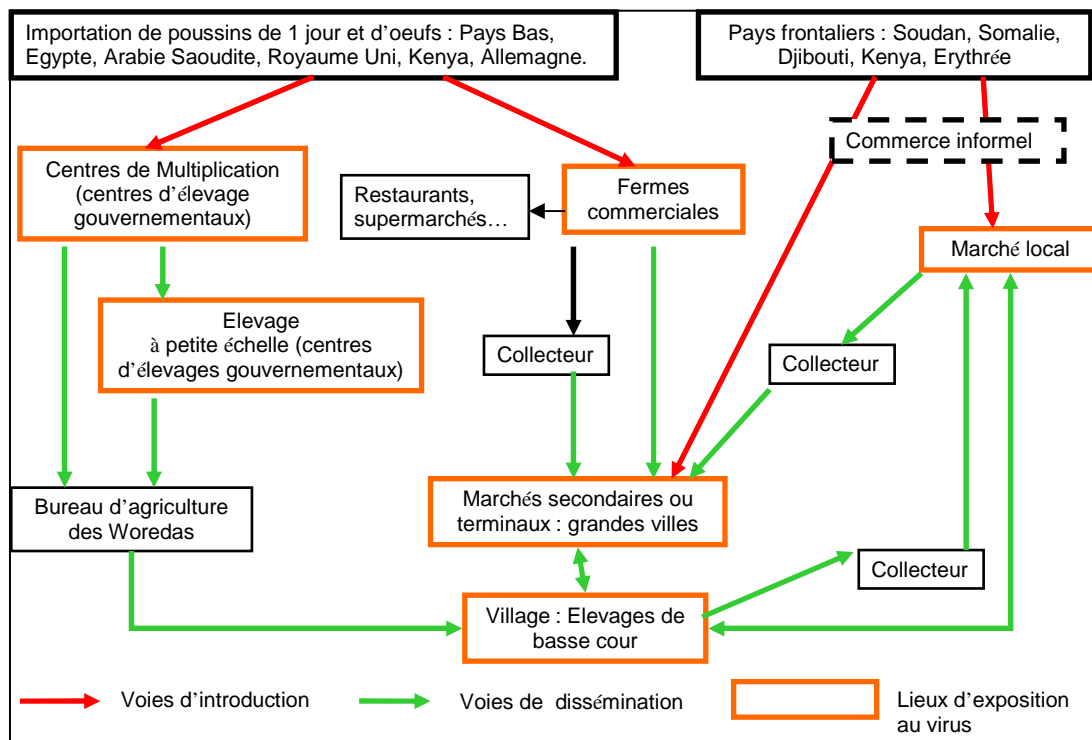


Figure 6: Modèle conceptuel sur l'introduction et la dissémination du virus H5N1 en Ethiopie

Comme mentionné précédemment, nous avons décidé de cibler la recherche d'information et de données au niveau des marchés et de la distribution de volaille exotiques.

Les enquêtes sur les marchés ont permis :

- de mieux comprendre l'organisation de la distribution de volailles exotiques
- de mieux décrire les acteurs et le système commercial
- de déterminer les connaissances et le comportement des éleveurs face à la maladie de Newcastle
- de modéliser les flux commerciaux depuis Arba Minch', Sodo, Awassa jusqu'à Addis Abeba
- de commencer l'appréciation quantitative des risques de dissémination de la NCD par le commerce de poulets villageois

1.6.e Appréciation quantitative du risque

Une appréciation quantitative avec une approche stochastique a été menée. La première étape a constitué en une modélisation, faisant intervenir un arbre de probabilité décrivant la séquence d'évènement aboutissant à l'apparition d'un risque (par ex : risque d'introduction de la NCD dans un marché à partir d'un village). Ensuite, les paramètres nécessaires pour calculer cette probabilité ont été déterminés, puis une distribution permettant de les décrire a été choisie. L'utilisation du logiciel @Risk a permis de calculer la distribution de probabilité quantifiant le risque.

II Résultats

II.1 Description du système de distribution des volailles exotiques

Toirs fermes gouvernementales ont été visités : deux centres de multiplication (Adama et Awassa) et centre d'élevage (Sodo).

Les résultats suivants ont donc été tirés des enquêtes dans ces fermes mais aussi lors des entretiens dans les bureaux d'Agriculture et du Développement Rural des zones et Woredas.

Dans un premier temps un flux d'information circule entre les différents bureaux de l'Agriculture et du Développement Rural et les éleveurs. En effet, chaque année les bureaux de l'Agriculture et du Développement des régions planifient le nombre de volaille à distribuer dans les woredas de la région. Les bureaux régionaux informent alors les bureaux des woredas. Les bureaux des woredas informent alors les agents du développement de chaque kebele, qui lui-même informe les fermiers que des volailles exotiques sont disponibles (Figure 7).

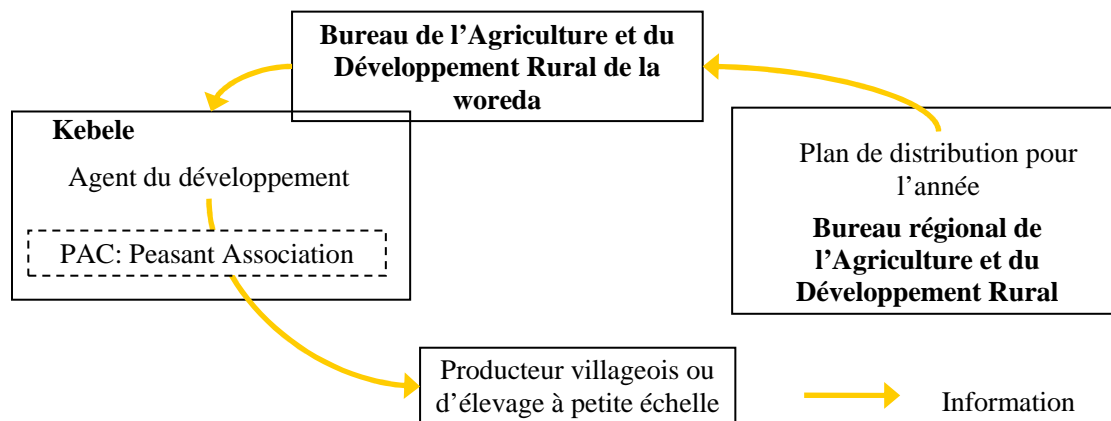


Figure 7: Flux d'information circulant pour la proposition de volailles exotiques provenant des fermes gouvernementales

Une fois informé par l'agent du développement, les fermiers peuvent lui faire parvenir leur demande. Celui-ci informe alors le bureau de la woreda. Par l'intermédiaire du bureau régional les fermes commerciales sont informées du nombre de volaille nécessaire pour les woredas. Les agents des bureaux de woreda viennent ensuite collecter les volailles dans les fermes et les ramènent aux bureaux. Chaque agent du développement de chaque kebele vient ensuite collecter les volailles dans les bureaux de woreda pour les distribuer aux éleveurs (Figure 8).

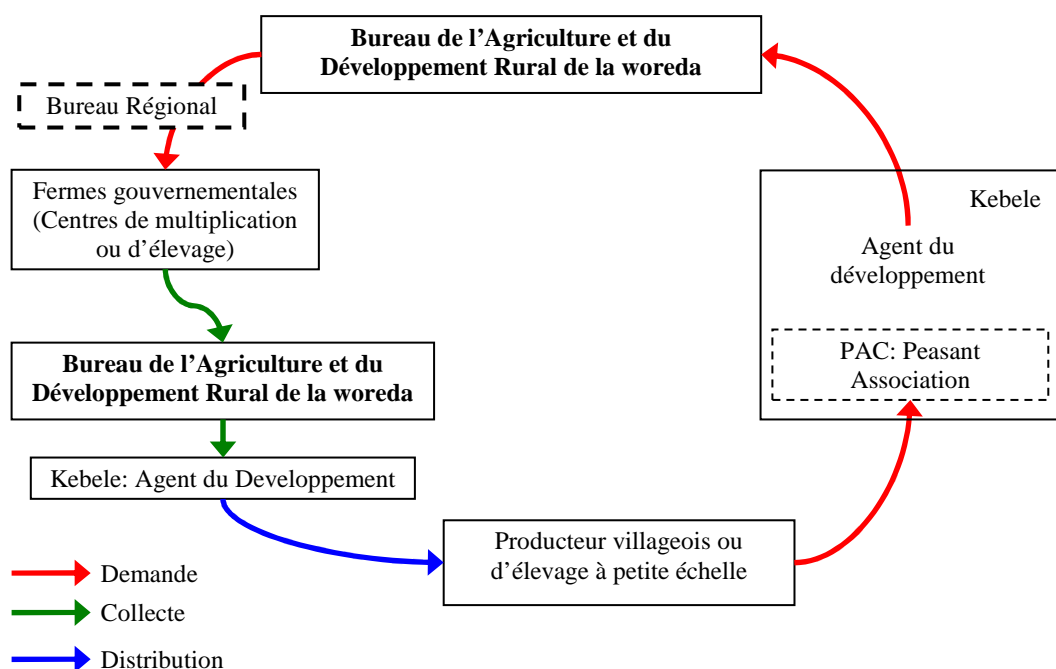


Figure 8: Distribution de volaille exotiques provenant des fermes gouvernementales

Le nombre de volailles exotiques distribué pour l'année 2006 – 2007 (1999 dans le calendrier éthiopien) est présenté en dans le tableau 5 et la figure 9.

Tableau 5: Nombre de volailles exotiques distribuées par woreda

Woreda	Nombre de volailles exotiques distribuées	Origine
Addis Abeba	1 500	Adama Multiplication Center & Genesis Farm
Gumbichu	117	Adama and Fiche Multiplication Center & Genesis Farm & ELFORA
Ada'a Liben Chukala	111	Adama Multiplication Center
Adama	461	Adama Multiplication Center
Lome	2300	Adama Multiplication Center & Genesis Farm & Debre Zeit Agricultural Research Center
Adami Tulu Jido Kombolcha	No distribution	
Arsi Negele	150	Genesis Farm & ELFORA
Shashemene	841	Adama Multiplication Center & ELFORA
Shebedino	1236	Awasa Multiplication Center & GenesisFarm
Awassa	1 100	Awassa Multiplication Center
Awassa Surrounding	100	Awasa Multiplication Center
Sodo Zuria	588	Sodo Rearing Center
Humbo	628	Sodo Rearing Center
Damot Gale	630	Sodo Rearing Center
Arba Minch' Zuria	250	Sodo Rearing Center
Damot Gofe	630	Sodo Rearing Center

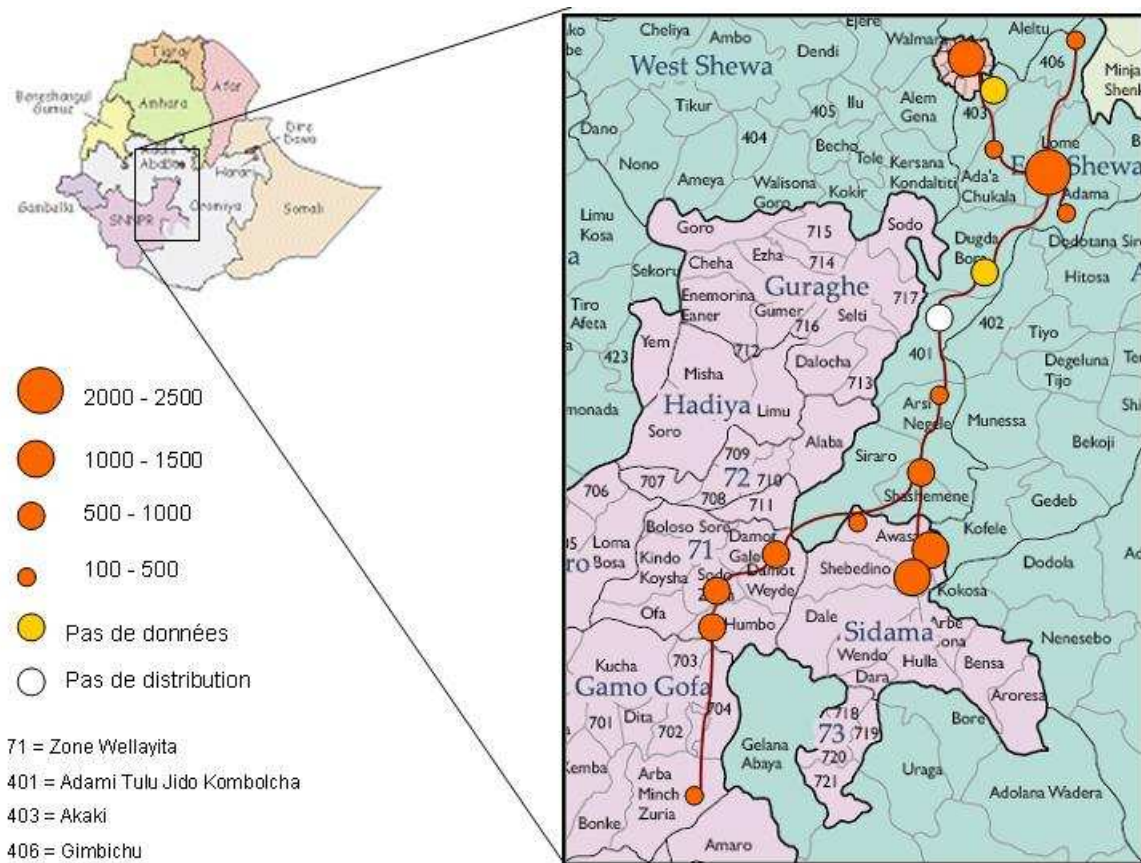


Figure 9: Nombre de volailles exotiques distribuées dans chaque woreda

II.2 Comportement des producteurs

159 producteurs villageois ont été enquêtés, les résultats présentés ci-dessous sont donc issus de ces entretiens.

II.2.a Périodes pendant lesquels le plus grand nombre de poulets sont élevés

Les éleveurs possèdent un maximum de poulets dans leur élevage dans la période qu'ils qualifient d'été : d'octobre à mai (figure 10). Le nombre de volaille est minimal pendant la saison de pluies : de juin à septembre.

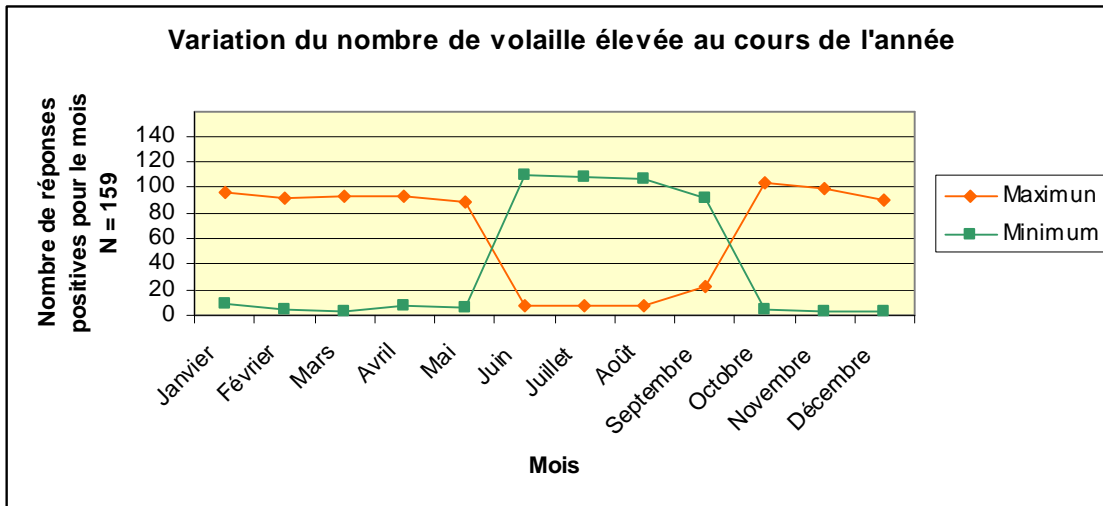


Figure 10: Variation du nombre de volaille élevé pendant une année

II.2.b Périodes de ventes et de consommation

Les périodes de ventes et de consommation coïncident avec les périodes de fêtes (Figure 11). Ainsi, on retrouve un pic de vente et de consommation en janvier pour Noël, en avril-mai pour Pâques et en septembre pour le Nouvel An éthiopien et Meskel.

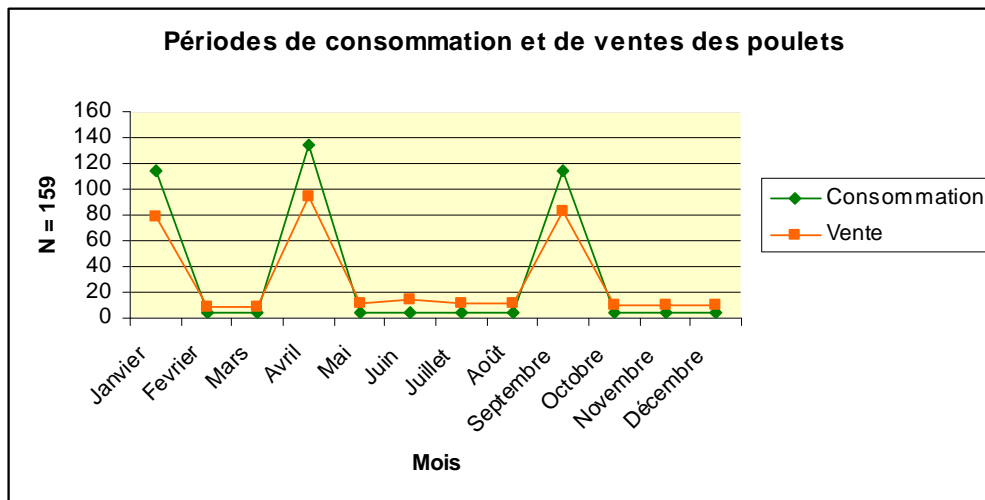


Figure 11: Variation de la consommation et des ventes au cours d'une année

II.2.c Comportement lors du retour du marché

69% des éleveurs enquêtés ont déclarés ne pas séparer des volailles achetées des autres, 31% les séparent des autres d'une demi journée à quelques semaines.

84% des éleveurs allant vendre des volailles sur les marchés les ramènent chez eux si elles n'ont pas été vendues, alors que seulement 4% tentent de les revendre à un prix bas pour ne pas avoir à les ramener au ménage et ainsi introduire une maladie (Figure 12).

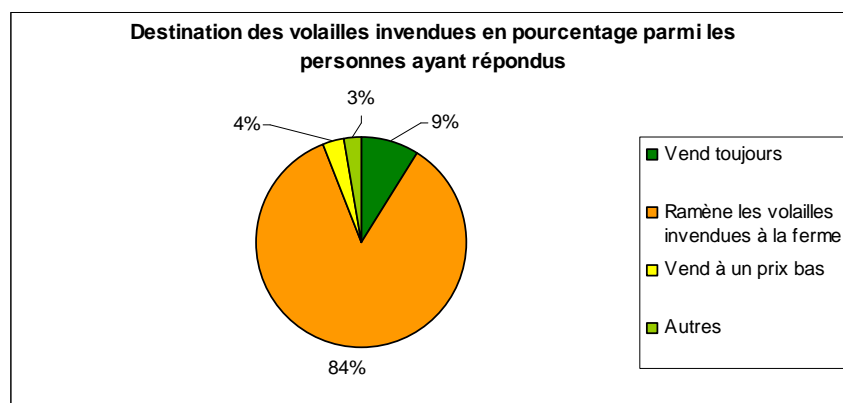


Figure 12: Destination des volailles invendues sur le marché

II.2.d Connaissance des fermiers sur la maladie de Newcastle

i-Principales causes de mortalités identifiées

La maladie de Newcastle (« fengel » en Amharique), constitue la principale cause de mortalité selon les enquêtes, les prédateurs la seconde (Figure 13).

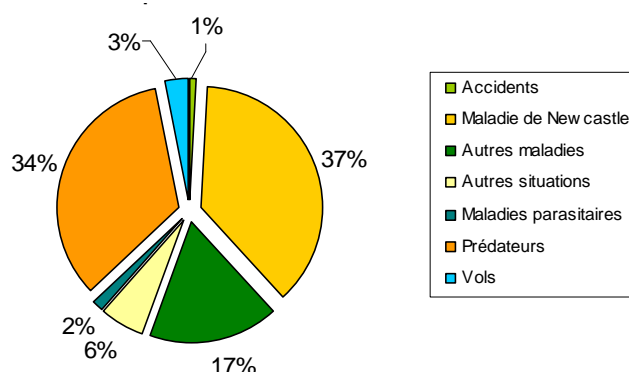


Figure 13: Principales causes de mortalité identifiées par les éleveurs

ii-Nombre de fermier connaissant la maladie de Newcastle

Sur les 159 fermiers enquêtés, 81 % connaissent la maladie de Newcastle.

iii-Symptômes de la maladie de Newcastle décrits

Il a été demandé aux fermiers déclarant connaître la maladie de nous décrire les symptômes leur permettant d'identifier la maladie (plusieurs symptômes pouvant être décrits par chacun d'eux). Les résultats sont présentés dans la figure 14. Ainsi, les diarrhées et le grand nombre de mort constituent les symptômes les plus mentionnés.

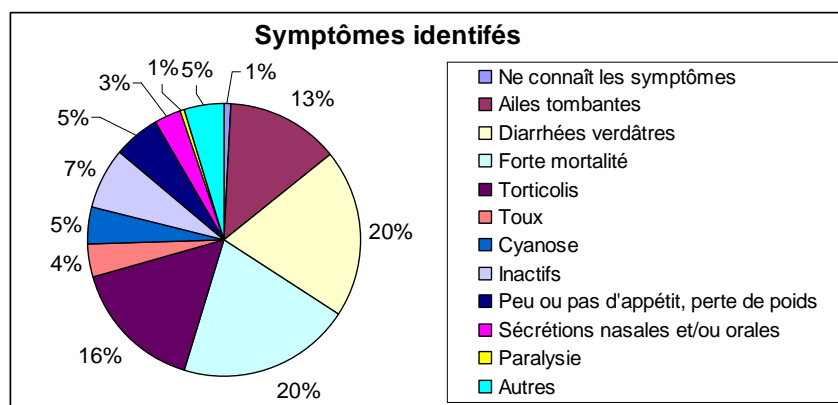


Figure 14: Symptômes de la maladie de Newcastle Décrits

iv-Voies d'infections connues

Différentes voies possibles d'infection/introduction de la NCD ont été présentées aux 159 éleveurs enquêtés:

- contact avec un poulet atteint de la NCD
- contact avec un autre oiseau autre qu'un poulet malade
- par une personne étant rentrée en contact avec des oiseaux atteints de la NCD
- par des os ou plumes issues d'oiseaux atteints de la NCD
- en vivant près d'une personne ayant des oiseaux atteints de la NCD

A chacune de ces voies l'éleveur avait le choix entre trois réponses:

- Correct
- Incorrect
- Ne sait pas

Les résultats sont présentés dans la Figure 15.

Ainsi, 88 % des éleveurs connaissant la NCD, estiment qu'un poulet sein peut tomber malade en entrant en contact avec un poulet malade (a). Cependant 48 % d'entre eux ne savent pas si un poulet peut tomber malades en entrant en contact avec un oiseau d'une autre espèce infecté et 36 % estiment que ce n'est pas une voie de contamination (b). 52 % des éleveurs connaissant la NCD pensent qu'une personne étant rentrée en contact avec des oiseaux infectés ne peut pas transmettre la maladie à des poulets, contre 12 % qui le pensent (c). 51 % d'entre eux pensent que des plumes et os issus d'oiseaux infectés sont une voie de transmission de la maladie (d). Enfin, 62 % des éleveurs pensent que vivre à côté de quelqu'un ayant des oiseaux malades constitue un risque de contamination (e).

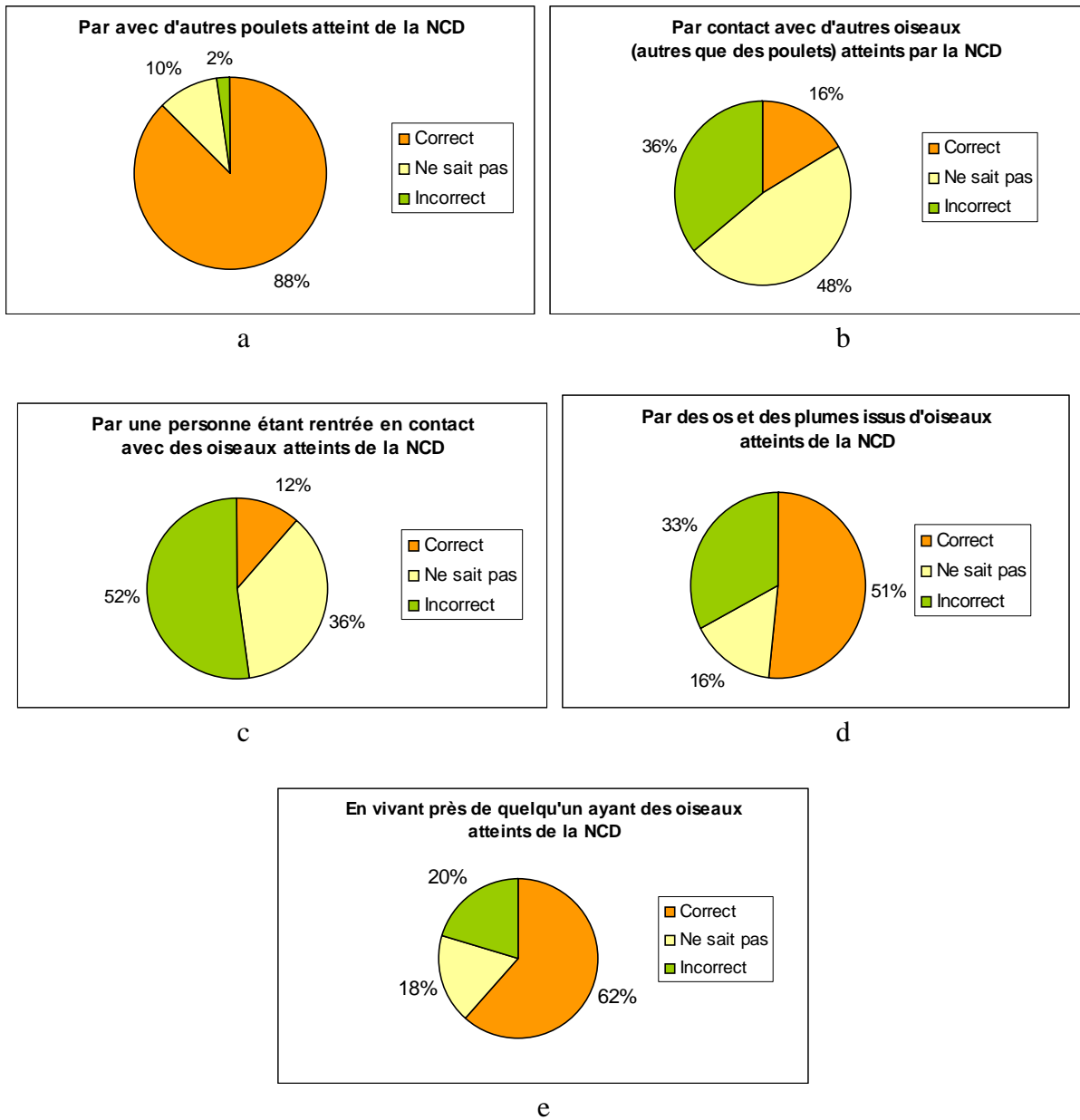


Figure 15: Les voies de contamination de la maladie de Newcastle

Le comportement des producteurs en cas de foyer de NCD a pu être déterminé (Figure 16).

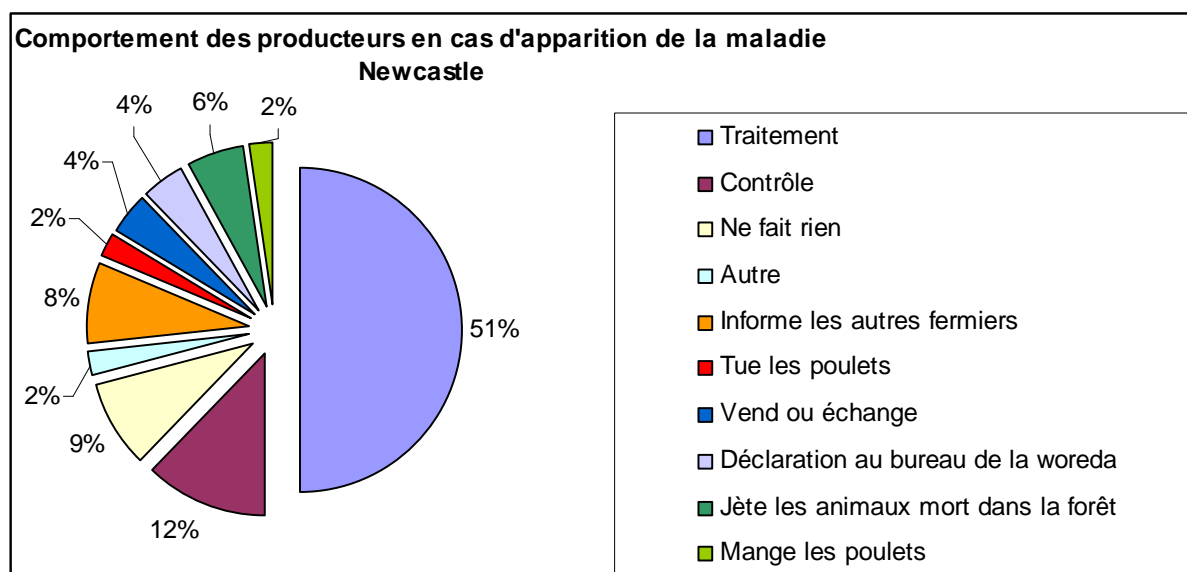


Figure 16: Comportement des producteurs en cas d'apparition de la maladie de Newcastle

II.3 Description des acteurs et du système commerciale dans la zone d'étude

L'organisation traditionnelle des marchés en Ethiopie se traduit par une sectorisation de l'espace en fonction des types de marchandises. Pour chaque produit il existe une place spéciale sur les marchés : pour la volaille cet endroit spécifique est appelé « doro terra » (« doro » signifie poulet en Amharique).

II.3.a Typologie des marchés visités et des acteurs

Les enquêtes ont permis d'établir une typologie des marchés et des acteurs.

La typologie des acteurs a été déterminée à partir des caractéristiques suivantes :

- fonction au sein de la filière
- fréquence de l'activité (occasionnelle, hebdomadaire, journalière)
- le nombre de volaille impliqué dans les échanges (achat/vente)
- type de marché où l'achat est effectué

Le tableau 6 présente la typologie des acteurs.

Ainsi, on peut distinguer :

- les consommateurs
- les producteurs
- des marchands de volaille
- des collecteurs qui eux récoltent de la volaille sur différents marchés dans le but de les revendre à des marchands. Contrairement aux marchands, eux, n'ont aucune ou très peu de relation avec les consommateurs.

La typologie des marchés a été établie selon les caractéristiques suivantes :

- localisation
- la fréquence du marché
- le nombre de volaille sur le marché
- acteurs intervenant le marché

Le tableau 7 présente la typologie des marchés.

Comme nous pouvons le constater, la périodicité des marchés varie selon leur localisation et donc leur type. En effet, plus la ville du marché est grande, plus la fréquence des jours de marchés est importante. Ainsi, on distingue :

- des marchés hebdomadaires : on trouve dans ce cas un ou plusieurs jours de marchés dans la semaine
- des marchés journalier : des vendeurs fixes sont retrouvés sur ces marchés. Dans certains cas (Awassa, Shashemene, Sodo) malgré le fait que l'on retrouve des vendeurs fixes il existe des jours de marchés.

Tableau 6: Typologie des acteurs

Type	Fonction	Fréquence	Nombre de volaille/semaine/Acteur		Marché	
			Périodes normales	Périodes de fêtes	Approvisionnement	Vente
Consommateur	Consommation	-	Occasionnellement	Augmentation	Tous les types de marchés	-
Producteur	Production	-	Occasionnellement Moyenne : 3,9	Plus particulièrement	Village, primaire et secondaire	
Marchands :	Achat vente					
Petits	Achat vente	Occasionnel, mensuel ou hebdomadaire	5-35	10-60	Village ou primaire	Primaire
Moyen	Achat vente	Hebdomadaire	30 - 300	40 - 1200	Primaire ou secondaire	Secondaire
Fixe	Achat vente	Journalière	10 - 100	30 - 150	Primaire ou secondaire	Secondaire ou terminaux
Grossiste	Vente en gros	Journalière	Non déterminé		Par collecteur	Terminaux
Collecteur	Collecte	Hebdomadaire	30 -1600	40 - 8000	Village, primaire et secondaire	Terminaux

Tableau 7: Typologie des marchés

Type	Localisation	Fréquence des marchés	Nombre de poulets approvisionnant le marché par semaine		Lien avec les acteurs	
			Min	Max	Vendeur	Acheteur
Primaire	Village ou chefs lieux de woreda	Une fois par semaine	30-150	Non estimé	Producteurs et petits marchands	Moyen marchand, collecteurs et consommateurs
Secondaire	Chefs lieux de woreda	Deux fois par semaine ou journaliers	50 - 400	500 - 2150	Producteurs, moyen marchands, marchands fixes	Marchands fixes, collecteurs, consommateurs
Tertiaire ou terminaux :	Chefs lieux de zone ou capitale	Journalier				
Consommation	Chefs lieux de zone ou capitale	Journalier	350 - 350	550 - 650	Moyen marchands, marchands fixes	Consommateurs
Grossiste	Capitale	Journalier	7600 - 9000	28 00 - 38 000	Grossistes (intermédiaires collecteurs)	Marchands fixes, consommateurs

Un schéma type sur les relations entre les acteurs et entre les marchés est présenté en figure 17

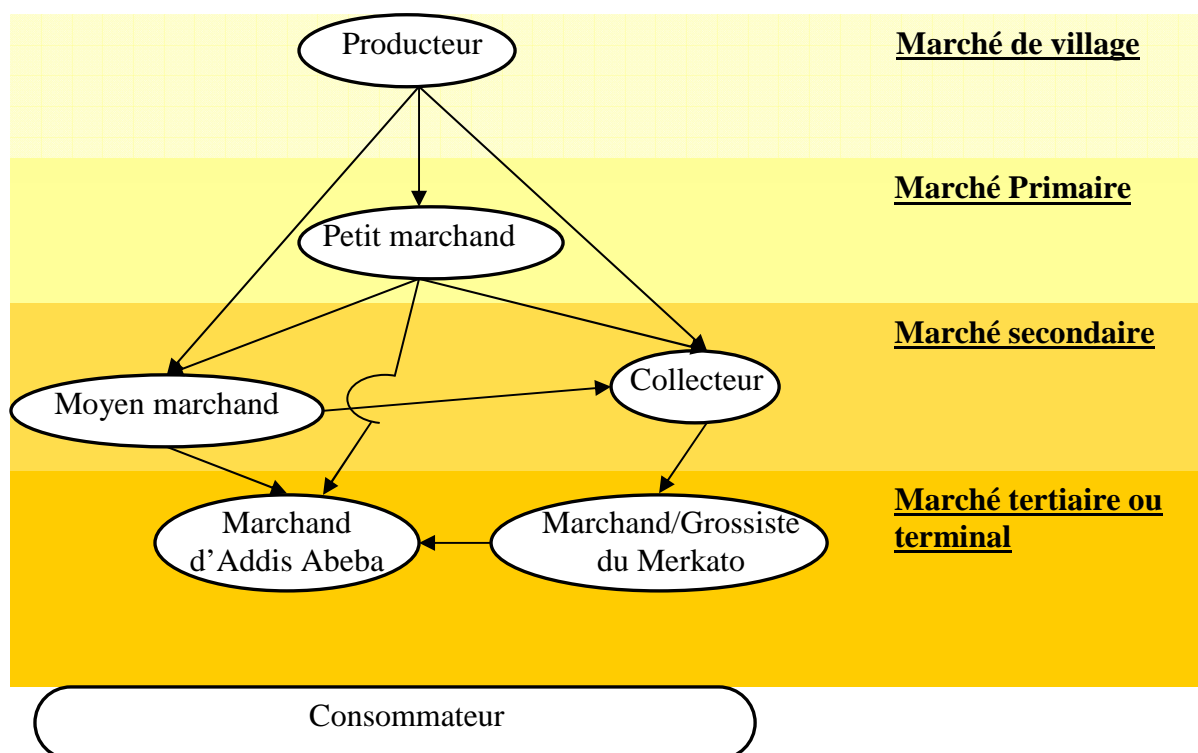


Figure 17: Schématisation de la filière volaille dans la zone d'étude

Sur des marchés de villages, les producteurs vendent leurs volailles. Celles-ci sont achetées par différents acteurs : des petits ou moyens marchands et des collecteurs. Les petits marchands revendent les volailles sur les marchés primaires, alors que les moyens plutôt sur des marchés secondaires. Les collecteurs, eux, approvisionnent des grossistes sur les marchés

d'Addis Abeba (Merkato et Shola). Les marchands des autres marchés d'Addis Abeba viennent ensuite se fournir auprès de ces grossistes..

Les producteurs n'interviennent pas seulement sur les marchés de village mais également sur les marchés primaires et secondaires.

Chacun des marchés visités a pu être caractérisés selon la typologie établie (tableau 8).

Tableau 8: Caractérisation des marchés visités

Type	Marché
Marché de village	Koka, Leku, Arsi Negele, Chano Mile, Boditi
Marché primaire	Mojo, Meki
Marché secondaire	Debre Zeit, Ziway, Shashemene, Arba Minch'
Marché tertiaire ou terminal de consommation	Marchés d'Addis Abeba, Awassa, Sodo, Arba Minch'
Marché tertiaire ou terminal de grossiste	Merkato, Shola

En annexe 7, une caractérisation plus détaillée des marchés visités est présentée.

A partir du schéma général, 4 types de circuits ont été déterminés ::

- Circuit 1 : approvisionnement d'Addis Abeba par la route commerciale de Ziway à Debre Zeit
- Circuit 2 : approvisionnement d'Awassa
- Circuit 3 : approvisionnement d'Addis Abeba depuis Wellayita
- Circuit 4 : approvisionnement d'Addis Abeba depuis Arba Minch'

Ces quatre circuits se distinguent d'une part par leur organisation générale. D'autre par les zones où ils se trouvent et donc le temps que met un poulet à arrivé à Addis Abeba.

II.3.b Description du système commercial

i-Description du circuit 1 : la route commerciale de Ziway/Debre Zeit à Addis Abeba

Les marchés hebdomadaires de Debre Zeit et Ziway (Figure 18) peuvent être considérés comme des marchés centraux dans ce circuit. En effet, c'est principalement dans ces marchés que transitent les volailles en provenance des marchés ruraux (de village ou primaires, parmi les villages visités : Mojo, Meki, Koka) et en partance pour Addis Abeba.

Les destinations des ventes dans ces deux marchés sont de deux types :

- vendeurs et collecteurs à destination des marchés d'Addis Abeba
- consommateurs

Cependant, la part de chacune de ces deux destinations n'a pas pu être déterminée. Dans ce type de circuit, les volailles mettent plusieurs jours à parvenir au marché terminal, en effet, elles passent pas un grand nombre d'intermédiaires, et chacun des marchands les ramènent chez eux entre les périodes d'achat et de revente.

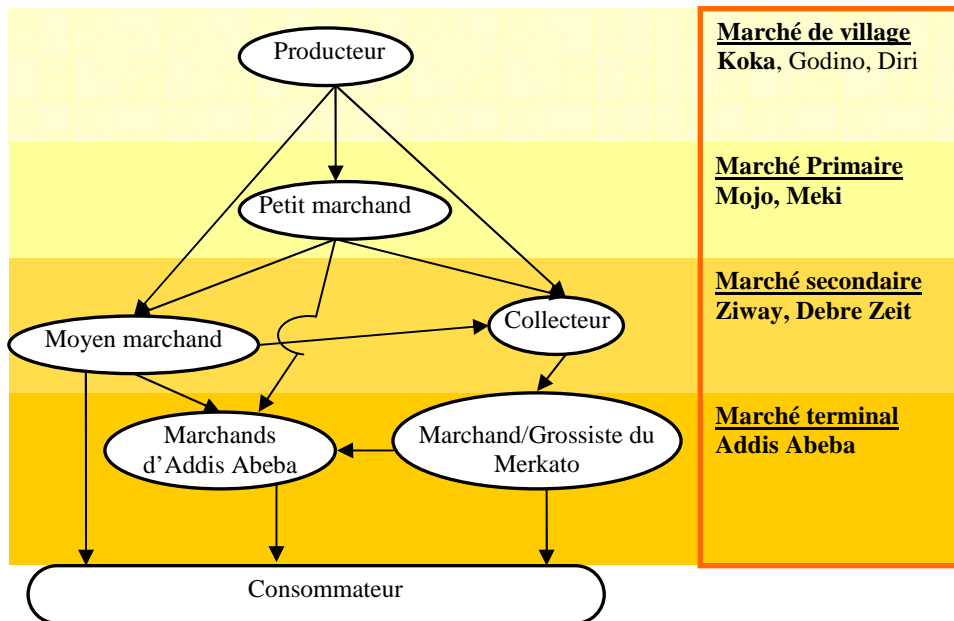


Figure 18: Schématisation du circuit 1

ii-Description du circuit 2 : la filière d'approvisionnement d'Awassa

Le marché d'Awassa est un marché journalier avec huit vendeurs fixes.

On retrouve trois voies d'approvisionnement d'Awassa (Figure 19) :

- les vendeurs fixes d'Awassa qui se déplacent sur les marchés hebdomadaires pour s'approvisionner (par exemple d'Arsi Negele)
- les vendeurs qui viennent hebdomadairement et qui s'approvisionnent sur des marchés hebdomadaires (par exemple marché de Leku)
- les collecteurs qui approvisionnent les vendeurs fixes

Les destinations des ventes pour les marchands hebdomadaires sont : les vendeurs fixes et les consommateurs. Alors que les vendeurs fixes ne vendent qu'à des consommateurs.

Il n'existe pas de relation entre les marchés d'Addis Abeba et celui d'Awassa.

En revanche, les marchés d'Arsi Negele et de Shashemene approvisionnent ceux d'Addis Abeba. Cette voie est en général directe. En effet, contrairement à la voie d'approvisionnement venant de Debre Zeit/Ziway les vendeurs d'Addis Abeba viennent directement sur ces marchés pour acheter les volailles. C'est-à-dire que l'on trouve beaucoup moins d'intermédiaire dans cette chaîne.

Dans même que dans le circuit 1, les volailles mettent plusieurs jours à parvenir au marché terminal, et chacun des marchands et collecteurs les ramènent chez eux entre les périodes d'achat et de revente.

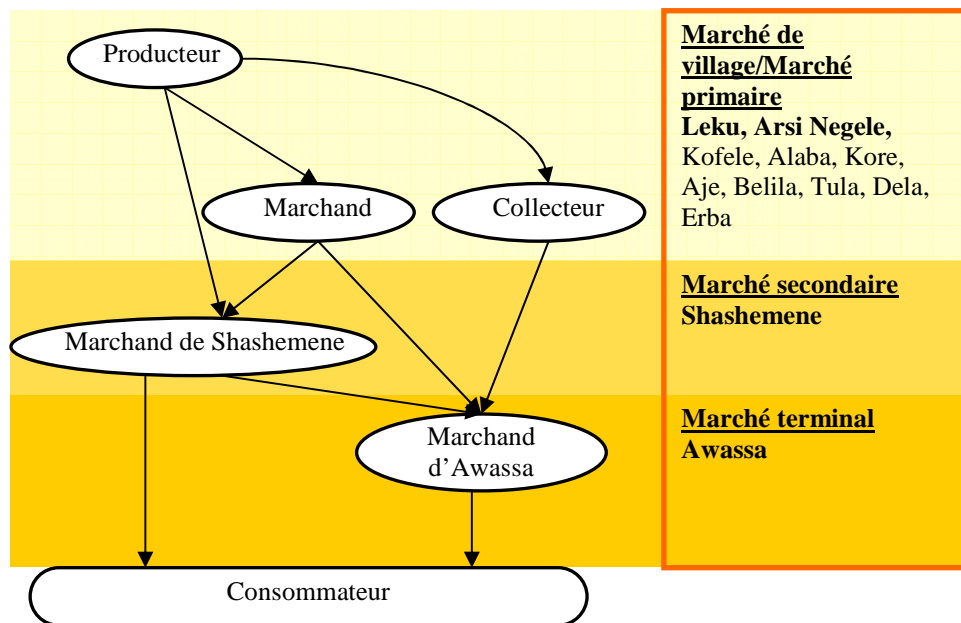


Figure 19: Schématisation du circuit 2

iii-Description du circuit 3 : la filière d'approvisionnement d'Addis Abeba depuis Welayita

La zone Welayita est une importante zone d'approvisionnement des marchés d'Addis Abeba (Figure 20).

Environ 20 collecteurs à grandes échelles (peut être plus) récoltent des poulets sur les marchés de la zone : Sodo (Sodo Zuria), Boditi (Damot Gale), Tebela (Humbo), Souba (Hadiya), Shone (Damot Gale), Areka (Damot Gale). Ils les envoient aux grossistes du Merkato, qui eux, approvisionnent les marchands des autres marchés d'Addis Abeba.

En général, les collecteurs envoient les volailles entre une ou trois fois par semaine à Addis Abeba, les poulets passant par chez eux entre une collecte et un envoie.

Il semblerait que ce type de circuit n'est pas spécifique à la zone Welayita, et que les grossistes du Merkato s'approvisionnent également des régions Gojam, Bale, Arsi de cette façon.

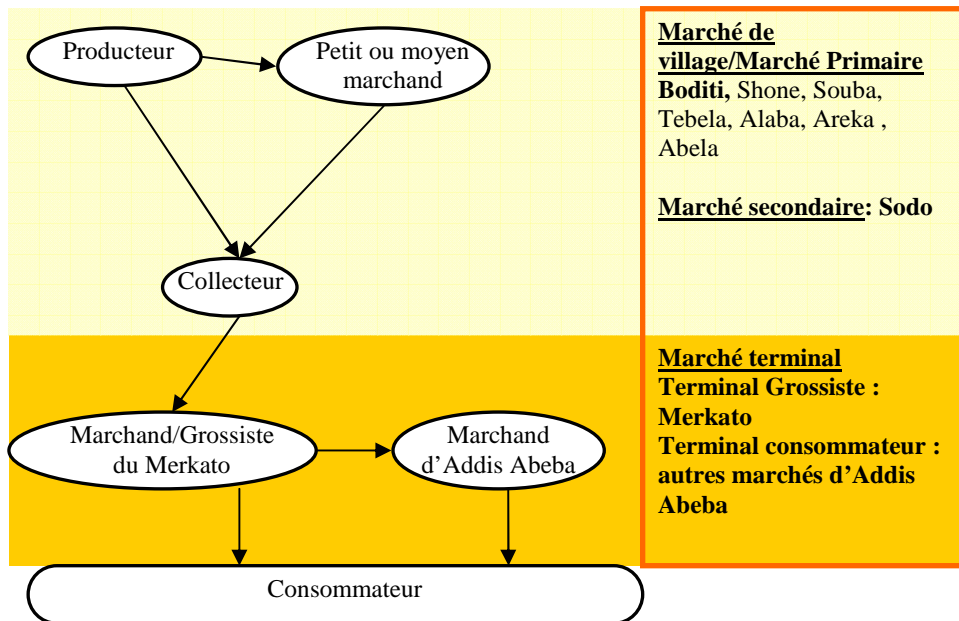


Figure 20: Schématisation du circuit 3

iv-Description du circuit 4 : la filière d'approvisionnement d'Addis Abeba depuis Arba Minch' Zuria

Les marchés de la zone Gamo Gofa approvisionne régulièrement les marchés d'Addis Abeba (Figure 21) : quelques collecteurs ont été identifiés approvisionnant le marché de Shola. Cependant il est apparu que cet approvisionnement est faible durant les périodes où il n'y a pas de fêtes religieuses. En effet, les collecteurs/vendeurs se déplacent principalement lors des principales fêtes religieuses.

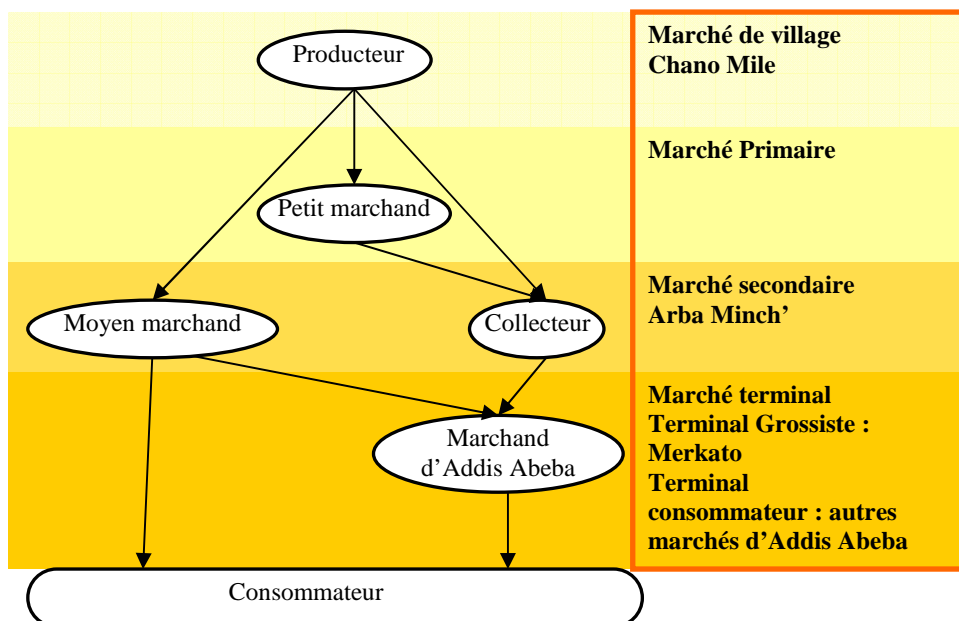


Figure 21: Schématisation du circuit 4

Nous avons donc pu décrire les différents circuits d’approvisionnement des marchés. On peut constater que l’organisation des échanges est différente selon les circuits. En effet, selon les circuits les flux impliqués dans les échanges et leur périodicité est différentes. Pour chacun de ces circuits les risques de dissémination de la NCD seront donc différents

II.3.c Modélisation des flux

La figure 22, présente les flux de volailles déterminés lors des enquêtes et transitant entre les marchés. Cependant, il faut tenir compte du fait que le flux venant des producteurs pendant les périodes de fêtes n’a pas été estimé.

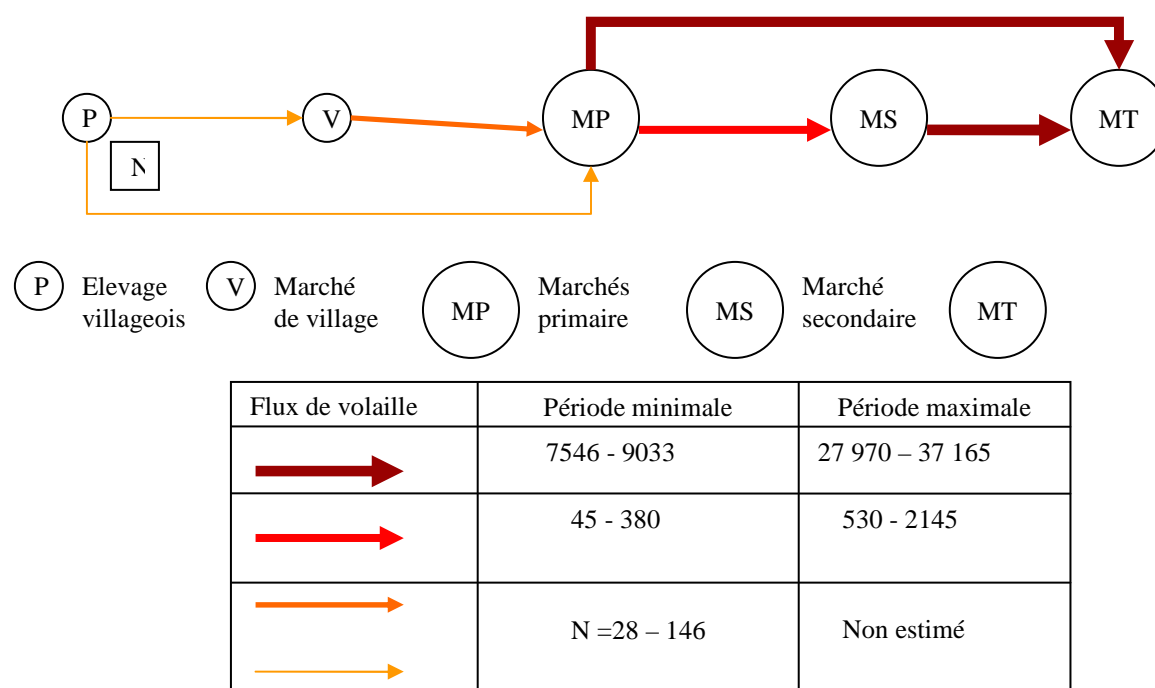


Figure 22: Modélisation des flux (en nombre de poulet) entre marchés par semaine

Afin de déterminer le flux de volaille entrant (N) sur les marchés de village et primaires nous avons utilisé le logiciel @Risk. En effet, le nombre de volaille entrant sur ce type de marché n’a pas pu être déterminé avec les enquêtes. Dans un premier temps, le nombre de producteurs (E) approvisionnant a été estimé (sur les marchés de Koka, Arsi Negele, Meki, Mojo) par des observations. Puis, le nombre de poulets apporté par producteur (n) a été simulé par une distribution dont les variables varient entre 1 et 10 (simulé par une distribution exponentielle). Ainsi, le flux de volaille entrant sur les marchés de villages et primaires (c'est-à-dire l’approvisionnement) a pu être déterminé avec la formule :

$$N = E \times n$$

II.4 Appréciation du risque

Un début d’appréciation du risque de dissémination de la NCD a été faite. Ainsi, selon la démarche à suivre dans une analyse de risque, nous avons commencé à établir les modèles expliquant la séquence d’évènement aboutissant à l’apparition du risque.

II.4.a Etablissement des modèles

Le modèle conceptuel présentant les différentes voies d'introduction de la maladie dans un marché ou un village sont décrites dans la figure 23.

Dans un marché l'introduction peut se faire par des producteurs venant vendre des poulets sur le marché (①) ou par des marchands (④). Dans les villages, la maladie peut être introduite par des personnes ayant acheté un ou plusieurs poulets malades (②) sur le marché ou par des poulets invendus ramenés par les producteurs (③). Pour chacune de ces voies il convient de déterminer la probabilité d'introduction de la maladie

Dans cette étude nous nous sommes intéressé seulement à la probabilité d'introduction d'au moins un poulet infecté dans un marché 1 à partir de producteurs (①). Les autres risques n'ont pas été appréciés.

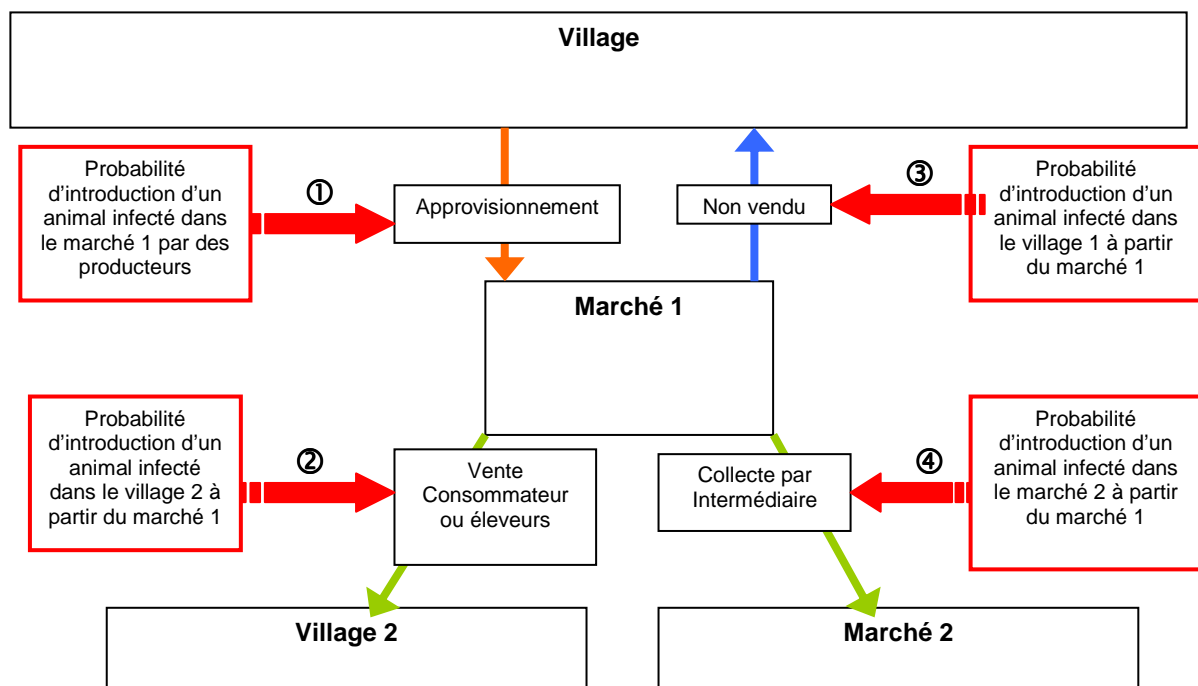


Figure 23: Modèle conceptuel

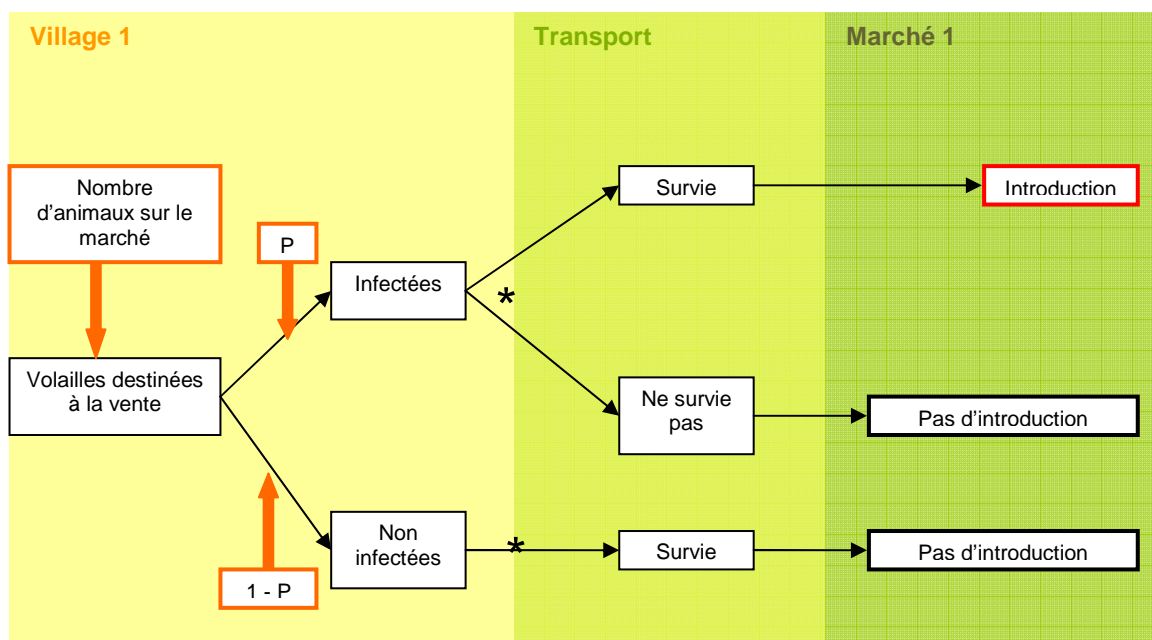
II.4.b Probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le marché 1 à partir de producteurs (①)

L'arbre de décision permettant de calculer la probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le marché 1 à partir de producteurs est présenté en figure 24.

Le scénario a été simplifié (on ne tient pas compte par exemple de la probabilité qu'un animal sain au départ s'infecte lors du transport) et des hypothèses ont été émises quant à la survie des animaux lors du transport : on assume qu'ils soient infectés ou non ils survivent au transport. La probabilité de survie des oiseaux lors du transport est donc de 1.

Les hypothèses de départ faites afin d'apprécier ce risque sont :

- toutes les volailles destinées à la vente qu'elles soient infectées ou non survivent au transport.
- La prévalence correspond au animaux qui excrèteront le virus sur le marché



① Probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le marché 1 à partir du village

* On assume que tous les animaux survivent lors du transport

Figure 24: Arbre de décision

i-Simulation de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 à partir des producteurs villageois (①)

Le nombre de poulet sur un marché a été déterminé avec la même formule que précédemment : $N = E \times n$

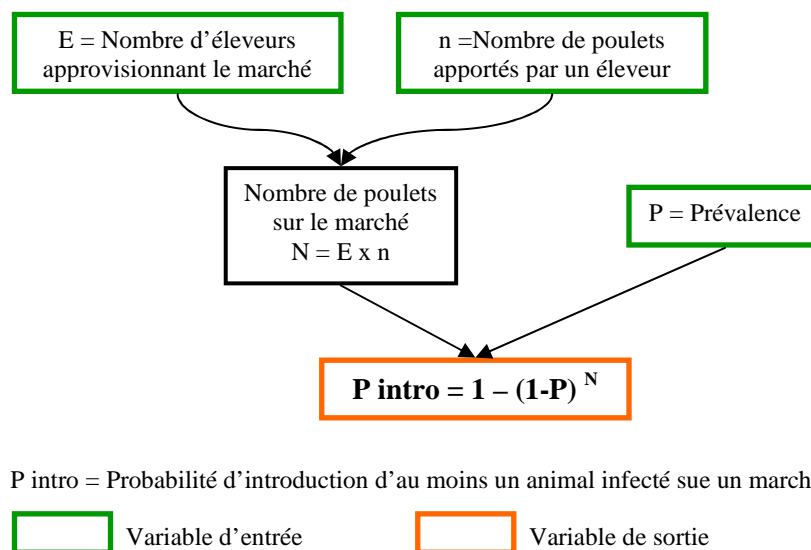
La démarche permettant de déterminer la formule nous permettant de calculer la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté est la suivante :

- 1) la probabilité qu'un animal soit infecté correspond à la prévalence : P
- 2) la probabilité de ne pas avoir d'animal infecté est donc : $1 - P$
- 3) on applique alors la formule au nombre total d'animaux présent sur le marché, la probabilité qu'aucun animal ne soit infecté est donc de $(1-P)^N$
- 4) la probabilité qu'au moins un animal infecté soit introduit (Pintro) est donc l'inverse de la probabilité qu'aucun animal ne soit infecté. La formule nous permettant donc de calculer cette probabilité est :

$$\boxed{P \text{ intro} = 1 - (1-P)^N}$$

P et N sont donc les paramètres qui nous permettront de calculer Pintro. On parle de paramètre d'entrée. Comme ces paramètres sont variables, on leur associe une distribution. On parle alors de variable d'entrée pour N et P. Le logiciel @Risk nous permet de faire une simulation de la combinaison des deux distributions par tirage au sort et ainsi de calculer la

distribution sortante. La distribution sortante correspond à P_{intro} , et on parle de variable de sortie. La figure 24 résume cette démarche.



P_{intro} = Probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté sur un marché

Figure 25: Démarche de détermination de P_{intro}

Le tableau 9, présente les paramètres utilisés pour calculer la probabilité d'introduction et les distributions choisies pour la calculer.

Il est possible dans @Risk de définir des distributions pour chaque variables. Ainsi, pour la prévalence et le nombre de poulets apportés sur les marchés les distributions ont été déterminées de cette façon.

Tableau 9: Caractérisation des paramètres

Paramètre	Distribution	Unité	Source
Nombre d'éleveurs approvisionnant le marché	Distribution uniforme Min = 10 Max = 50	Nombre d'éleveurs	Enquêtes Données officielles
Nombre de poulets apportés par un éleveur	Distribution exponentielle $\beta = 1,3667$	Nombre de poulets	Enquêtes
Prévalence	Distribution inverse de Gauss $\mu = 0,023797$ $\lambda = 0,0079789$	Prévalence de la maladie	Bibliographie (W)

ii-Simulation 1 : Probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 depuis des producteurs villageois

L'histogramme en figure 26 présente la distribution de probabilité d'introduction d'au moins un poulet malade sur un marché villageois. La probabilité moyenne d'introduire au moins un poulet infecté sur un marché primaire est de 71% (intervalle de confiance à 95% [0.37 ;1])

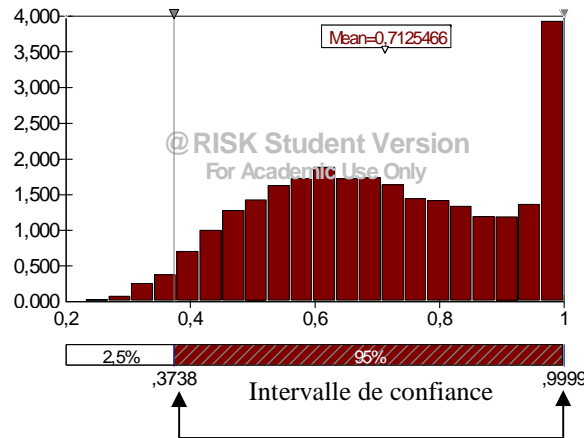


Figure 26: Distribution de Pintro

En réalité 0,2% à 5% des volailles sont vaccinées contre la NCD (communication personnelle).

Nous avons fait l'hypothèse que la vaccination protège totalement les animaux contre l'infection c'est-à-dire que tous les animaux vaccinés seront immunisés et n'excrèteront pas le virus. Ainsi, la prévalence diminue, car les animaux vaccinés ne sont plus des animaux potentiellement excréteurs.

Si l'on considère V comme la proportion d'animaux vaccinés on peut utiliser la formule suivante pour définir la probabilité d'introduction d'un animal excréteur sur un marché :

$$1-[1-P*(1-V)]^N$$

Les résultats de la simulation donne les résultats suivant et en figure 27 :

Min	Moyenne	Max
0,25	0,70	1

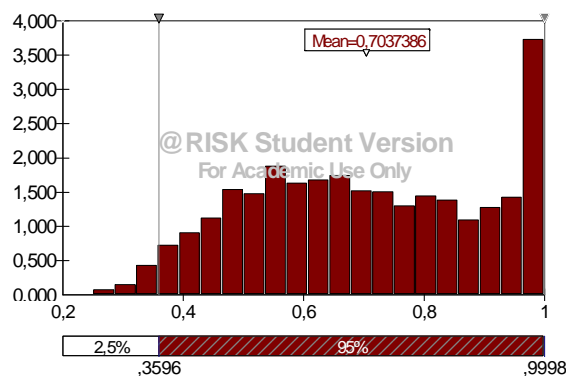


Figure 27: Distribution de Pintro avec une vaccination comprise entre 0,2% et 5%

iii-Différents scénarios de l'effet de la vaccination sur la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans un marché

Nous avons testé différents taux de vaccination (50%, 75% et 90%) dans la population afin de voir l'effet de la vaccination sur Pintro. La même formule et les mêmes hypothèses que précédemment ont été formulés

- Simulation 2 : Probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 depuis un village lorsque 50 % des animaux sont vaccinés contre la maladie de Newcastle

Min	Moyenne	Max
0,12	0,51	1

- Simulation 3 : Probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 depuis un village lorsque 75 % des animaux sont vaccinés contre la maladie de Newcastle

Min	Moyenne	Max
6,55 E ⁻⁰²	0,33	1

- Simulation 3 : Probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté dans le marché 1 depuis un village lorsque 90 % des animaux sont vaccinés contre la maladie de Newcastle

Min	Moyenne	Max
2,67 E ⁻⁰²	0,16	0,99

La figure 28, présente les différentes distributions de probabilités obtenues pour les différents taux de vaccination (pour plus de précision sur les histogramme voir les annexes 9, 10, 11).

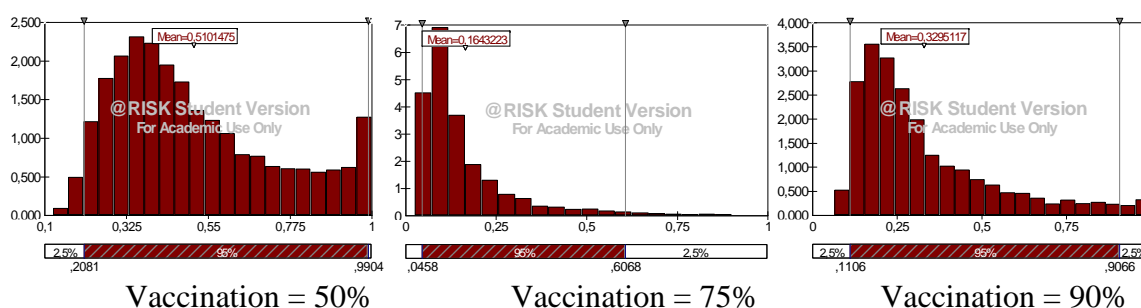


Figure 28: Distribution de Pintro avec différents taux de vaccination

III Discussion

L'étude a permis d'éclaircir le modèle conceptuel établi lors de la première étude (Figure 6) dans le cadre du projet FAO.

D'une part, par ce qu'elle a permis de décrire plus précisément les systèmes de distribution des volailles de race exotiques dans le cadre des programmes d'amélioration.

Des données annuelles sur cette distribution ont été récoltées. Grâce à celles-ci, il sera possible d'estimer le rôle que pourrait jouer ces programmes dans la dissémination de la NCD. Toutes les volailles distribuées sont vaccinées contre la NCD. On peut alors imaginer le scénario suivant : des poulets vaccinés sont distribués, considérant que la vaccination n'est pas efficace à 100%, on a une probabilité que ces animaux soient susceptibles et contaminés lors du transport. Le circuit de distribution pourrait alors constituer un risque de dissémination de la maladie. De même, que le camion qui transporte les volailles pourrait constituer un vecteur mécanique.

D'autre part l'étude a permis d'établir une typologie des acteurs et des marchés ainsi qu'une description du circuit commercial de la volaille dans la zone d'étude. Plusieurs circuits ont pu alors être identifiés et ainsi décrits en fonction des différentes zones visitées.

Cependant les données recueillies nous ont permis de faire seulement une estimation des flux. En effet, les enquêtes sur les marchés n'ont pas pu être exhaustives, et le nombre de vendeur sur les marchés n'a pu qu'être estimé. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les producteurs. La plupart d'entre eux ont été le plus souvent enquêtés dans les fermes car d'une part, sur les marchés, ils n'acceptaient pas tous de répondre aux questions et d'autre part car certains d'entre eux ne parlaient pas l'amharique.

En revanche, une grande partie des marchands réguliers ont été identifiés et questionnés sur les marchés.

Les flux quantifiés ne représentent donc pour la plupart que les flux de marchands. Les flux provenant des producteurs ont été estimés par des observations. L'appréciation quantitative a pu dans ce contexte prendre en compte cette incertitude.

Cependant on peut se demander quelle est la validité des flux obtenus par des enquêtes ponctuels. Nous avons tenté de palier à cela en visitant au moins deux fois la plupart des marchés. La mise en place d'observatoires sur certains marchés permettrait de quantifier plus précisément ces flux et de récolter des données dans le temps.

Nous avons pu déterminer que les périodes où les producteurs villageois possèdent le plus et le moins de poulets correspondent respectivement à la saison sèche et la saison des pluies. Ceci s'explique, et est expliqué par les producteurs, par le fait que pendant la saison des pluies l'environnement n'est pas favorable à l'élevage (pas de nourriture, pluie et faibles températures) et que c'est à cette période que les maladies sévissent le plus, notamment la NCD. Ce dernier point a été confirmé lors des entretiens dans les départements de santé animale des bureaux d'Agriculture et de développement rural.

Les ventes et les périodes de consommations coïncident avec les fêtes religieuses du calendrier éthiopien (calendrier julien) : Fasika (Pâques en avril ou mai), Gana (Noël), Enqutatash (Nouvel an éthiopien le 11 septembre). Ces résultats correspondent à ceux trouvés par Aklilu et al (2007). Cependant leur étude montre un pic beaucoup plus marqué à Fasika que pour le Nouvel An et Noël, ce qui semble correspondre à la réalité.

Le pic de vente à ces époques s'explique par la forte demande qui fait augmenter considérablement les prix. En effet, le prix d'un coq pendant la période d'étude de terrain

était compris entre 25 et 35 ETB, alors qu'il peut atteindre plus de 70 ETB pendant les périodes de fêtes.

De même, les enquêtes auprès des éleveurs a révélé que les périodes où ils collectent et revendent le plus de volailles sont les périodes de fêtes, alors que la période durant laquelle les échanges sont les plus faibles correspondent à la saison des pluies.

En plus du nombre de producteurs villageois qui augmente sur les marchés pendant les périodes de fêtes, il semblerait que le nombre de marchands augmentent également. En effet, des personnes se mettent à pratiquer une activité de vente et de revente pendant les périodes de fêtes.

De plus pendant les périodes de fêtes le circuit semble changer, notamment concernant celui d'Arba Minch'. En effet, si seulement quelques marchands ou collecteurs s'approvisionnent auprès des marchés d'Arba Minch', un grand nombre de marchands se fournissent dans cette zone pendant la période des fêtes.

Le circuit venant de Wellayita a été identifié comme le circuit le plus important dans la zone d'étude. Cela s'explique par le fait que les consommateurs ont une préférence pour les poulets originaires de cette zone et les apprécient pour la bonne qualité de leur carcasse.

Le modèle de flux reste encore à exploiter.

Il serait également intéressant de pouvoir comparer les différents circuits et leur implication dans le risque d'introduction des maladies dans les marchés d'Addis Abeba. Ainsi nous pourrions voir quel est le circuit le plus à risque dans cet introduction.

Nous avons pu déterminer quelle est la connaissance des producteurs envers la NCD (symptômes et voies d'introduction de la NCD dans un élevage) et identifier leur comportement en cas de foyer.

D'après les enquêtes on peut considérer que la maladie de Newcastle constitue la principale cause de mortalité avec la prédation.

81% des producteurs villageois enquêtés connaissent la NCD. Nous pouvons discuter cependant sur le fait que les producteurs peuvent parler de NCD comme une maladie des poulets en générale. Cependant, les symptômes les plus décrits par les producteurs villageois correspondent bien à la maladie de Newcastle : diarrhées verdâtres, torticolis, ailes tombantes, forte mortalité.

Les voies de contamination sont mal connues. Les éleveurs savent qu'un contact direct avec des poulets malades est une voie de contamination. Mais beaucoup ne savent pas que d'autres oiseaux peuvent transmettre la maladie (48%) et 36% d'entre eux pensent que ce n'est pas une voie de contamination. 51% des éleveurs semblent conscients que des os ou plumes d'oiseaux infectés sont des voies de contamination mais seulement 10% d'entre eux enterrent ou brûlent les carcasses des poulets morts. 9% jettent les carcasses et 8% vendent les oiseaux quand une maladie se déclare dans leur élevage. Concernant ce dernier point, nous avons été surpris de ne pas avoir plus de producteurs qui changent leur stratégie de vente en cas d'apparition de maladie afin de limiter les pertes. Le recours à des médecines (traditionnelle ou non) semble être le comportement le plus courant. Les producteurs ont déclaré se fournir en médicaments dans les bureaux de l'Agriculture et du développement rural.

Les nouvelles volailles achetées sur les marchés sont directement introduites avec les volailles composant déjà l'élevage. Seulement 31 % des producteurs les séparent, et dans un grand nombre de cas peu de temps.

Ces comportements à risque ont eu pour conséquences la disparition de la plupart des volailles du village de Golola dans la woreda Shebedino en zone Sidama. En effet, un des producteurs nous a déclaré avoir perdu tous ces poulets après avoir introduit un nouveau poulet acheté au marché. Les cadavres ont alors été jetés dans la forêt. Son voisin enquêté par

la suite, a également déclaré avoir perdus la plupart de ses poulets et jeté les carcasses dans la forêt. Sur les 5 producteurs enquêtés aux alentours du premier tous avaient perdus des poulets pendant la même période.

Les producteurs villageois ne semblent pas suffisamment informés sur la NCD et sur le comportement à adopter en cas de foyer.

Les bureaux de l'Agriculture et du développement rural ont un rôle à jouer dans la prévention et l'information comme ils ont fait en 2006 sur la grippe aviaire (affiches par exemple, voir annexe F)). Les agents du développement rural pourraient également intervenir lors des réunions organisées dans les kebele.

L'analyse de risque n'en est qu'à son début. En effet, une seule partie du modèle conceptuel a été appréciée : la probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le marché 1 à partir du village 1. De plus cette première appréciation a été faite à partir d'hypothèse et a été simplifiée. La complexification du modèle se fera par la suite.

A partir du modèle conceptuel établi les probabilités suivantes sont encore à estimer :

- Probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le village 2 à partir du marché 1
- Probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le village 1 à partir du marché 1
- Probabilité d'introduction d'un animal infecté dans le marché 2 à partir du marché 1

Dans le contexte actuel en Ethiopie avec une vaccination comprise entre 0,2% et 5%, la probabilité d'introduction de la maladie dans un marché est très importante.

Les tests sur la vaccination nous ont permis de déterminer qu'une vaccination pourrait diminuer cette probabilité. Cependant, avec une probabilité de 90%, le risque d'introduction de la maladie est toujours présent. Or, il est admis que la vaccination de 80% d'une population réussie à éteindre une maladie. On peut donc discuter de la validité du modèle. Sa simplification en est peut être la cause ou un mauvais choix des distributions associées aux variables.

De plus, en pratique, un taux de vaccination aussi important semble difficile à mettre en place dans des élevages villageois, et ceci encore plus lorsque l'on considère que le vaccin ne donne qu'une immunité d'un an.

Toutes les données récoltées n'ont donc pas encore été exploitées. Cette étude constitue le début de l'étude qui sera faite en Ethiopie dans le cadre de la composante analyse de risque du projet FSP GRIPAVI. Le reste des données seront donc exploitées et valorisées plus tard.

La maladie de Newcastle servira de modèle en cas de foyer de grippe aviaire en Ethiopie, les résultats de modélisation pourront être extrapolés au IAHP.

Dans le cadre du projet FSP, il est prévu de faire des prélèvements sur les poulets afin de déterminer la circulation virale de la NCD. Les marchés pourraient constituer des lieux de prélèvement. Il est donc nécessaire de savoir si les marchés constituent des bons estimateurs de la circulation des virus. Des travaux de modélisation pourront alors permettre de le déterminer. De plus, le projet a pour but de comprendre le rôle que jouent les marchés dans les épidémies de NCD, si ils constituent des réservoirs de maladie (dans l'environnement), des lieux de transmission, ou plutôt de dissémination des maladies.

Une autre approche que l'analyse de risque semblerait être intéressante à utiliser dans cette étude : c'est l'approche de « Social Network Analysis ».

Cette approche permet de modéliser une structure sociale et les interactions qu'il existe entre les différents compartiments ou acteurs constituant cette structure sociale. Ces compartiments ou individus sont alors schématisés par des noeuds qui sont reliés entre eux

par des relations spécifiques, ces relations pouvant être la transmission d'une maladie (Figure 29).

Ainsi, dans notre étude, les noeuds pourraient être les acteurs ou les marchés: les relations entre ces différents compartiments pourraient alors modéliser la transmission des virus.

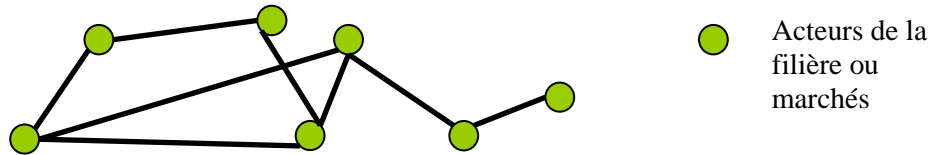


Figure 29 : Schématisation d'une structure de "Social Network Analysis"

Conclusion

Cette étude a permis de mieux comprendre l'organisation du commerce de la volaille, et ainsi de décrire le système commercial et d'identifier les acteurs intervenant dans le commerce de la volaille.

Les flux provenant de certains marchés de la zone d'étude et à destination d'Addis Abeba ont pu être déterminés. Il apparaît que parmi ces circuits celui de Wellayita est le plus important.

L'approche quantitative n'en est qu'à son début, mais révèle que dans les conditions de vaccination actuelles le risque d'introduction de la maladie de NCD depuis un élevage villageois dans un marché est très élevé. Cependant l'arbre de décision reste à améliorer par une bibliographie plus précise et d'autres enquêtes de terrain qui nous permettront une meilleure estimation de nos paramètres et une diminution du niveau d'incertitude de nos résultats.

Certains facteurs de risque relatifs au comportement des producteurs, comme le fait d'introduire directement un poulet venant d'un marché sans le séparer des autres, ou de jeter les cadavres d'animaux mort de maladie ont pu être identifiés. Il sera nécessaire au cours du projet d'approfondir ces premières estimations par des études rétrospectives, de type cas-témoins, afin d'identifier les facteurs de risques liés à l'apparition ou à la réémergence de la maladie dans un village.

L'organisation de la distribution des volailles exotiques dans le cadre des programmes d'amélioration génétique a été éclaircie et les données récoltées pourront permettre d'établir un modèle et d'apprécier l'implication de cette activité dans le risque de dissémination de la NCD.

Cette étude est une étape préliminaire à ce qui va être fait dans le cadre du projet FSP GRIPAVI en Ethiopie, plusieurs modèles de diffusion spatiale et temporelle de la NCD vont être développés et testés afin de mieux comprendre les facteurs de risques liés à la dissémination de la maladie. Ces modèles pourront être adaptés et utilisés dans le cadre de l'appréciation quantitative des risques de dissémination de la grippe aviaire. Grâce à ces modèles différentes méthodes de lutte et de contrôle pourront être testées. Notamment le rôle de la vaccination dans la lutte contre la maladie de Newcastle pourra être évalué.

En dehors de l'étude propre à l'Ethiopie, la mise en place des questionnaires, leur révision et le test lors du terrain faciliteront la mise en place des prochaines études dans les autres pays impliqués dans le projet FSP.

Références

ABEBE W., 2006. Poultry Biosecurity Study in Ethiopia. A consultancy Report FAO, Addis Abeba.

AFSSA, [2006], Fiche Influenza aviaire. . [On line] [27/08/2007] <URL : <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/35167-35168.pdf>>

AKLILU H. A. , ALMEKINDERS C. J. M. , UDO H. M. J., VAN DER ZIJPP A. J., 2007. Village poultry consumption and marketing in relation to gender, religious festivals and market, *Tropical Animal Health and Production*, **39** (3): 165-177

BELL J.G, KANE M., LE JAN C., 1990. An investigation of the disease status of village poultry in Mauritania, *Preventive Veterinary Medicine*, **8** : 291-294

BELL J.G, MOULOUDI S., 1988. A reservoir of virulent Newcastle Disease Virus in village chickens Flocks, *Preventive Veterinary Medicine*, **6** : 37-42

BUSH J The Threat of Avian Flu, Predicted Impact on Rural Livelihoods in SNNPR (Ethiopia) May 2006, *The Food Economy Group*.

CODEX ALIMENTARIUS, 1999. Principes et directives régissant la conduite de l'évaluation des risques microbiologiques. CAC/GL 30 - 1999

CSA (2006) Agricultural Sample Survey (2006-2007) Volume II, *Report on Livestock and Livestock characteristics*, Statistical Bulletin, **2**

FASINA F.O., ABOLNIK C., SHAMAKI D., BISSCHOP S.P.R., Spatial and temporal spread of Avian Influenza H5N1 in Nigeria. Proceedings of the 12th International conference of the Association of Institutions of Tropical Veterinary Medicine, 51-56

GOUTARD F., SOARES MAGALHAES R., 2006. Risk and Consequence assessment of HPAI introduction in Ethiopia. Rapport FAO

MARTIN V., FORMAN A., LUBROTH J., 2006. Preparing for Highly Pathogenic Avian Influenza. *A Manual for Countries at Risk*. Rapport FAO, EMPRES, OIE

OIE (2002). Influenza aviaire hautement pathogène (peste aviaire). [On line] [24/08/2007] <URL: http://www.oie.int/fr/maladies/fiches/f_A150.htm>

OIE (2004). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. [On line] [24/08/2007] <URL: http://oie.int/eng/normes/MANUAL/A_summry.htm>

OIE, 2006. Code sanitaire pour les animaux terrestres. [On line] [20/02/2007] <URL : http://www.oie.int/fr/normes/mcode/fr_sommaire.htm>

POUILLOT R., SANAA M., DUFOUR B., 2002. Principes de l'appréciation quantitative probabiliste des risques. *Epidémiologie et santé animale*, numéro spécial : analyse de risque, Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies Animales (AEEMA), **41** : 95-112

TADELLE D., MILLION ., ALEMU Y., PETERS K.J., 2003. Village chicken production systems in Ethiopia : 1. Flock characteristics and performance, *Livestock Research for Rural Development* 15 (1)

TADELLE D., OGLE B, 1996. Studies on Village Poultry Production in the Central Highlands of Ethiopia. *MSc Thesis University of Agricultural Sciences*, Department of Animal Nutrition and Management.

TOMA B., 2002. Appréciation quantitative du risque : Notions générales., *Epidémiologie et santé animale*, numéro spécial : analyse de risque, Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies Animales (AEEMA), **41** : 53-63

TOMA B., DUFOUR B., SANAA M., 2002. Généralités sur l'analyse de risque. *Epidémiologie et santé animale*, numéro spécial : analyse de risque, Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies Animales (AEEMA), **41** : 5-16

TOMA B., POUILLOT R., SANAA M., 2002, b. Appréciation quantitative du risque : exemple d'approche déterministe, *Epidémiologie et santé animale*, numéro spécial : analyse de risque, Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies Animales (AEEMA), **41** : 85-94

UNESCO (2007) Une nouvelle politique scientifique pour l'Éthiopie. *Planète SCIENCE*, **5** (2) : 8

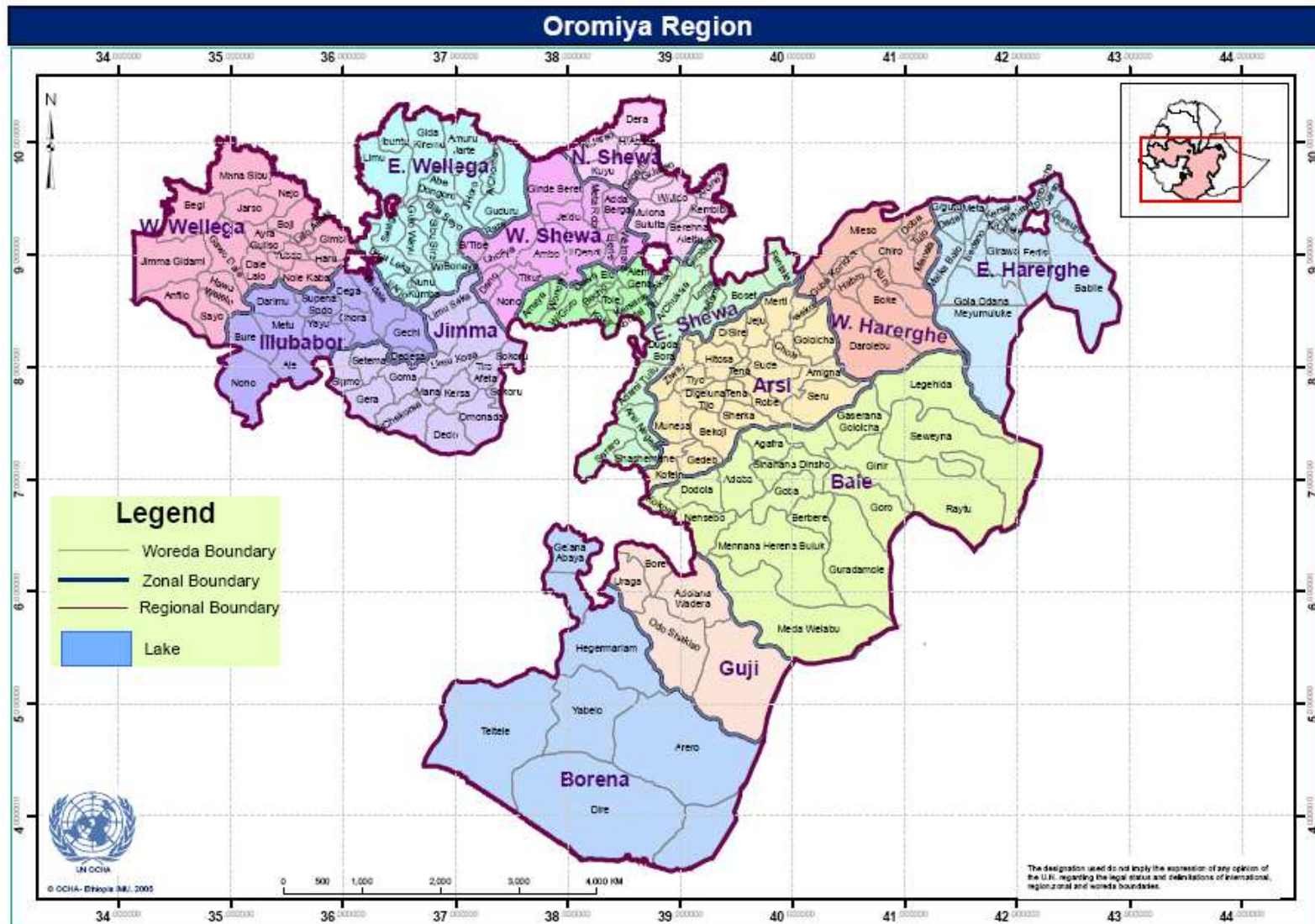
YONGOLO M.G.S., MAEDA MACHANGU A., MINGA U.M., [2006]. Newcastle Disease and Infectious Bursal Disease among free range village chickens in Tanzania. [On line] [7/09/2007] <URL : <http://www-naweb.iaea.org/nafa/aph/public/11-newcastle-yongolo.pdf>>

WIKIPEDIA, 2007. [On line] [24/08/2007]<URL: <http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89thiopie>>

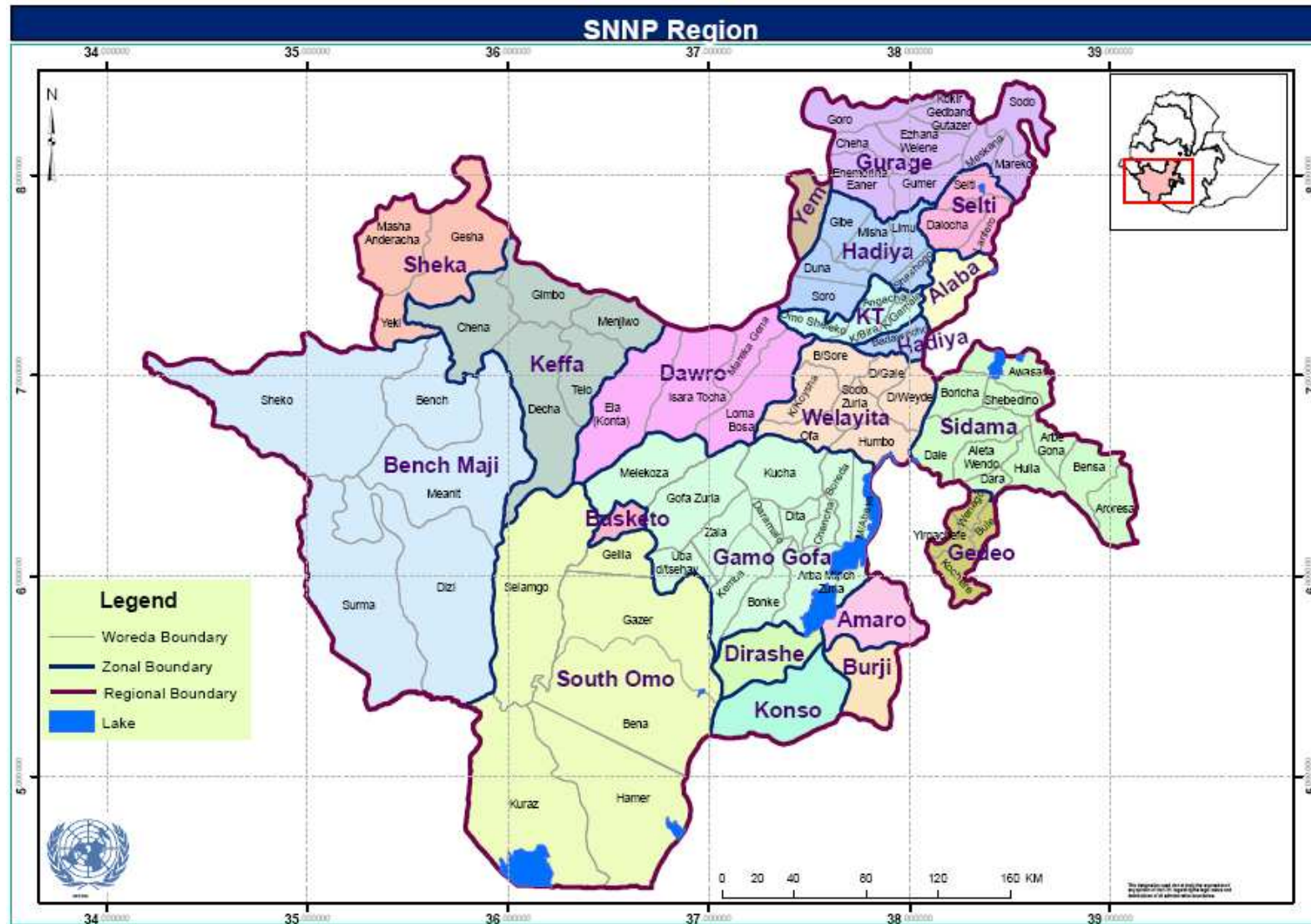
Annexes

Annexe 1: Les Régions et Zones d'Ethiopie.....	59
Annexe 2: La zone Oromia	60
Annexe 3: La zone SNNP	61
Annexe 4: Les questionnaires	62
Annexe 5: Le formulaire "Producteur" de la base de donnée Access établie	73
Annexe 6: Article sur les "Risque d'introduction du virus H5N1 en Ethiopie par les voies commerciales", dans les proceeding du 12ème AITVM, p 35-40	74
Annexe 7: Caractérisation des marchés visités	78
Annexe 8: Localisation des fermes gouvernementales	80
Annexe 9: Distribution de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté par la NCD dans un marché 1 à partir d'un village 1, considérant une vaccination de 90% de la population.....	80
Annexe 10: Distribution de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté par la NCD dans un marché 1 à partir d'un village 1, considérant une vaccination de 75% de la population.....	81
Annexe 11: Distribution de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté par la NCD dans un marché 1 à partir d'un village 1, considérant une vaccination de 50% de la population.....	81
Annexe 12: Exemple d'affiche de prévention contre la grippe aviaire dans le bureau d'Agriculture et du Développement Rural de Shashemene	82

Annexe 2: La zone Oromia



Annexe 3: La zone SNNP



Annexe 4: Les questionnaires

Traders Questionnaire

Name of market: _____ Date: _____ GPS: _____
 Woreda of market town: _____ Kebele of market town: _____

Trader

Name: _____

Village: _____ Woreda: _____ Kebele: _____

Regular activity Occasional activity

1. Quantity of poultry brought to sell? _____
2. Quantity of eggs brought to sell? _____
3. Prices : Poultry: _____ Eggs: _____
4. Do you pay tax to sell poultry on markets? Yes No
5. Today, where do you buy poultry and eggs (picking circuit)
 Farmer

Poultry			Eggs		
Village (name, woreda and kebele), in the order of the collection and distance as far as market	Number of farmers collected:	Total poultry collected:	Village (name woreda and kebele), in the order of the collection and distance as far as market	Number of farmers collected:	Total eggs collected

On markets → To traders To farmers

Poultry			Eggs		
Village (name woreda and kebele), in the order of the collection and distance as far as market	Number of person (specify trader or farmer) collected:	Total poultry collected:	Village (name woreda and kebele), in the order of the collection and distance as far as market	Number of person (specify trader or farmer) collected:	Total eggs collected

6. Usually how long (time) does the transport take to go to the market? Road taken? _____
7. Do you always buy poultry/eggs in the same places? Yes No

If no: indicate the other places: _____

8. Do you take always the same route? Yes No

Comments: _____

9. How do you transport poultry/eggs (tick the box)?

	On foot	By bike	By motorbike	By common carriers	Animal transport (donkey, horse...)	Other (indicate the kind of transport)
Poultry						
Eggs						

10. What is the poultry mortality during the transport? _____

11. Frequency of buying (per week): _____

12. What times of the year do you buy the largest number of chickens/eggs? (More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

Why? _____

How many chickens/ eggs do you buy in these times? _____

13. What times of the year do you buy the smallest number of chickens/eggs? (More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

Why? _____

How many chickens/ eggs do you buy in these times? _____

14. Selling

	Regular activity		Occasional activity
	Frequency	Name of markets (woreda and kebele), days of markets and the frequency for each market	Why do you sell poultry/eggs?
Poultry	<input type="checkbox"/> Every day markets <input type="checkbox"/> Once a week <input type="checkbox"/> Once a month <input type="checkbox"/> Other : _____ _____		

Eggs	<input type="checkbox"/> Every day markets		
	<input type="checkbox"/> Once a week <input type="checkbox"/> Once a month <input type="checkbox"/> Other : _____ _____		

15. What do you do with unsold poultry? _____

16. To whom did you sell poultry/ eggs today?

	Poultry	Eggs
Others traders		
Consumers		
Farmer (indicate the villages woreda and Kebele if possible)		
Other (indicate which ones)		

17. Traders selling :

Trader information (origin....)	Number of poultry	Number of eggs	Do you know on which market (village, woreda and kebele) they will sell poultry?

18. What times of the year do you sell the largest number of chickens/eggs? (More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

Why? _____

How many chickens/ eggs do you buy in these times? _____

19. What times of the year do you sell the smallest number of chickens/eggs? (More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

Why? _____

How many chickens/ eggs do you buy in these times? _____

Farmers Questionnaire

Name of farmer (head of farm): _____ Date: _____

Village location (+ GPS): _____

Village Woreda: _____ Village Kebele: _____

Market location and GPS: _____

Woreda of market town: _____

Kebele of market town: _____

A- Usual questions

20. How many chickens does your family currently have?

a. Adults (more than 5 months)

b. Growers (2-5 months)

c. Chicks (day old -2 months)

d. Total

21. What times of the year do you have the largest number of chickens? (More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Why? _____

22. What times of the year do you have the smallest number of chickens? (More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Why? _____

23. In your opinion what are the three main reasons for the death of your chickens (Number the three most important reasons with 1 being the most important)

a. Predators

b. Theft

c. Accidents

d. Parasitic diseases

e. Newcastle disease

f. Other disease Specify: _____

g. Other situation Specify: _____

24. How do you know when your chickens have NCD? (Ticks symptoms identified.)

a. Green watery pooh

- b. Drooping wings
- c. Twisted neck
- d. Many deaths
- e. Don't know
- f. Other Specify: _____

25. How many of your chickens have died from NCD in the last six months including those you killed or sold because they were sick? (Enter the number that died in each box)

- a. Adults (more than 5 months)
- b. Growers (2-5 months)
- c. Chicks (day old -2 months)

26. What do you do when you suspect that your chickens have NCD? (More than one box can be ticked)

- a. Eat
- b. Sell or exchange or give away
- c. Bury or burn the dead chicken
- d. You inform the other farmers
- e. Traditional medicine
- f. Other Specify: _____

27. Read each statement one by one and tick one box in each row
Healthy chickens can get NCD from:

- a. Contact with other chickens that have NCD
- b. Other birds besides chickens that have NCD
- c. Other people who have had contact sick birds
- d. Bones and feathers from sick birds
- e. Living near someone who has sick birds

B- Selling questions

1. How many chickens and eggs did your household dispose of in the last month? (Sell, exchange, eat and use for ceremony.) (Enter numbers in each box. If "other" state the purpose)

	No of Chickens	No of Eggs
Family eating		
Sold		
Exchanged for goods		
Guests, ceremonies & gifts		
Other 1-		
Other 2-		

2. Where do you sell poultry/ eggs (fill the box with always/often/rarely/never)?

	On markets	In the village	On road-side	Other (indicate which ones?)
Poultry				
Eggs				

3. How do you transport poultry/eggs (tick the box)?

	On foot	By bike	By motorbike	By common carriers	Other (indicate the kind of transport)
Poultry					
Eggs					

4. What is the time of the year do you normally sell or exchange chickens? (More than one month can be ticked).

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

5. Why do you sell or exchange chickens at these times of the year?

(More than one box can be ticked)

- a. Fear of disease
- b. Pay school fees
- c. Buy food in hungry period
- d. Get a good price at time
- e. Other Specify: _____

6. What times of the year do you normally eat chickens?

(More than one month can be ticked)

Jan	Fev	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

7. Why do you eat chicken in this period?

- a. Fear of disease
- b. Because of disease outbreak
- c. Dying

- d. Festivals
- e. Cash availability
- f. Other reasons Specify: _____

8. How many birds did you eat during the following festivals?

- a. Christmas
- b. New year
- c. Easter
- d. Other

28. Market selling

	Frequency	Name of markets (woreda and kebele) and days of markets	Number of poultry/eggs usually sold by markets
Poultry	<input type="checkbox"/> Every day markets <input type="checkbox"/> Once a week <input type="checkbox"/> Once a month <input type="checkbox"/> Other : _____		
Eggs	<input type="checkbox"/> Every day markets <input type="checkbox"/> Once a week <input type="checkbox"/> Once a month <input type="checkbox"/> Other : _____		

29. To whom did you sell poultry/ eggs today?

	Poultry	Eggs
Traders(indicate on which market)		
Consumers		
Farmer (indicate the villages woreda and Kebele if possible)		

30. Traders selling :

Trader information (origin....)	Number of poultry	Number of eggs	Do you know on which market (village, woreda and kebele) they will sell poultry?

31. What do you do with unsold poultry?

C- Purchase questions

1. Did you buy any chicken or eggs during the last 3 months?

Yes No

2. If yes, how many?

a. Adults (more than 5 months)

b. Growers (2-5 months)

c. Chicks (day old -2 months)

d. Table eggs

e. Fertilized eggs

3. Why did you purchase eggs/chicken?

a. Family consumption

b. To raise more chicken

c. Other Specify: _____

4. What times of the year do you normally purchase chickens or eggs?

(More than one month can be ticked)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec

Why? _____

5. From whom are you usually buying poultry/eggs?

	Poultry	Eggs
Traders (indicate on which market)		
Farmer (indicate the villages woreda and Kebele if possible)		
Other (indicate which ones)		

6. What do you do with new chicken?

Governmental Farm Questionnaire

Location of Farm: _____ Woreda: _____
 Kebele: _____ GPS: _____

- **Production**

1- Origin of chicks distributed during the improvement program:

Hatching eggs imports :

Exporter Country	Number of imported hatching eggs	Month and Year

Day old chick imports:

Exporter Country	Number of imported hatching eggs	Month and Year

Own eggs production:

Number of chicks produced per month : _____

Number of parents: Male: _____

Female: _____

Origin of parents: _____

2- Where are your poultry bred?

Closed aviary night & day

Closed aviary only during the night

Exterior

3- Farm organisation:

Number of building: _____

Building occupancy:

Building numerous	Number of animals	Statute (parents or chicks, age...)

Do you clean the breeding zone between two flocks? Yes No

- 4- What is the poultry mortality rate of the farm (per week)? _____
- 5- Do you vaccinate poultry? Yes No
If yes: Against which diseases? (date of vaccination): _____

Which are the causes of death in your farm? _____

When was the last time of death? How many poultry died? _____

- 6- In case of sick or dead poultry, what do you do? _____

- 7- Do you use sentinel birds? Yes No
If yes: For which disease? _____

- 8- Do you do serological surveillance? Yes No
If yes: For which disease? _____

- 9- Do you quarantine newly arrived animals? Yes No If yes:
How long does it last? _____

- 10- Do you apply any control measures on vehicles entering the premises? Yes No
If yes: Which ones? (Tires disinfection) _____

11- Is there any type of inspection performed?

- Public health Government
 Veterinary Others _____
If yes, How often (per month)? _____

• **Genetic improvement program**

12- How are genetic improvement programs organised?

- Farmers come directly at the governmental farm to buy poultry
 You go to the village to sale poultry on market
 Agricultural office woreda is an intermediate
 Other: _____

13- Poultry distribution

Which is the scale of programs?

- Bekele: which ones are concerned: _____

- Woreda: which ones are concerned: _____

- All Oromia region

- All SNNP region
- Other

14- Last distribution

Date (month and year)	Number of poultry distributed / places of distribution (in the order of the distribution)

15- Next distribution

Date (month and year)	Number of poultry distributed/ places of distribution (in the order of the distribution)

16- Poultry transport:

- How do you transport the products to be distributed?
 - By truck
 - By bike
 - Other : _____
- Usually, How long do the distribution last?

17- What do you do with undistributed poultry? _____

Annexe 5: Le formulaire "Producteur" de la base de donnée Access établie

Microsoft Access - [f_enquete]

Fichier Edition Affichage Insertion Format Enregistrements Outils Fenêtre ? Tapez une question

MS Sans Serif 8

IdEnquete: 28 DateEnquete: 07/06/2007 NameFarmer: Alem

VillageLoc: Sefera Woreda: Lome Kebele: Sefera GPSLatLoc: - GPSLongLoc: -

MarketLoc: Koka WoredaMarket: Lome KebeleMarket: Jirsa GPSMarketLoc: N08°26.474' GPSPMarketLong: E039°01.931'

sf_A0

Category	NbToSell	NbSold
Chickens	9	0
*		

Enr : 1 sur 1

Usual Question | Disease Questions | Used of chickens and eggs | Selling and Eating | Selling data | Buyers data | Purchase | Buying places

CkickenAgeCategorie	MinNbChicken	MaxNbChicken	ValeurRetenueNbChicken
Adults (more than 5 months)	0	0	15
Chicks (day old - 2 months)	0	0	12
*	0	0	0

Mode Formulaire

Annexe 6: Article sur les "Risque d'introduction du virus H5N1 en Ethiopie par les voies commerciales", dans les proceeding du 12ème AITVM, p 35-40

**QUALITATIVE RISK ASSESSMENT OF THE INTRODUCTION OF H5N1 VIRUS
IN ETHIOPIA BY THE COMMERCIAL TRADES**

M-M. OLIVE¹, F.GOUTARD¹, A. DEMISSIE², L.YIGEZU³, Y. JOBRE⁴, F. ROGER¹

¹*CIRAD, Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France
Epidemiology Unit*

²*Ministry of Agriculture and Rural Development, P.O. Box 62347, Addis Ababa, Ethiopia*

³*Food Agriculture Organization, P.O. Box 5536, Addis Ababa, Ethiopia*

⁴*US Agency for International Development, P.O. Box 1014, Addis Ababa, Ethiopia*

Recent outbreaks of Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) H5N1 in Sudan, Djibouti and Egypt, have placed Ethiopia at risk of experiencing an outbreak. In May 2006, a qualitative risk assessment was carried out in order to evaluate the risk of introduction and dissemination of the H5N1 virus through trade in Ethiopia. Data were collected via field mission and interview of experts. Risk assessment process was split in three steps: release, exposure and consequence assessment. The release assessment estimates the likelihood of the virus to be introduced by importation of day-old chick: two export countries Egypt and United Kingdom have confirmed H5N1 infection in poultry farms so the probability of introduction through legal importation from these countries was estimated. Although Sudan and Djibouti experienced outbreaks of H5N1, the probability of introduction by trade across borders was evaluated. The exposure assessment identifies possible pathways leading to exposure of poultry: live birds markets, backyard production, multiplication centre and commercial farms. Consequence assessment estimates the spread of virus, the mortality, the economic effects on markets and the food safety impact. Risk estimation is assessed as null to negligible but it appears clearly that backyard production constitutes the more important risk. Keywords: Risk assessment, HPAI H5N1, Commercial trade, Ethiopia

INTRODUCTION

The recent introductions of H5N1 HPAI in East Africa have placed Ethiopia at risk of experiencing an outbreak. Qualitative risk assessment enables decision-makers to estimate the risk of introduction and spread of the virus within Ethiopia. Poultry production sectors have been identified as followed: backyard, commercial farm and governmental farm providing genetic improvement services for backyard farmers. The risk question was to assess the risk of introduction of H5N1 HPAI in Ethiopia via formal and informal importation of poultry between January and May 2006. In this study, we assessed the release risk by day old chick imports and informal trade at the borders; the exposure risk within commercial, governmental farms and markets; and the consequence of introduction on the poultry marketing sector.

MATERIALS AND METHODS

The qualitative risk assessment method used is based on the work done by Zepeda [1]. First we have designed a model of poultry products importations and commercial pathways within Ethiopia (Figure 1). For each branch of the model tree we have assessed the risk level as followed. Five different qualifiers were used for each assessment with a direct link to the occurrence probability of the event:

- Null: occurrence of the event is not possible;
- Negligible: occurrence of the event would be possible only in exceptional circumstances;
- Low: occurrence of the event is relatively low, but possible in certain circumstances;
- Moderate: occurrence of the event is definitely possible;
- High: the probability of occurrence of the event is large;
- Very High: the probability of occurrence of the event is almost certain

For each assessment, parameters were combined using a table adapted to the one established by the French Food Safety Agency [2].

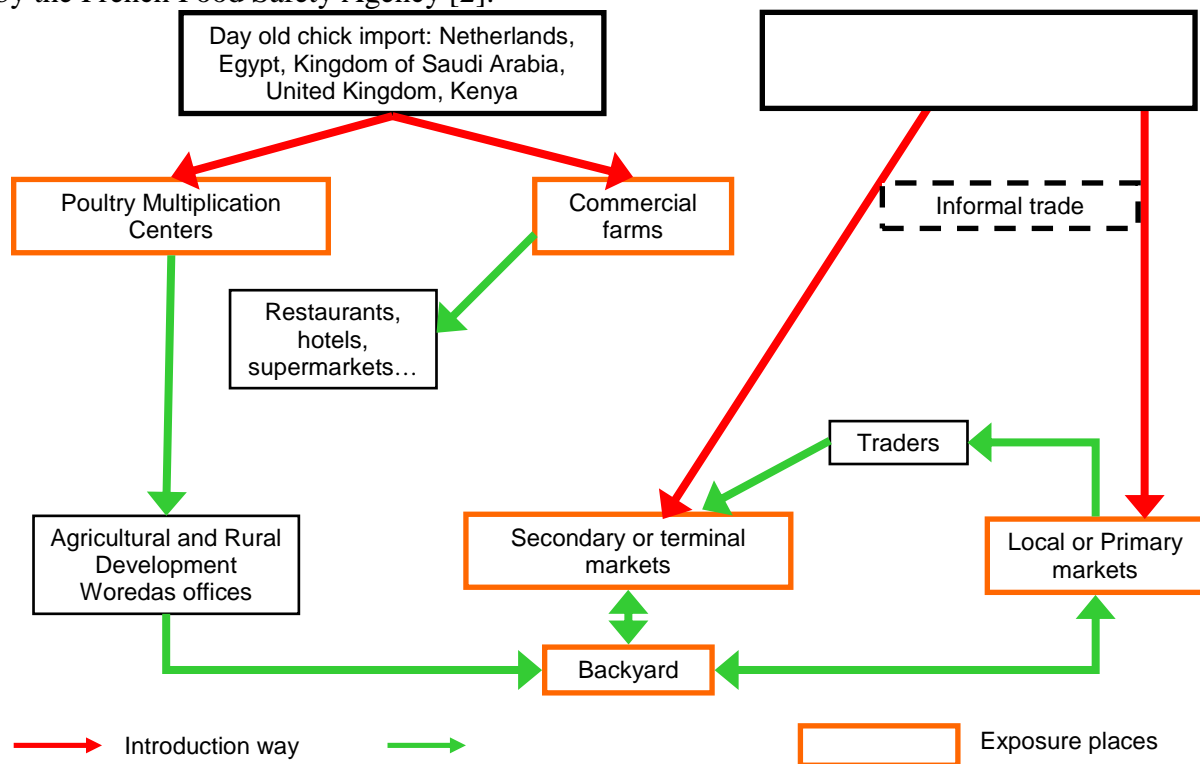


Figure 1: Introduction, spread and exposure

RESULTS

Release assessment

Imports of day old chick and informal trade with neighbouring countries were identified as a potential release risk. Parameters considered to assess the risk were: 1) the presence of the virus in the exporting or neighbour country; 2) the sanitary measures in place in the exporting or neighbour country; 3) the sanitary measures in place in Ethiopia; 3) the level of exchange (number and frequency); 4) the capacity of virus survival in the Ethiopia environment.

We have first assessed the international import release risk. From January to May 2006, Ethiopia imported day old chick from Netherlands, Kingdom of Saudi Arabia, Egypt, United Kingdom and Kenya. The Netherlands, Kingdom of Saudi Arabia, and Kenya were free of the disease during the considered period. So, the release assessment of H5N1 virus via import of day old chick was qualified as null. Even if the presence of H5N1 virus in backyard and commercial farms, was confirmed in Egypt, the release risk via day old chick imports to Ethiopia was qualified as negligible to low according to the sanitary measures applied in Egypt and Ethiopia. H5N1 virus was detected in United Kingdom in a dead swan only. Therefore, the release risk by day old chick imports from the United Kingdom to Ethiopia was qualified as negligible to low.

Secondly, we have assessed the release risk by informal trade from infected neighbouring countries such as Sudan and Djibouti. Qualifying and combining each parameter we have assessed the release risk by informal trade from both countries as low.

Exposure assessment

Exposure areas considered were: commercial and governmental farms, local and terminal markets. Exposure parameters were: 1) sanitary and biosecurity measures in place the; 2) the survival capacity; 3) transmission; 4) the number of poultry involved in the rearing. Qualifying and combining the parameters, market exposure was qualified as moderate, commercial farm exposure as negligible to low and governmental farm exposure as low.

The occurrence for each pathway was assessed by combining release and exposure risks. In commercial the occurrence of an outbreak was determined as null to negligible, negligible in the governmental farms and in a backyard and the markets as negligible to low.

Consequence assessment

Consequences identified were: risk of disease spread; poultry mortality rate within village, governmental and commercial farms; economical effect on markets; and food safety impact. The risk of disease spread via genetic improvement program high, within and between villages and via movement of traders between markets and villages was assessed the spread as very high. While the likelihood of disease spreading via commercial farm activity was assessed as negligible. Considering previous outbreaks of H5N1 HPAI in Africa, poultry mortality rate was assessed as very high. Considering that an outbreak will brought market to a standstill, we have assessed the economical effect for poultry producer as very high. Jennifer Bush (3) has estimated the impact of an outbreak on the food safety; she has determined that “an avian flu outbreak will not directly affect the food safety of farmers”. To referring to her study, we assessed the food safety impact as moderate.

Risk estimation

Combining parameters we estimated the risk of introduction of H5N1 as null to negligible with low consequences for commercial sector and low to moderate consequences for backyard system.

DISCUSSION AND CONCLUSION

It was not possible to assess the risks associated to illegal trade, but it is an important factor to consider. Cultural practices need as well to be considered. In fact, it appears from the interviews that poultry flow increases during holy day (principally in *Fasika* holiday in April or May), because chickens and eggs are the staple of the national dish: « doro wätt ». So the risk will be more important during these periods.

Through qualitative risk assessment the risk of introduction and spread of H5N1 virus in Ethiopia by commercial trade from January to May 2006 was estimated as null to negligible. Qualitative risk assessment is only a first step. A more accurate risk estimation via quantitative risk assessment needs to be undertaken. Risk assessment is a tool to plan risk management, in this study we can see that the management have to target the backyard sector.

REFERENCES

1. ZEPEDA SEIN C. Méthode d'évaluation des risques zoonitaires lors des échanges internationaux. In *Séminaire sur la sécurité zoonitaire des échanges dans les Caraïbes* (ed. OIE), 1998, p 2-17
2. AFSSA, 2004. Fièvre Q : Rapport sur l'évaluation des risques pour la santé publique et des outils de gestion des risques en élevage de ruminants. [Online] [03/07/2006] < URL: <http://www.afssa.fr/ftp/afssa/27623-27624.pdf>>
3. BUSH J., 2005. The threat of Avian Flu, Predicted impacts on rural livelihoods in SNNPR (Ethiopia). Avian Flu livelihood impact study, The Food Economy Group

Annexe 7: Caractérisation des marchés visités

Marché	Jour de Marché	Vendeurs		Origine des volailles vendues par les marchands	Approvisionnement par les marchands réguliers/semaine		Destination des ventes
		Producteurs	Marchands		Min	Max	
Debre Zeit	Mardi, Jeudi, Samedi	Village alentour du marché	Réguliers	Meki, Godino, Dere, Alem Tena, Mojo, Adulala, Koka, Injiri	135 - 305	530 - 830	Consommateurs Marchands Addis Abeba
Adama	Journalier	Village alentour du marché	Fixés				Consommateurs
Mojo	Samedi	Village alentour du marché	Réguliers et occasionnels	Koka	-	-	Consommateurs Marchands Debre Zeit
Koka	Jeudi	Village alentour du marché	-	-	-	-	Consommateurs Vendeurs : Debre Zeit et Mojo (Addis Abeba)
Meki	Jeudi	Village alentour du marché	Réguliers et occasionnels	Alem Tena, divers autres marchés	-	-	Consommateurs Collecteur Addis Abeba, Marchands Debre Zeit
Ziway	Mardi, Samedi	Village alentour du marché	Réguliers	Tora, Koche, Bulubula, Meki	45 - 70	2128 – 2145*	Consommateurs Collecteur Addis Abeba
Arsi Negele	Vendredi	Village alentour du marché	-	-	-	-	Consommateurs Collecteur Addis Abeba, Marchands Shashemene
Shashemene	Journalier Samedi	Occasionnellement	Fixés	Arsi Negele, Bulbula, Kofele, Kore, Aje	265 - 380	780 - 850	Consommateurs Marchands Awasa et Addis Abeba

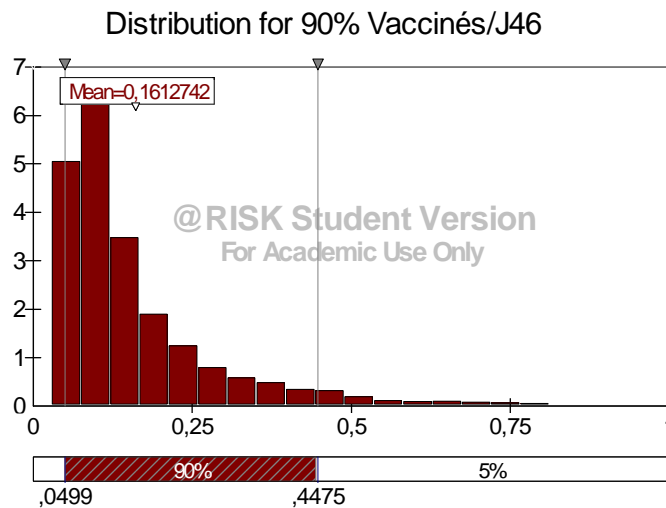
Marché	Jour de Marché	Vendeurs		Origine des volailles vendues par les marchands	Approvisionnement par les marchands réguliers/semaine		Destination des ventes
		Producteurs	Marchands		Min	Max	
Awassa	Journalier Lundi et Jeudi	Occasionnellement	Fixés	Sur place : Leku, Belila, Tula, Erba, Dela, Yirga Alem Déplacement : Arsi Negele, Shashemene	333 - 344	560 - 645	Consommateurs
Leku	Mercredi et Samedi	Village alentour du marché	Réguliers	Erba, Belila, Dela	-	-	Consommateurs Marchands Awassa
Alelu Ilu	Mardi	Village alentour du marché	Occasionnels	-	-	-	Consommateurs
Sodo	Samedi	Village alentour du marché	Fixés et Réguliers	Tebela, Souba, Areka	-	-	Consommateurs Collecteurs Merkato
Boditi	Mardi	Village alentour du marché	Occasionnels	-			Consommateurs Collecteurs Merkato
Arba Minch'	Lundi	Village alentour du marché	Réguliers	Chano Mile	-	-	Consommateurs Collecteurs Addis Abeba en période de fêtes
Chano Mile	Lundi	Village alentour du marché	-	-	-	-	Consommateurs Marchands Arba Minch' Collecteurs Addis Abeba en période de fêtes

Annexe 8: Localisation des fermes gouvernementales

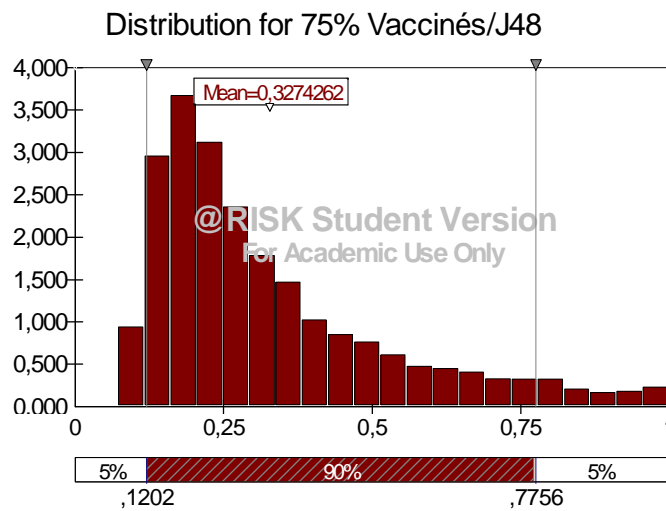
Centres de Multiplication	
Name	Region
Mekele	Tigray
Kombolcha	Amhara
Andasa	Amhara
Bedele	Oromia
Nathreth	Oromia
Adele	Oromia
Awassa	SNNP

Centres d'élevage	
Name	Region
Fiche	Oromia
Ambo	Oromia
Nekemt	Oromia
Assela	Oromia
Diredawa	Diredawa
Sodo	SNNP
Gubrie	SNNP

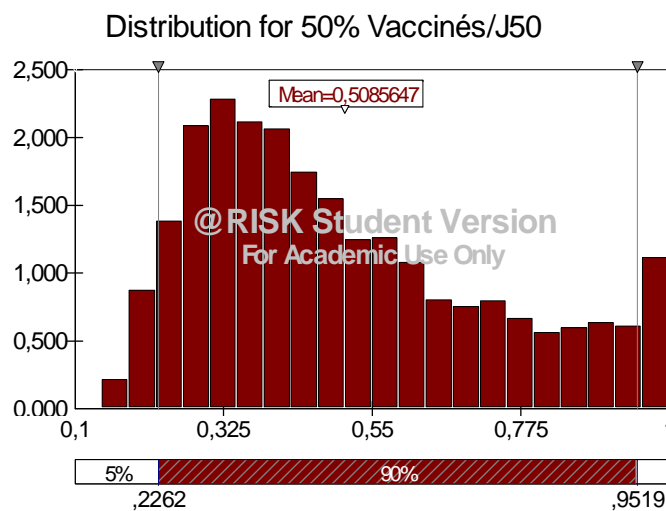
Annexe 9: Distribution de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté par la NCD dans un marché 1 à partir d'un village 1, considérant une vaccination de 90% de la population



Annexe 10: Distribution de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté par la NCD dans un marché 1 à partir d'un village 1, considérant une vaccination de 75% de la population



Annexe 11: Distribution de la probabilité d'introduction d'au moins un animal infecté par la NCD dans un marché 1 à partir d'un village 1, considérant une vaccination de 50% de la population



Annexe 12: Exemple d'affiche de prévention contre la grippe aviaire dans le bureau d'Agriculture et du Développement Rural de Shashemene

