

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
**présenté pour l'obtention du DIPLÔME DE MASTER**

**MASTER AGRONOMIE ET AGRO ALIMENTAIRE**  
**Systemes et Techniques Innovants pour un Développement Agricole Durable**  
**parcours « Productions Animales en Régions Chaudes »**

**Etude de la commercialisation et des réseaux de  
contact des volailles dans la région de Sikasso au Mali :  
implications pour la surveillance et le contrôle des  
pestes aviaires**

par  
**Ismaël BOLY**

**Année de soutenance : 2010**

**Organisme d'accueil : CIRAD**

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**  
présenté pour l'obtention du **DIPLÔME DE MASTER**

**AGRONOMIE ET AGRO ALIMENTAIRE**  
Spécialisation : **Productions Animales en Régions Chaudes**

**Etude de la commercialisation et des réseaux de  
contact des volailles dans la région de Sikasso au Mali :  
implications pour la surveillance et le contrôle des  
pestes aviaires**

par  
**Ismaël BOLY**

Mémoire préparé sous la direction de :  
**Dr Danièle Montagnac**

Présenté le : **22/09/2010**

devant le Jury :

- Pr Charles-Henri Moulin
- Jean Pierre Boutonnet
- Claire Aubron
- Dr Danièle Montagnac
- Vladimir Grosbois

Organisme d'accueil : **CIRAD**

Maître de Stage : **Dr Sophie MOLIA**

**Abstract :**

The movement of live poultry through fairs and markets due to the activity of traders play an important role in the spread of diseases such as avian influenza and Newcastle disease.

Sikasso in Mali is a major provider for the regional poultry markets of Bamako. The construction and social network analysis (SNA) based on graph theory was used for the construction of the commercial network of poultry in Sikasso. A survey was conducted among 171 stakeholders interviewed in 27 fairs and markets. The study aimed to understand and characterize the practices of buying and selling in the poultry industry in Sikasso.

Following the classification based on indices of centrality, the market of Medina and the fair of Farakala have been identified and classified as major locations in the context of a surveillance program for avian diseases.

**Keywords :**

Mali; Sikasso; Social network analysis; Market; Fair; Avian diseases; Newcastle disease; Avian Influenza

**Résumé :**

Les mouvements des volailles vivantes à travers les foires et marchés dus à l'activité des marchands jouent un rôle important dans la diffusion des pestes aviaires comme la grippe aviaire et la maladie de Newcastle.

Sikasso au Mali est une des régions principales pourvoyeuse de volaille des marchés de Bamako. La construction et l'analyse des réseaux sociaux (SNA) basée sur la théorie des graphes a été utilisée pour la construction du réseau commercial des volailles à Sikasso. Une enquête a été menée auprès de 171 intervenants se répartissant dans 27 foires et marchés. Cette enquête visait à comprendre et caractériser les pratiques d'achat et de vente des acteurs de la filière avicole à Sikasso.

A l'issue du classement basé sur des indices de centralité le marché de Médine et la foire de Farakala ont été identifiés et classés comme des lieux importants dans le cadre d'un programme de surveillance des pestes aviaires.

**Mots-clés :**

Mali; Sikasso; Analyse des réseaux sociaux ; Marché; Foire; Pestes aviaires; Newcastle; Influenza Aviaire

# Liste des figures et tableaux

## Liste des figures

Figure 1 : Carte de la situation géographique et relief du Mali. ....	3
Figure 2 : Zone d'étude. ....	4
Figure 3 : Schéma du circuit de commercialisation. ....	5
Figure 4 : Carte des foires et marchés visités. ....	14
Figure 5 : Schéma du circuit de commercialisation de la volaille du marché à volailles Médine de Sikasso. ....	15
Figure 6: Caractérisation des intervenants. ....	15
Figure 7 : Graphe du réseau de commercialisation de la volaille à Sikasso. ....	18
Figure 8 : Diagramme de répartition de la Betweenness par lieux. ....	21
Figure 9 : Diagramme de répartition de la Outdegree par lieux. ....	22
Figure 10 : Diagramme de répartition de la indegree par lieux. ....	23

## Liste des tableaux

Tableau 1: Calendrier de l'étude. ....	9
Tableau 2 : Liste des marchés et foires visités. ....	13
Tableau 3 : Paramètres du réseau. ....	17
Tableau 4 : Classement des marchés (M) et foires (F) selon leur Betweenness. ....	19
Tableau 5 : Classement des foires et marchés selon leur indegree. ....	20
Tableau 6 : Classement des foires et marchés selon leur outdegree. ....	20

## **Liste des abréviations.**

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

DNSV : Direction Nationale des Services Vétérinaires

DNSI : Direction Nationale de la Statistique et de l'Information

DNP : Direction Nationale de la Population

DNEF : Direction Nationale des Eaux et Forêts

DNPIA : Direction Nationale des Productions et Industries Animales

DRSV : Direction Régionale des Services Vétérinaires

FAO : Food and Agriculture Organization

FSP : Fond de Solidarité Prioritaire

FIFAM : Fédération des intervenants de la Filière Avicole du Mali

IA : Influenza Aviaire

IAHP : Influenza Aviaire Hautement Pathogène

IER : Institut d'Economie Rurale

LCV : Laboratoire Central Vétérinaire

MEP : Ministère de l'Elevage et de la Pêche

PDAM : Projet de Développement de l'Aviculture au Mali

PIB : Produit Intérieur Brut

SNA : Social Network Analysis

SEIR : Susceptible Exposed Infected Recovered

SIDA : Syndrome d'Immuno Déficience Acquise

# Remerciements

Je tiens à remercier :

Sophie Molia pour m'avoir retenu, encouragé et encadré tout au long de ce stage.

Adama Sangaré, chef de secteur vétérinaire de Sikasso, pour sa grande implication et son dévouement pour cette étude, ses encouragements et sa grande disponibilité. Je pense sincèrement que je vous dois la réussite de ce stage.

Les agents du service vétérinaire de Sikasso : Abdoulaye Diaby, Adama Goita, tantie Awa, tantie Maimounata, Dembelé, Gari,... Je me suis senti bien entouré et en famille.

Les agents du CIRAD : Vladimir Grobois et Raphaël Duboz pour leur appui concernant le SNA.

Mes enseignants du master PARC, en particulier Danièle Montagnac pour ses conseils dans les moments de doute.

Ma famille pour son soutien inconditionnel.

# Sommaire

Introduction.....	1
I. Contexte et étude bibliographique.....	2
I.1 Le projet GRIPAVI.....	2
I.2 Présentation du Mali et de la région de Sikasso .....	3
I.2.1 Le Mali.....	3
I.2.2 La zone d'étude.....	3
I.2.3 Description de la filière avicole malienne .....	4
I.3 Analyse des réseaux sociaux .....	5
I.3.1 Définition.....	5
I.3.2 Utilisation en épidémiologie.....	6
I.3.3 Quelques paramètres et indices couramment utilisés en épidémiologie .....	7
I.3.4 Les réseaux théoriques.....	8
II. Méthodologie.....	9
II.1 La zone d'étude .....	9
II.2 Calendrier .....	9
II.3 Echantillonnage .....	10
II.4 Enquêtes de terrain .....	10
II.5 Traitement des données .....	11
III. Résultats.....	13
III.1 Foires et marchés visités .....	13
III. 2 Organisation de la filière d'approvisionnement du marché Médine de Sikasso.....	14
III. 3 Statistiques sur les pratiques d'achat et de vente .....	15
III.3.1 Pratiques d'achat.....	15
III.3.2 Pratiques de vente .....	16
III.3.3 Saisonnalité, transport et difficultés.....	16
III.4 Paramètres du réseau.....	17
III.5. Visualisation du réseau .....	18
III.6. Indices calculés .....	18



III.7. Répartition de la Betweenness .....	21
III.8. Répartition de la Outdegree. ....	22
III.9. Répartition de la Indegree .....	23
IV. Discussion.....	24
IV.1. Biais de l'étude .....	24
IV.2. Principaux résultats.....	25
IV.3. Perspectives .....	26
Bibliographie.....	28
ANNEXES.....	30

## Introduction

L'aviculture villageoise qui se caractérise par l'utilisation d'espèces à cycles courts et nécessite très peu d'intrants, est une importante source de revenus et de protéines pour les familles rurales en Afrique de l'ouest. Elle représente donc un outil de lutte contre la pauvreté dans les pays en développement comme le Mali où l'aviculture villageoise est la principale pourvoyeuse de produits avicoles avec 95% des effectifs.

L'aviculture est menacée aujourd'hui par deux grandes maladies aviaires. L'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) qui a été introduit dans la sous-région Ouest Africaine en février 2006, et la maladie de Newcastle qui cause d'énormes pertes surtout en aviculture traditionnelle faute de mesures de biosécurité appropriées. Il faut noter qu'aucun cas d'influenza aviaire hautement pathogène du au virus H5N1 n'a été déclaré au Mali au jour de la rédaction de ce rapport.

C'est fort de ce constat que de nombreux projets et programmes d'aide au développement apportent leur soutien à l'amélioration des performances de l'aviculture villageoise. Le projet GRIPAVI financé par le ministère français des affaires étrangères s'inscrit dans ce cadre et vise spécifiquement à améliorer la connaissance de l'éco-épidémiologie des pestes aviaires dans les pays du sud. La caractérisation des systèmes de production et de commercialisation des volailles et des produits avicoles, afin de mieux comprendre les risques de dissémination des maladies aviaires, est une des composantes du projet.

C'est dans ce cadre qu'une étude visant à décrire la commercialisation de la volaille et des produits avicoles à Bamako a été réalisée par Coulibaly en 2009. Cette étude a identifié les régions de Sikasso et de Ségou comme étant les sources principales d'approvisionnement des marchés de Bamako en volailles. Par ailleurs Sikasso est une région clé pour la surveillance des pestes aviaires puisqu'elle est située à proximité du Burkina Faso et de la Côte d'Ivoire qui ont connu des foyers d'IAHP. Le projet GRIPAVI s'est donc logiquement intéressé à la région de Sikasso pour la poursuite de ses activités de recherche sur la filière avicole.

L'objectif de la présente étude était de comprendre en amont comment est approvisionné (identification des foires) le marché à volaille principal de Sikasso qui est spécialisé dans la collecte des volailles à destination de Bamako. La compréhension du mouvement des volailles à travers les pratiques commerciales, et de leur structure de contact (marchés, foires,...) est importante pour désigner les cibles de surveillance, et de contrôle sanitaire.

L'analyse des réseaux sociaux (SNA), méthode qui vise à comprendre les contacts et échanges entre individus d'une population, est une approche qui a récemment été utilisée en épidémiologie animale (Martinez-Lopez et al., 2009). Elle permet de construire un réseau de contact des volailles, de l'analyser et d'identifier in fine des cibles de surveillance.

Pour cette raison nous avons conduit une étude pour décrire, analyser les mouvements (flux) des volailles vivantes à travers la région de Sikasso et en direction de Bamako pour comprendre comment ces mouvements de volailles peuvent influencer la potentielle diffusion des pestes aviaires au niveau local, national et régional. Afin d'atteindre ces objectifs, des enquêtes et des rencontres ont été menées auprès des différents acteurs de la filière avicole (marchands, collecteurs, responsables des structures d'appui à la filière avicole,...). Ces enquêtes adressées aux différents acteurs de la filière ont porté sur l'origine, la destination, l'effectif, la fréquence **des achats et des ventes** et les moyens de transport des volailles.

# **I. Contexte et étude bibliographique**

## **I.1 Le projet GRIPAVI**

GRIPAVI (Ecologie et épidémiologie des pestes aviaires dans les pays du sud) est un projet qui a débuté en 2007 dans le but d'approfondir les connaissances sur la grippe aviaire et la maladie de Newcastle dans les pays tropicaux. Il est financé par le ministère français des affaires étrangères à travers le fond de solidarité prioritaire (FSP). La mise en œuvre de ce projet de recherche a été confiée au CIRAD pour une durée de 3 ans. Les pays partenaires sont : l'Afrique du sud, l'Ethiopie, Madagascar, le Mali, la Mauritanie, le Vietnam et le Zimbabwe.

Le Mali a été choisi pour le fait qu'il est voisin de trois pays ayant connu des cas d'IAHP de type H5N1, à savoir le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire et le Niger. De plus on y trouve le delta intérieur du Niger s'étendant sur plus de 4 119 500 ha au beau milieu de la zone sahélienne. Le delta est une zone de migration clé pour de nombreux oiseaux. De par les activités de chasse et de commerce de la population, le delta présente une zone de rencontre entre oiseaux sauvages, oiseaux domestiques et hommes, ce qui représente un observatoire intéressant de l'écologie du virus.

Les partenaires à la recherche au Mali sont le LCV, la DNSV, la DNEF, la DNPIA, et l'IER.

Au Mali, GRIPAVI comprend 3 volets :

### **-l'étude de la circulation des virus influenza aviaires et de la maladie de Newcastle.**

De nombreux prélèvements sur des oiseaux domestiques et sauvages sont effectués dans différentes régions du Mali et analysés au laboratoire central vétérinaire de Bamako. Le but est d'identifier la dynamique annuelle de circulation virale.

### **-l'étude des systèmes de production et de commercialisation de la volaille.**

Notre étude s'inscrit dans ce volet.

En 2009 Coulibaly dans son étude sur la caractérisation qualitative et quantitative de la commercialisation de la volaille et des produits avicoles à Bamako a identifié les régions de Sikasso et de Ségou comme étant les principales sources d'approvisionnement des marchés à volailles de Bamako. Il a été noté la difficulté à obtenir des informations précises sur l'origine des volailles. Il a donc été jugé intéressant de mener une étude plus poussée sur une zone géographique limitée afin de vraiment cerner la diversité de l'approvisionnement des marchés (origine, intermédiaires, destination, etc.). La région de Sikasso représentait une région idéale pour ce type d'étude car elle approvisionne les marchés de Bamako et est située à proximité du Burkina Faso et de la Côte d'Ivoire qui ont connu des foyers d'IAHP. Cette nouvelle étude fait suite à ces résultats et constats et vise donc **l'étude de la commercialisation et des réseaux de contact des volailles dans la région de Sikasso.**

### **-l'étude du système de surveillance de l'influenza aviaire et de la maladie de Newcastle.**

Ce volet vise à décrire et évaluer l'efficacité du réseau de surveillance des pestes aviaires mis en place au Mali. Une analyse critique intégrant les connaissances produites par les volets « circulation virale » et « systèmes de production et commercialisation » permettra ensuite d'établir des recommandations pour optimiser la surveillance et le contrôle.

## I.2 Présentation du Mali et de la région de Sikasso

### I.2.1 Le Mali

La République du Mali est limitée au nord par l'Algérie, le Niger et le Burkina à l'est, la Côte d'Ivoire et la Guinée au sud, le Sénégal et la Mauritanie à l'ouest. Le Mali a une superficie de 1,2 millions de km<sup>2</sup>. Le pays est divisé en huit régions administratives : Tombouctou, Kidal, Gao, Mopti, Kayes, Koulikoro, Sikasso et Ségou, auxquelles s'ajoute le district de la capitale, Bamako. Chaque région se divise en cercles, puis en communes, et en villages. Le Mali est un état enclavé dont 65 % du territoire est occupé par le désert. En 2009, la population malienne était estimée à 14,5 millions d'habitants (Recensement Général de la Population et de l'Habitat, 2009).

Pays sahélien à vocation essentiellement agro-pastorale, le secteur rural représente plus de 40 % de son PIB et trois quarts des exportations ; le sous-secteur élevage y contribue de façon importante, représentant entre 10 et 12% du PIB, et constitue le troisième produit d'exportation du pays, après l'or et le coton (DNSI, 2003)



Figure 1 : Carte de la situation géographique et relief du Mali.

### I.2.2 La zone d'étude

La région d'étude choisie par le projet GRIPAVI pour une analyse SNA de la filière avicole est située dans la région de Sikasso, qui est composée de 7 cercles : Bougouni, Yanfolila, Kolondieba, Kadiolo, Koutiala, Yorosso et Sikasso.



Figure 2 : Zone d'étude.

Notre étude s'est plus particulièrement focalisée sur le cercle de Sikasso. Cette zone a été choisie pour le fait qu'elle possède le plus grand marché à volailles de la région de Sikasso qui approvisionne les marchés de Bamako, la présence de nombreux élevages villageois, et sa proximité avec le Burkina et la Côte d'Ivoire qui ont connu des foyers d'IAHP. Cette zone présente donc un intérêt épidémiologique.

### I.2.3 Description de la filière avicole malienne

Une description de la filière a été réalisée par Traoré (2006) pour le compte de la FAO ; en substance on note :

Un cheptel avicole estimé à plus de 36 millions de sujets toutes espèces confondues (DNPIA, 2009). La contribution de l'aviculture aux résultats du sous-secteur élevage est importante et va au-delà des seules contributions macroéconomiques ; selon les systèmes agropastoraux, elle est pratiquée par près de 80% des ménages.

La filière avicole malienne associe un secteur commercial et un secteur traditionnel. Le secteur traditionnel (élevage traditionnel villageois), qui reste le plus important surtout en milieu rural, contribue significativement aux revenus des ménages ruraux et à la couverture de la demande en produits avicoles. Au Mali, il reste le principal pourvoyeur de produits avicoles. La commercialisation des produits avicoles comporte beaucoup d'intervenants ce qui augmente le prix au niveau du consommateur et diminue la marge du producteur.

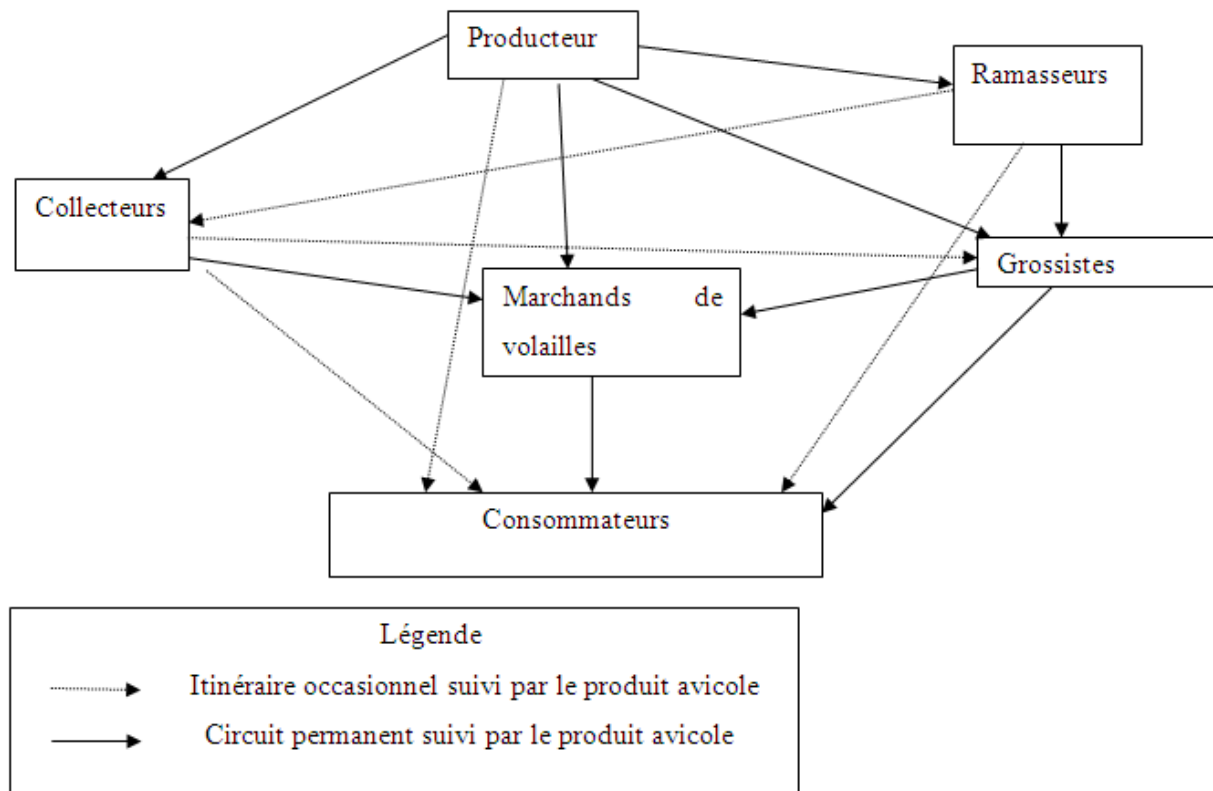


Figure 3 : Schéma du circuit de commercialisation.

### Rôle des marchés dans la diffusion des maladies

De nombreuses études ont montré que les marchés à volailles (vivante) sont d'importants réservoirs de grippe A (Woo, 2006). Les mouvements des volailles à travers les marchés sont potentiellement importants dans la circulation et la diffusion de l'influenza aviaire. La forte concentration des volailles vivantes dans les marchés est une situation favorable à la diffusion de l'IA : les marchés sont donc d'importants réservoirs (Van Kerkhove, 2009).

Ainsi une compréhension du mouvement des animaux, de leur pratique et de leur structure de contact est important pour définir les cibles de surveillance, la prévention et le contrôle des activités (Hyder et al., 2008).

D'où tout l'intérêt et la justification de cette étude qui va se dérouler dans les marchés et foires à volailles.

## I.3 Analyse des réseaux sociaux

### I.3.1 Définition

Le comportement à risque de certains individus, les mouvements des animaux ont été mis en évidence par de nombreuses études comme étant des facteurs de risque de transmission de maladies. Classiquement les techniques épidémiologiques se focalisaient sur le risque individuel d'être infecté par une maladie. Une nouvelle approche plus pertinente, permet de nos jours de s'intéresser aux

interactions (contact) d'un animal avec d'autres sur la diffusion d'une maladie : **il s'agit de la méthode d'analyse des réseaux sociaux** ou social network analysis (SNA).

Un réseau social se définit comme étant la somme d'entités sociales telle que des individus ou des organisations sociales reliées entre elles par des liens créés lors des interactions sociales.

Le réseau social se définit par ses jonctions (nœuds) et la nature des relations qui les relie. Un réseau est susceptible de se trouver partout et nulle part en raison de ses nombreuses ramifications. Bien que les critères de détermination des frontières soient contextuels, un élément fédérateur ressort de ces controverses : l'existence d'un tissu de relations. Tout réseau peut être ainsi défini en fonction de ses nœuds et de ses connexions, donc de sa topologie (Saglietto, 2006).

Un avantage majeur des SNA comparé avec les autres approches analytiques est la possibilité d'une approche pouvant permettre de manipuler les relations qui sont bidirectionnelles telle que les contacts entre individus, le commerce, ou les mouvements d'animaux (Martinez-Lopez, 2009).

Les éléments du réseau font souvent référence à des nœuds ou des acteurs et les liens ou connexions qui existent entre ces nœuds. Par exemple le commerce d'animaux dans différents lieux d'une région peut être représenté en utilisant un réseau social dans lequel les lieux et les mouvements d'animaux sont respectivement les nœuds et les liens.

Les réseaux sont dits directs ou indirects selon que la nature des relations entre des paires de nœuds sont bidirectionnelles ou unidirectionnelles respectivement.

Le graphe étant la représentation symbolique d'un réseau social d'acteurs, un réseau est constitué d'unités, appelés nœuds (ou sommets) et de liens (ou relations) qui les unissent (Larribe, 2003).

La méthode des réseaux sociaux se focalise sur les relations entre acteurs, les acteurs ne peuvent pas être échantillonnés séparément. Si un acteur se trouve sélectionné, nous devons également inclure tous les autres acteurs avec lesquels il pourrait avoir des liens (Hanneman, 2006).

La méthode SNA est basée sur la théorie des graphes en mathématiques ce qui permet de pouvoir effectuer des calculs d'indices et de paramètres servant à qualifier le réseau et de classer les nœuds selon leur importance .

La théorie des graphes à été utilisée pour l'analyse des réseaux sociaux pour plusieurs raisons (Saglietto, 2006) :

- 1) elle fournit un vocabulaire qui peut être employé pour étiqueter, et désigner beaucoup de propriétés structurelles des relations sociales
- 2) elle offre des formulations mathématiques et des idées avec lesquelles beaucoup de propriétés relationnelles peuvent être quantitativement évaluées et mesurées
- 3) elle permet de présenter les réseaux sociaux comme des modèles de jeux d'acteurs et de relations

### **I.3.2 Utilisation en épidémiologie**

A l'origine le SNA était plus utilisé en sociologie. Le premier exemple d'utilisation du SNA en épidémiologie a été fait par Klodahl en 1985. Grâce à la construction du réseau social de contact, il a pu arriver à la théorie selon laquelle un agent infectieux était à l'origine du SIDA.

Ces dernières années la méthode SNA connaît un grand intérêt pour l'épidémiologie animale car elle s'intéresse non pas au risque de contamination de l'animal uniquement mais aux risques liées aux relations qui existent entre animaux. De nombreux chercheurs ont validé et utilisé cette méthode SNA en épidémiologie animale.

Van Kerkhove et al. (2009) ont étudié le réseau des mouvements des volailles au Cambodge, dans le cadre de la surveillance et du contrôle des gripes aviaires. Ils ont utilisé la méthode SNA pour construire et analyser le réseau de commercialisation des volailles vivantes dans le sud du Cambodge. Ils ont pu dégager ainsi un programme de surveillance ciblée et justifiée.

Kao et al. (2006) en utilisant cette méthode SNA ont pu donner de précieux conseils pour la surveillance ciblée de la fièvre aphteuse en Grande Bretagne.

Filipa M. Baptista et al. (2008) ont utilisé la méthode SNA à partir de données enregistrées sur les mouvements du bétail au Portugal. Ils ont pu identifier les fermes, les marchés et les foires à bétail qui peuvent jouer un rôle important dans la transmission et la diffusion en cas de maladie. Pour identifier ces fermes, marchés et foires, ils ont utilisé les paramètres de centralité.

Sarah et al. (2009) en se basant sur des données écologiques obtenues de deux techniques, le « radio-tracking » et le « capture mark recapture » ont appliqué la méthode SNA pour construire et comparer deux réseaux de contact de rongeurs dans une même région (nord-est de l'Italie).

Les mesures topologiques qui sont les indices et les propriétés qui caractérisent un réseau sont importantes pour désigner le modèle de diffusion d'une maladie. Deux réseaux avec le même nombre de liens peuvent avoir des propriétés très différentes (Strogatz, 2001).

### **I.3.3 Quelques paramètres et indices couramment utilisés en épidémiologie**

La théorie des graphes sur laquelle est basée la méthode SNA permet de calculer une grande quantité d'indices et de paramètres, qui vont nous permettre de qualifier le réseau et de classer les nœuds selon leur importance (Vallee, 2009).

Il existe différents types de paramètres que l'on peut calculer à partir du réseau :

#### **-Paramètres à l'échelle du réseau**

La première catégorie rassemble les paramètres à l'échelle du réseau. Ils s'appliquent à l'ensemble des nœuds et liens, et permettent par exemple d'avoir une idée sur la manière dont la structure du réseau influence la propagation de la maladie (Vallee, 2009).

Exemples de paramètres : taille, densité...

#### **-Paramètres de distance sociale**

Ces paramètres permettent de s'intéresser aux voisins, mais aussi aux connections des voisins, donc les connections indirectes du nœud auquel on s'intéresse. On cherche à savoir à quel point un individu est éloigné de tous les individus du réseau. Pour cela on va calculer le nombre de liens qui le sépare de tous les autres acteurs (c'est la distance en termes de distance sociale). Suivant les manières de calculer cette distance on obtient différents paramètres (Vallée, 2009).

Exemples de paramètres : walk, cycle, path...

#### **-Paramètres de connexion et connectivité**

Ce sont des paramètres qui reflètent la capacité d'un nœud à atteindre les autres en suivant les liens du réseau. Elle nous renseigne sur le fait que les nœuds sont connectés ou non, peu importe la longueur du chemin à emprunter (Vallee, 2009).

Un réseau est dit connecté si à partir de chaque nœud on peut atteindre tous les autres. Un « component » est le plus grand ensemble de nœuds connectés.

Exemple de paramètres : reachability...

#### **-Paramètres de centralité**



La centralité d'un nœud dans un réseau est une mesure de son importance structurelle. Le terme "importance" étant subjectif, il n'est pas surprenant qu'il existe une variété de mesures de la centralité dans la théorie des graphes. Cependant elles ont toutes le but de quantifier le rôle central d'un acteur dans le réseau (Hanneman, 2006).

La centralité est donc une mesure de l'importance des nœuds dans le réseau et les indices de centralisation donnent un aperçu de l'hétérogénéité d'un réseau ; **Ce sont des paramètres très utilisés en épidémiologie pour détecter les individus, les nœuds pivots, ou acteurs clés.**

Baptista et al. (2008), Izquierdo (2006), Corner et al. (2003) dans leurs études ont utilisé ces paramètres de centralité pour identifier les nœuds pivots (marché, ferme,...).

Selon Hanneman (2006), il y a 3 approches pour calculer la centralité d'un nœud : « le degree », la « closeness », et la « betweenness ».

(i) **degree** : on parle du degré d'un nœud. Il s'agit du nombre de liens qui sont connectés à ce nœud. Il est facile à obtenir et donne rapidement des informations utiles : savoir si le nœud est beaucoup connecté ou isolé (Wassermann, 1994). Dans un graphe dirigé on fait la distinction entre « in degree » qui est le nombre d'arcs avec le nœud considéré comme destination et « out degree » le nombre d'arcs avec le nœud considéré comme origine. « In degree » mesure la réceptivité ou la popularité d'un acteur. Le « out degree » mesure l'expansivité d'un acteur. La distribution du « degree » peut aussi donner des informations sur la structure globale d'un réseau et le rapprocher d'un réseau théorique dont les propriétés sont connues.

(ii) **Closeness** est la distance géodésique moyenne entre un individu et tous les autres individus. Intuitivement, la « closeness » offre un index de l'aperçu d'un individu qui est dans le milieu d'une structure, l'individu le plus central, et le rôle potentiel qu'il a dans la facilité de transmission de la maladie. Cet indice nous décrit donc le degré de transmission avec lequel un individu peut atteindre tous les autres (Corner et al. 2003).

(iii) **Betweenness** : ce terme désigne pour un nœud le fait d'être « entre » les autres nœuds, de se situer sur le chemin entre deux nœuds en suivant les liens du réseau. Si un nœud N1 se trouve sur le chemin le plus court entre N2 et N3, on peut dire que N1 possède un certain contrôle sur la relation entre N2 et N3. Un nœud a donc une grande betweenness s'il se trouve de nombreuses fois sur le plus court chemin entre deux nœuds. La « betweenness » est une mesure du nombre de chemins qui passent à travers un individu le long du chemin le plus court entre tous les autres individus. La « betweenness » mesure le flux de pathogènes à travers le réseau, et un individu avec une forte valeur de « betweenness » peut être considéré comme un « brise feu » en terme de transmission.

Les différents indices peuvent être standardisés en les divisant par la valeur maximum qu'ils prennent. En effet, tous ces indices dépendent du nombre de nœuds et du nombre de liens. La standardisation permet donc d'avoir une valeur comprise entre 0 et 1 qui permet la comparaison d'un réseau à l'autre.

### **I.3.4 Les réseaux théoriques**

Les réseaux théoriques sont conçus et utilisés comme modèles pour étudier la structure d'un réseau et identifier les nœuds les plus importants. Les modèles diffèrent dans leur hypothèse sur la répartition des nœuds, la nature et l'ampleur des contacts entre les paires de nœuds (Martinez-Lopez et al., 2009).

On distingue le réseau aléatoire, le free-scale, le réseau small world,....

## II. Méthodologie

### II.1 La zone d'étude

La zone d'étude choisie au départ était toute la région de Sikasso, mais nous nous sommes focalisés sur le cercle de Sikasso. Cette zone a été choisie parce que le cercle de Sikasso comprend un grand nombre de volailles, de foires à volailles, et qu'il possède le plus grand marché à volailles de la région de Sikasso. Il s'agit du marché à volailles de Médine construit par le PDAM (Programme de Développement de l'Aviculture au Mali). Ce marché approvisionne Bamako en volailles.

La zone d'étude ainsi définie devrait comporter uniquement les foires et marchés inclus dans le cercle de Sikasso.

Le cercle de Sikasso a une superficie de 19 340 km<sup>2</sup> et est limité au Nord par les cercles de Koutiala et Dioila, à l'ouest par ceux de Bougouni et Kolondieba, au Sud par la Côte d'Ivoire et à l'est par le Burkina Faso (Direction régionale des services vétérinaires, 2009).

Cependant nous avons ajouté d'autres foires et marchés figurant dans d'autres cercles et communes. Il s'agit de la commune de Loulouni, située dans le cercle de Kadiolo, de la commune Zangasso située dans le cercle de Koutiala, de la commune de Kava située dans le cercle de San dans la région de Ségou, la commune de Zegoua située dans le cercle de Kadiolo et enfin la commune de Yorosso située dans le cercle de Yorosso. Ces communes d'autres cercles ont été ajoutées du fait qu'elles approvisionnent le marché principal à volailles Médine de Sikasso.

### II.2 Calendrier

Le calendrier de l'étude est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1: Calendrier de l'étude.

Dates	Etape de l'étude	Lieu
1-11 Avril	Etude bibliographique	Montpellier, France
12 -30 avril	-Rencontre des différents partenaires (DNSV, DNPIA, FIFAM,...), -élaboration du questionnaire	Bamako, Mali
1-15 Mai	-Rencontre des différents partenaires (DRSV, DRPIA, coopérative des marchands,...) -test du questionnaire	Sikasso, Mali
20 Mai -16 juillet	Enquêtes terrains, saisie base de données	Sikasso, Mali
18 juillet-31 aout	Saisie base de données, étude bibliographique, traitement analyse des données, rédaction du rapport	Bamako, puis Montpellier

## II.3 Echantillonnage

Les marchés et foires de cette étude ont été sélectionnés par la méthode d'échantillonnage boule de neige « snowball ». Goodman (1961) la définit ainsi : il s'agit de trouver un individu de la population à étudier, puis lui demander de chercher d'autres participants et ainsi de suite avec les nouveaux participants. On constitue ainsi des zones de premier ordre, puis une zone de deuxième ordre...

L'échantillonnage boule de neige touche une population aux caractéristiques précises et restreintes. Il est classiquement utilisé dans la construction des réseaux sociaux (Wassermann et al. 1994) et est très utile pour des populations peu accessibles comme dans notre cas, où les services habilités ne connaissent pas les sources d'approvisionnement du marché principal de Sikasso. Van Kherkove (2009) a utilisé l'échantillonnage Snowball pour les fins de son étude. Des groupes de discussion avec les services vétérinaires du Cambodge ont été organisés pour identifier les marchands, les collecteurs et obtenir une liste des marchés à volailles.

Pour comprendre l'organisation de la filière et obtenir une liste des foires et marchés d'approvisionnement du marché de Sikasso, nous avons organisé des rencontres avec les chefs de postes vétérinaires, et avec les marchands de notre marché de départ pour cette étude.

Le cercle de Sikasso est reparti entre 10 chefs de poste vétérinaire avec chacun sa zone d'activité. Pour les besoins de l'étude nous avons organisé des rencontres avec ces chefs de poste pour qu'ils nous donnent la liste des foires et marchés à volaille de leur zone d'activité. Nous avons également organisé des rencontres avec la coopérative des marchands du marché de départ de notre étude il s'agit du marché Médine de Sikasso ; nous avons également obtenu une liste des foires et marchés qui sont les lieux d'approvisionnement de ces marchands. **Une meilleure compréhension de l'organisation de la filière et la liste définitive des foires et marchés à volailles ont été obtenues à l'issue de ces rencontres.**

Il est nécessaire de notifier que les foires sont hebdomadaires tandis que les marchés sont journaliers.

Par cette méthode d'échantillonnage nous avons identifié 27 foires et marchés dont 5 étaient hors de notre zone d'étude définie au préalable.

Après avoir fini les enquêtes dans les 22 foires et marchés de la zone d'étude, et le temps nous le permettant, nous avons jugé utile d'inclure également les 5 autres foires et marchés. L'étude s'est finalement déroulée dans ces 27 foires et marchés. La première foire choisie pour débiter l'étude a été tirée au sort.

## II.4 Enquêtes de terrain

Lors des enquêtes nous avons essayé d'interviewer tous les marchands présents dans la foire ou le marché. Force est de reconnaître que compte tenu de l'empressement des marchands pour effectuer leur transaction et repartir aussitôt, et prétextant l'asphyxie de leur volaille à cause de la forte chaleur, certains n'ont pas pu être interrogés.

Pour cette étude, un unique questionnaire ouvert a été utilisé pour les marchands, les collecteurs et les éleveurs. Le questionnaire est présenté en annexe 2.

Le questionnaire a été élaboré et soumis à l'appréciation des responsables des services vétérinaires de Sikasso pour une meilleure implication de leur part dans cette étude. Ce questionnaire comporte

des questions sur les lieux, les dates, et les fréquences d'achat et de vente de la volaille et enfin le mode de transport des volailles. Les données portent sur le jour de l'enquête mais aussi sur les pratiques au cours de l'année. Nous avons ajouté une question qui nous a été suggérée par le chef de secteur des services vétérinaires de Sikasso sur les difficultés rencontrées par les acteurs dans la pratique de leur activité. Il était en effet judicieux de s'intéresser également aux problèmes liés aux activités des acteurs tout en parlant de leur activité de vente et d'achat. Le questionnaire a été testé sur le terrain dans les deux principaux marchés à volailles de Sikasso : Médine et de Wayerma 1. Pour cette étude nous avons fait appel à un traducteur qui est un chef de poste vétérinaire. Les chefs de poste mènent habituellement des activités de contrôle de la viande et des denrées d'origine animales au niveau des foires et marchés. Les enquêtes s'y déroulant, le chef de poste concerné par la foire, jouait le rôle de facilitateur auprès des acteurs et de traducteur ; car nous ne comprenions pas la langue Bambara et la majorité des interviewés ne comprenaient pas le français.

## **II.5 Traitement des données**

Les données des enquêtes ont été enregistrées dans une base de données Microsoft Excel.

L'analyse des données spatiales a été réalisée avec le logiciel ArcGis.

Les études statistiques ont été effectuées par le biais du logiciel Microsoft Excel.

La visualisation, les indices et paramètres du réseau, ont été obtenus avec le logiciel UCINET version 6 pour Windows (Software for Social Network Analysis, Harvard : analytic Technologies) et Netdraw version 2 pour Windows (Visualization Software, Harvard : Analytic Technologies).

Le logiciel R (2.7.2, 2008, R foundation for Statistical Computing) a été utilisé pour la représentation des diagrammes de distribution des indices selon les lieux.

### **Construction et analyse du réseau**

A partir de la base de données contenant toutes les informations sur les questionnaires et après dépouillement, nous avons créé une matrice d'adjacence. Cette matrice est le pilier du graphe, elle indique les mouvements des volailles avec en ligne les lieux de vente et en colonne les lieux d'achat. Pour illustrer, dans notre matrice, « vendre » se lit des lignes vers les colonnes et « achète » se lit des colonnes vers les lignes. Pour le remplissage de la matrice il faut prendre le soin de mettre le chiffre 1 dans la cellule correspondant à l'intersection entre la ligne et la colonne quand le lien existe et le chiffre 0 si non. Les logiciels Netdraw et Ucinet vont alors être utilisés respectivement pour la visualisation du graphe et le calcul des indices. La matrice utilisée pour le réseau étudié est présentée en annexe 3.

Dans le réseau, les nœuds sont des lieux de vente ou d'achat des volailles, c'est-à-dire que les nœuds sont des marchés des foires et des villages ; le lien entre nœuds est le transport de volailles d'un lieu d'origine vers un lieu de destination engendré par l'activité des marchands, et des collecteurs. Nous avons construit ce type de réseau sachant que pour notre étude ce sont ces deux types d'acteurs qui ont été concernés. Les marchands de Sikasso se rendent pour la plupart dans les foires pour leur achat et les collecteurs se rendent dans les villages pour leur achat. Les foires sont en général des lieux de rencontre hebdomadaires entre marchands et collecteurs pour effectuer leurs transactions. D'où la justification de notre choix de construction du réseau qui englobe les foires les marchés et les villages.

Le réseau a été visualisé avec Netdraw. Les nœuds ont été placés sous un code de couleur pour faire la distinction entre les marchés, les foires et les villages.

Le logiciel ArcGis a permis de placer les foires et marchés enquêtés selon leurs coordonnées géographiques sur une carte présentant le réseau routier, les cours d'eaux et le découpage administratif.

La « Betweenness », le « Outdegree », le « Indegree » et la densité ont été calculées avec UCINET. Comme nous sommes dans les cas d'un graphe dirigé, le lien entre deux nœuds s'appelle un arc.

-Indegree : est le nombre d'arcs avec le nœud considéré comme destination ; il mesure la réceptivité ou la popularité d'un acteur.

-Outdegree : est le nombre d'arcs avec le nœud considéré comme origine. Il mesure l'expansivité d'un acteur.

-Total Degree ou Degree d'un nœud est l'ensemble des liens d'un nœud.

-Betweenness : est une mesure du nombre de chemins qui passent à travers un individu le long du chemin le plus court entre tous les autres individus. La « Betweenness » mesure le flux de pathogènes à travers le réseau, et un individu avec une forte valeur de « Betweenness » peut être considéré comme un « brise feu » en termes de transmission.

-La densité est un paramètre à l'échelle du réseau. Elle nous renseigne sur la connectivité du réseau donc de la vitesse de diffusion d'une épidémie.

Les différents indices calculés par UCINET ont été standardisés en les divisant par les valeurs maximales qu'ils prennent exprimées en pourcentage. La standardisation permet d'obtenir des valeurs comprises entre 0 et 1.

## III. Résultats

### III.1 Foires et marchés visités

Par la méthode d'échantillonnage snowball nous avons identifié et listé 27 foires et marchés. Précisément, il s'agit de 23 foires et 4 marchés. Toutes les foires et marchés sélectionnés ont été visités. Au total 171 acteurs ont été interrogés pour les fins de l'étude. Il s'agit de 70 collecteurs, 78 marchands secondaires et 23 marchands primaires. Pour une meilleure compréhension de l'organisation de la filière, nous avons créé 3 catégories d'acteurs. Le marchand secondaire est l'acteur dont l'activité est le plus caractérisée par l'achat de volailles dans les foires et la vente à un marchand primaire de Sikasso; le marchand primaire est l'acteur qui est installé au marché à volailles de Sikasso et qui achète la volaille auprès des marchands secondaires pour la transporter et la vendre à des marchands de Bamako. Le collecteur est l'acteur qui achète la volaille dans les villages pour la vendre à un marchand secondaire le jour d'une foire. Cette démarche était nécessaire par le fait que tous les acteurs se prennent pour des marchands, et surtout parce qu'un acteur pouvait basculer d'un rôle à un autre selon les saisons et les bénéfices que peuvent engendrer un rôle.

Tableau 2 : Liste des marchés et foires visités

Région	Cercle	Foires	Marchés
Sikasso	Sikasso	Ngolodiassa, Bambougou, Klela, Danderesso, Doumanaba, Fama, Farakala, Farako, Finkologanadougou, Kafana, Kignan, Tionkonbougou, Koro, Zaniena, Lobougoula, Zantiguila, Niena, Warasso, Zanferebougou, Danderesso,	Médine, Wayerma
	Koutiala	Zangasso	Koutiala
	Kadiolo	Loulouni, Zegua	
	Yorosso		Yorosso
Ségou	San	Kimprana	

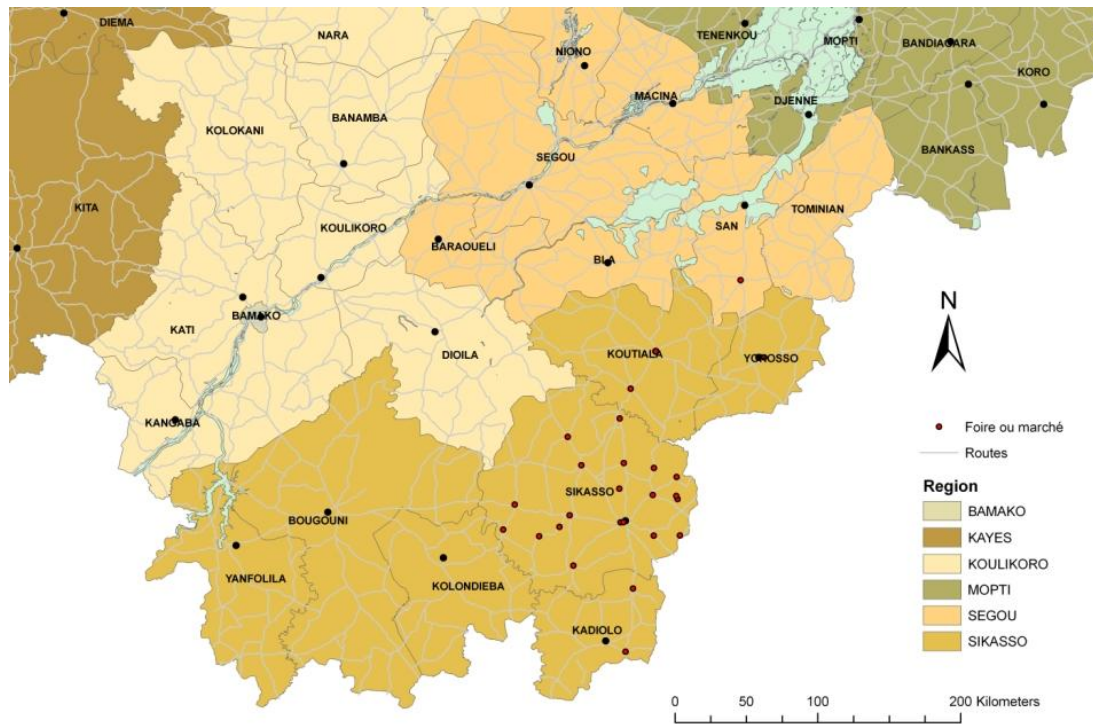


Figure 4 : Carte des foires et marchés visités.

Les foires et marchés visités ont été identifiés et géoréférencés. A première vue on constate que toutes les foires et marchés visités sont au bord des routes ; la majorité des foires visitées est regroupée dans le cercle de Sikasso à une distance moyenne de 50 km du chef lieu de cercle qui est Sikasso. On remarque également que les marchands de Sikasso font leur achat de volailles au delà de la région de Sikasso en se rendant dans la région de Ségou. Il faut noter qu'une distance de 240 km sépare le marché Médine de Sikasso de celui de la foire de Kimprana située dans le cercle de San dans la région de Ségou.

### III. 2 Organisation de la filière d'approvisionnement du marché Médine de Sikasso

Les marchands secondaires (M2) du marché principal Médine de Sikasso se rendent dans les foires hebdomadaires à la rencontre des collecteurs (C) pour acheter la volaille vivante collectée le long de la semaine par les collecteurs dans les villages. Les marchands primaires (M1) à leur tour achètent la volaille venant des marchands secondaires directement au niveau du marché Médine de Sikasso. Les marchands primaires organisent alors les départs pour les marchés de Bamako. Les départs pour Bamako se font la nuit 3 fois par semaine : mardi, jeudi et samedi. Le transport des volailles se fait dans des camions. Les volailles sont mises dans des cages en bambou. Chaque cage contient en moyenne 50 volailles. Un camion pouvant contenir jusqu'à 80 cages.

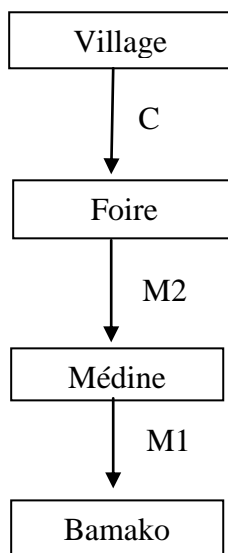


Figure 5 : Schéma du circuit de commercialisation de la volaille du marché à volailles Médine de Sikasso.

### III. 3 Statistiques sur les pratiques d’achat et de vente

#### -caractérisation des intervenants

41% des intervenants sont des collecteurs, 13% sont des marchands primaires et 46 % des intervenants sont des marchands secondaires. Voir la figure 6.

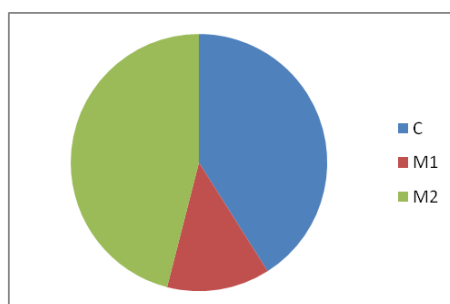


Figure 6: Caractérisation des intervenants.

#### III.3.1 Pratiques d’achat

##### -marchands secondaires (M2)

54 % des intervenants achètent la volaille auprès des collecteurs. Cette proportion d’intervenants correspond pour la plus grande part aux marchands secondaires qui s’approvisionnent auprès des collecteurs lors des foires hebdomadaires.

##### -collecteurs (C)

49 % des intervenants achètent des volailles dans les familles. Cette proportion correspond pour la plus grande part aux collecteurs qui s’approvisionnent dans les villages auprès des familles qui pratiquent l’élevage avicole traditionnel.



15% des intervenants achètent la volaille au bord des routes. Cette proportion correspond principalement à des collecteurs qui se rendent au bord des routes pour l'approvisionnement auprès d'éleveurs.

#### **-marchands primaires (M1)**

1% des intervenants achètent la volaille dans les élevages modernes. Cette proportion correspond aux marchands primaires de Sikasso, qui s'approvisionnent auprès des élevages modernes de la périphérie de Sikasso. Les marchands achètent les poules pondeuses réformées des élevages modernes. Cette origine d'achat à un pourcentage faible tient au fait que traditionnellement et pour des questions de goût les consommateurs préfèrent le poulet de race locale.

#### **-marchands secondaires et primaires**

70% des intervenants achètent la volaille dans les foires. Cette proportion d'intervenants correspond principalement aux marchands qui s'approvisionnent dans les foires.

#### **-nombre d'origines d'approvisionnement**

Les marchands s'approvisionnent en moyenne auprès de 2,6 collecteurs ou foires (minimum 1, maximum 8).

#### **-quantité de volailles achetée par mois**

Les intervenants achètent en moyenne 793 volailles par mois, au minimum 20 et au maximum 5200.

### **III.3.2 Pratiques de vente**

16% des intervenants vendent la volaille à domicile. Les marchands secondaires et collecteurs prétendent vendre de la volaille à domicile quand il y a une commande spéciale de consommateurs lors des fêtes religieuses ou baptêmes.

84% des intervenants vendent dans les foires ou marchés. Les marchands qui vendent à Sikasso, les collecteurs qui vendent dans les foires.

9% des intervenants vendent la volaille au bord des routes.

93% des intervenants vendent des volailles à un autre vendeur.

5% des intervenants mènent d'autres activités en plus des activités de vente et d'achat des volailles.

Il s'agit d'élevage de volailles de race locale mais les effectifs sont faibles, juste quelques têtes.

#### **-quantité de volailles vendues par mois.**

Les intervenants vendent en moyenne à 1,5 personnes différentes, 1 au minimum, 4 au maximum.

Les intervenants vendent dans le mois en moyenne 787 volailles, 20 au minimum et 5200 au maximum.

### **III.3.3 Saisonnalité, transport et difficultés**

#### **- période d'achat ou de vente maximale**

58% des intervenants prétendent que leurs ventes et leurs achats sont maximaux pendant la période d'hivernage (juin à août), 36% pendant les périodes de fêtes (fêtes de fin d'année et fêtes religieuses comme le ramadan). 6% disent ne pas avoir de période de vente ou d'achat maximale, pour eux tout

dépend de la somme dont on dispose pour l'achat ou la vente ; la volaille étant toujours disponible, plus ils ont de l'argent plus ils maximisent leurs transactions.

#### **-transport**

39% des intervenants transportent la volaille en autobus. Cela concerne les marchands secondaires qui vont faire leur achat de volailles dans les foires. Il existe alors un risque important de contamination car les hommes et les animaux sont en contact.

19% des marchands secondaires et collecteurs transportent la volaille à mobylette.

30% des intervenants transportent la volaille à bicyclette. Il s'agit pour la plupart des collecteurs qui vont dans les villages.

5% à bicyclette et motocyclette. Cette catégorie englobe les collecteurs et certains marchands secondaires qui usent de ces deux modes de transport en fonction des moyens financiers dont ils disposent.

0,5% des intervenants transportent la volaille à pied dans des paniers. Il s'agit d'éleveurs.

1% sont à moto et bus.

#### **-difficultés**

52% des intervenants prétendent manquer de fonds pour développer leur activité.

15% des intervenants se plaignent de mortalité lors des transports. Il s'agit des marchands primaires qui transportent les volailles à destination des marchés à volailles de Bamako. Ces mortalités sont dues pour la plupart à des excès de chaleur dans les cages qui sont entassées les unes sur les autres dans les camions.

3,5% des intervenants se plaignent des caisses et banques qui ne veulent pas leur accorder un crédit pour développer leur activité.

3,5% des intervenants se plaignent des mortalités des volailles dues aux maladies.

3% des intervenants se plaignent des difficultés de vente avec les marchands de Sikasso ; le prix de la volaille étant fluctuant.

### **III.4 Paramètres du réseau**

Les résultats des paramètres à l'échelle du réseau sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Paramètres du réseau.

Taille	181
Nombre de liens	238
Densité	0,0146

La taille du réseau correspond au nombre de nœuds. La densité du réseau nous informe de la connectivité du réseau. La densité est comprise entre 0 et 1. Le réseau de Sikasso est très peu connecté puisque sa densité est de 0,0146.

### III.5. Visualisation du réseau

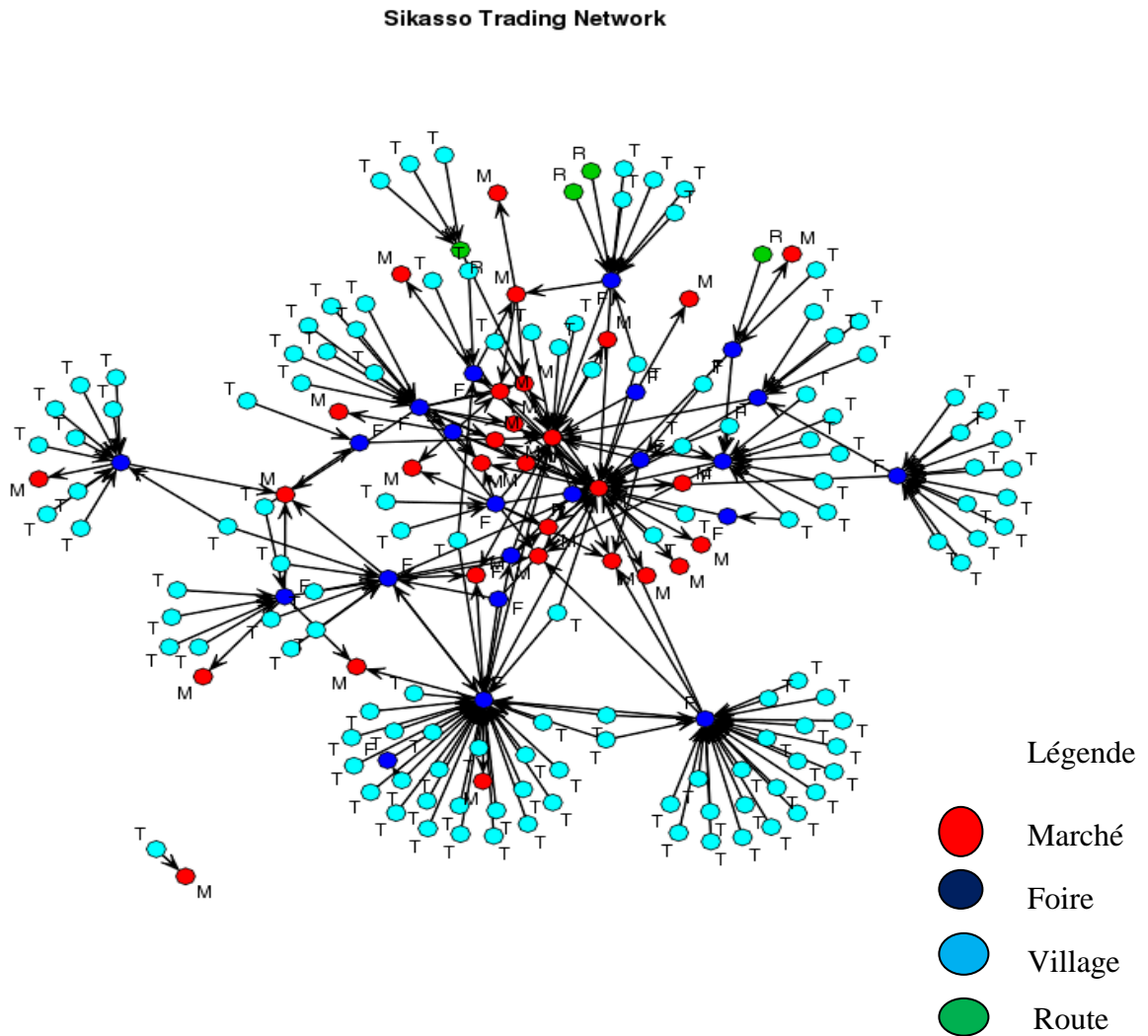


Figure 7 : Graphe du réseau de commercialisation de la volaille à Sikasso.

Le réseau de commercialisation ainsi présenté nous informe à première vue que tous les nœuds sont connectés sauf pour la paire de nœuds du bas de la figure. Les nœuds ont donc tous des attributs : marché, foire, village et bord de route. Les nœuds sont reliés par des arcs dirigés.

### III.6. Indices calculés

#### -Betweenness

Le calcul et le classement des lieux selon leur « Betweenness » a été fait. Il faut rappeler que la Betweenness est une mesure du nombre de chemins qui passent à travers un nœud le long du chemin le plus court entre tous les autres nœuds. La « Betweenness » mesure le flux de pathogènes à travers le réseau, et un nœud avec une forte valeur de « Betweenness » peut être considérée comme un « brise feu » en termes de transmission. Il en ressort que les lieux avec les plus fortes

valeurs de « Betweenness » sont le marché Médine de Sikasso, la foire de Farakala, la foire de Lobougoula et le marché Wayerma de Sikasso. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Classement des marchés (M) et foires (F) selon leur Betweenness.

Noms	Betweenness
M.sikasso.medine	4,679
F.farakala	2,684
F.lobougoula	1,612
M.sikasso.wayerma	1,385
F.tionkonbougou	0,670
F.kafana	0,603
F.klela	0,432
F.kimprana	0,431
F.koro	0,391
F.bambougou	0,372
F.doumanaba	0,225
R.ngolodiassa	0,158
F.zangasso	0,130
F.zegua	0,117
F.zantiguila	0,111
F.farako	0,102
F.warasso	0,085
M.koutiala	0,070
F.zaniena	0,062
F.finkologanadougou	0,060
F.loulouni	0,046
F.fama	0,018
F.danderesso, F.kignan, F.niena, F.zanferebougou, M.yorosso	0
Marchés non visités	
M.ACI.2000, M.fadjiguila, M.hypodrome, M.sougouniko M.flasso, M.bamako M.banakadougou M.hamdallaye M.bakodjourou M.dibidaM.kalabankoura M.lafiabougou M. wolofobougou M. dibodani M. dikoroni M. djelibougou M..legumeM. magnabougou M. medine.koura M. ngolonina M. samanibougou M. sougouden	0

#### **-Indegree.**

Le calcul des « Indegree » et leur classement a également été fait pour tous les lieux. La « indegree » nous éclaire sur les marchés et foires qui reçoivent beaucoup de volailles. Il en ressort que la foire de Farakala le marché de Médine, la foire de Lobougoula et le marché de Wayerma sont

les lieux qui ont les plus fortes valeurs de « Indegree ». Cependant le classement a été modifié comparativement au classement basé sur la « Betweenness ». La foire de Farakala prend la première place indiquant ainsi qu'elle reçoit plus de volailles ou à plus de connexions comme destination. Il faut signaler que la foire de Farakala envoie sa volaille directement à Bamako sans passer par le marché Médine de Sikasso. L'explication est que la foire de Farakala est sur la route et est plus proche de Bamako que le marché Médine de Sikasso. Les résultats sont présentés dans le tableau dans le tableau 5.

Un classement des lieux selon le « Outdegree » et le « Indegree » est présenté en annexe 1.

Tableau 5 : Classement des foires et marchés selon leur indegree.

Noms	Indegree
F.farakala	17,222
M.sikasso.medine	13,333
F.lobougoula	12,777
M.sikasso.wayerma	9,444
F.tionkonbougou	6,666
F.klela	5,555
F.finkologanadougou	5,555

### -Outdegree

Le « outdegree » nous renseigne sur les lieux qui envoient beaucoup de volailles, il exprime donc l'expansivité d'un nœud. Le marché de Sikasso, la foire de Koro, la foire de Farakala et la foire de Zantiguila sont les lieux qui ont les plus fortes outdegree. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Classement des foires et marchés selon leur outdegree

Noms	outdegree
M.sikasso.medine	6,666
F.koro	5
F.farakala	3,888
F.zantiguila	3,333
F.loulouni	3,33
F.doumanaba	2,777
F.lobougoula	2,222
M.sikasso.wayerma	2,222
F.kafana	2,222

On retient donc que le marché Médine de Sikasso et la foire de Farakala reçoivent et envoient beaucoup de volailles puisqu'ils sont les seuls lieux qui ont de forts « Outdegree, Indegree et Betweenness ». Des foires comme Lobougoula sont plus spécialisées dans la réception de volailles et des foires comme Koro sont plus spécialisées dans la sortie de volailles. Des marchés comme Wayerma de Sikasso sont plus spécialisés dans la réception de volailles que dans leur sortie.

En se basant sur ces indices de centralités qui sont la « Betweenness » le « Outdegree » et le « Indegree » les foires et marchés les plus **centraux** du réseau sont le **marché de Médine** de Sikasso et la **foire de Farakala**. Ces deux lieux reçoivent et envoient beaucoup de volailles. Ces deux lieux sont des éléments clés dans le réseau commercial de Sikasso.

### III.7. Répartition de la Betweenness

La « Betweenness » est un indice clé en matière d'épidémiologie : elle mesure le flux de pathogènes à travers le réseau. La répartition de la « Betweenness » nous renseigne sur le fait que les foires sont réellement au centre des activités commerciales : elles présentent le plus grand de nombre de lieux avec de fortes valeurs de « Betweenness ». La majorité des marchés ont une « Betweenness » de 0 : ceci s'explique par le fait que le réseau comprend de nombreux marchés de Bamako qui sont plus spécialisés dans la vente aux consommateurs. Un marché unique présente une forte valeur de « Betweenness », il s'agit du marché Médine de Sikasso qui est spécialisé dans la vente aux marchés de Bamako. La répartition de la « Betweenness » par lieux est présentée dans la figure 8.

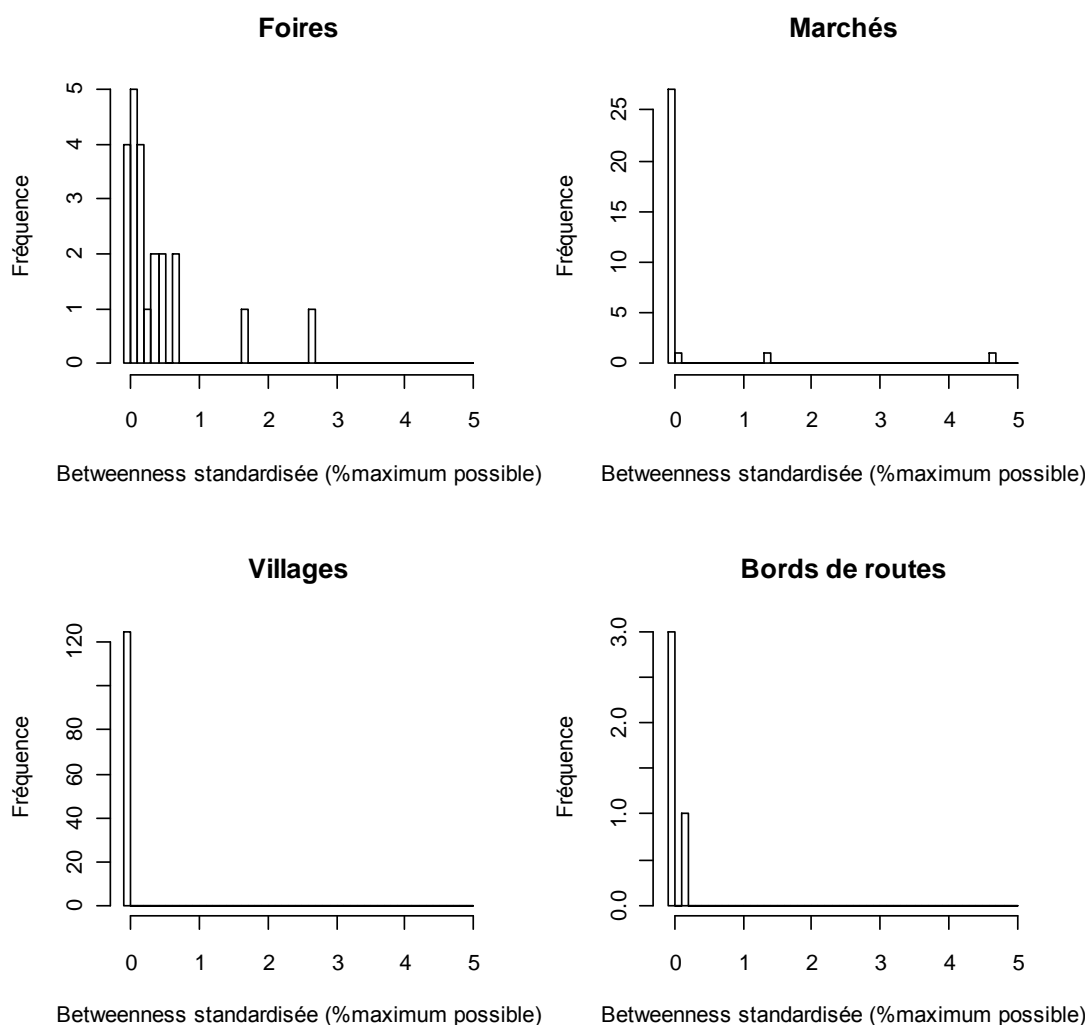


Figure 8 : Diagramme de répartition de la Betweenness par lieux.

### III.8.Répartition de la Outdegree.

Les foires ont tendance à fournir de la volaille à d'autres acteurs et lieux de la filière tandis que les marchés eux fournissent de la volaille aux consommateurs d'où leur faible score de « Outdegree », sauf pour 3 marchés (marché Médine, marché de Wayerma, marché de Koutiala) qui approvisionnent d'autres marchés en particulier les marchés de Bamako. Un village fournit en général de la volaille à une seule foire. Le bord de route fournit de la volaille à une seule foire. La répartition des « Outdegree » par lieux est présentée dans la figure 9.

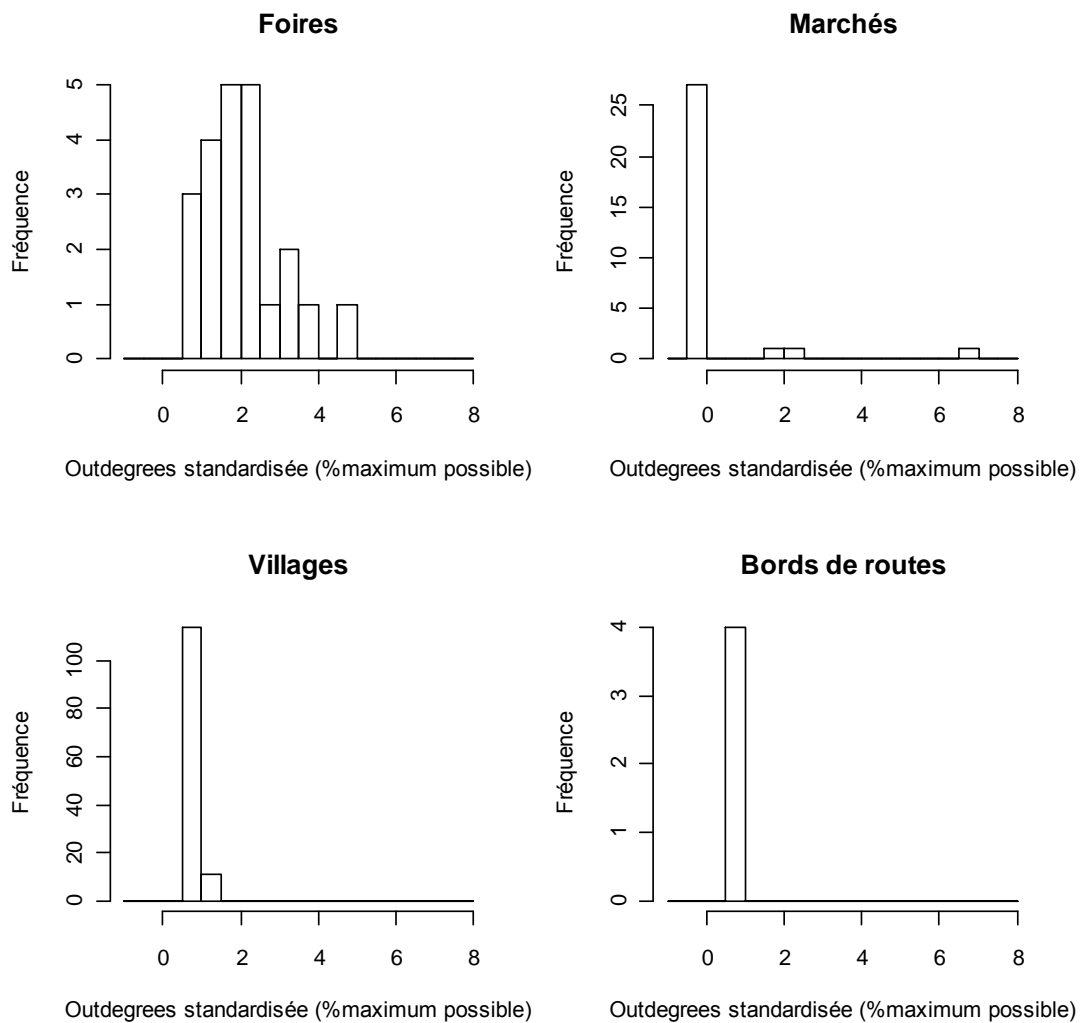


Figure 9 : Diagramme de répartition du Outdegree par lieux

### III.9. Répartition de la Indegree

Les foires sont en général approvisionnées par les villages, les marchés par les foires. Les villages sont en général leur propre source d’approvisionnement en volailles tout comme les bords de route sauf pour un bord de route qui est approvisionné par deux villages : il s’agit du bord de route de Ngolodiassa. La répartition du « Indegree » par lieux est présentée dans la figure 10.

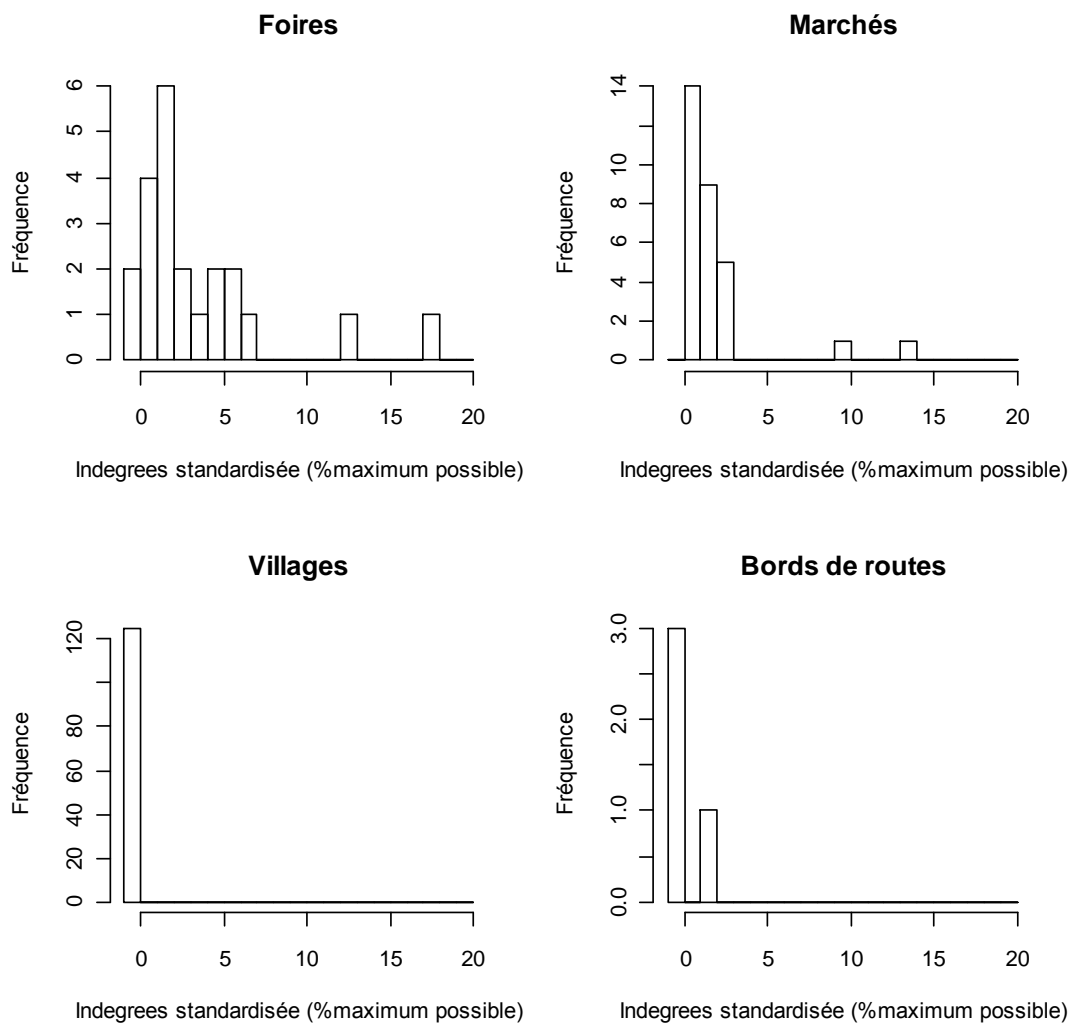


Figure 10 : Diagramme de répartition du Indegree par lieux.



## **IV. Discussion**

### **IV.1. Biais de l'étude**

Toutes les études basées sur des enquêtes de terrain présentent des biais importants.

Nous avons émis l'hypothèse que tous les marchands présents dans un lieu ont été interrogés ; cependant, force est de reconnaître qu'un certain nombre de marchands n'a pas pu être interrogés pour diverses raisons. Certains marchands ont catégoriquement refusé de répondre aux questions parce qu'ils ont déjà été enquêtés dans le passé et que leur condition n'a pas été améliorée suite à ces enquêtes. En effet, le programme de développement de l'aviculture malienne a construit le marché à volailles de Médine qui est constitué d'un bâtiment étroit, où il n'y a pas d'électricité pour faire fonctionner le matériel notamment la chaîne de froid. L'étroitesse et le manque d'électricité a obligé les marchands à s'installer en dehors du bâtiment d'où une certaine réticence des marchands à répondre aux questions. Certains marchands secondaires et collecteurs se déplaçant à mobylette et à bicyclette sont soucieux de l'asphyxie de leur volaille et très pressés d'effectuer leurs transactions ; ils ont ainsi refusé de prendre le temps de répondre aux questions. De plus la grippe aviaire n'étant plus d'actualité et n'ayant pas touché le Mali, les marchands se croient à l'abri et ne sont donc pas intéressés par ce genre d'étude. Une autre approche s'impose dorénavant.

La traduction par le chef de poste présente aussi des imprécisions parce que le traducteur avait souvent tendance à répondre à la place de l'acteur pour gagner du temps. Cette difficulté était facilement surmontable si nous comprenions le Bambara. Il serait utile et intéressant pour ce genre d'étude de choisir un étudiant de l'université polytechnique de Bamako ou de faire l'étude en binôme.

L'échantillonnage boule de neige, classiquement utilisé en épidémiologie pour l'identification des lieux et des acteurs d'une filière, a été limité. Puisque une boule neige grandit quand on la roule, une zone de deuxième ordre devrait être faite incluant de nouveaux acteurs, de nouveaux lieux. L'échantillonnage devrait inclure des éleveurs de volailles au niveau des villages. Nous n'avons pas inclus les éleveurs dans l'échantillonnage compte tenu de l'attention focalisée sur les marchands et du temps imparti. Cette imprécision se reflète dans la construction et l'analyse même du réseau. Tous les villages qu'on a intégrés dans l'analyse n'ont pas été enquêtés d'où des Indegree et des Betweenness de 0 pour tous les villages. Les prochaines études doivent obligatoirement prendre en compte cet aspect.

Néanmoins, la particularité de la filière avicole est que les acteurs changent de rôle ou même d'activité selon les saisons. Lors des conversations avec les acteurs, il est ressorti que certains acteurs sont des marchands de volailles uniquement pendant la saison sèche. La saison des pluies étant consacrée aux travaux champêtres. Donc indirectement, nous avons eu accès à quelques éleveurs car ce sont les mêmes qui sont les collecteurs pendant la saison sèche et agriculteurs pendant l'hivernage. Il faut noter qu'en aviculture villageoise au Mali ce sont les enfants et les femmes qui s'occupent des volailles (Traore, 2006).

Au niveau des analyses, une représentation et une analyse du réseau des foires et marchés de la région de Sikasso uniquement aurait été plus pertinente, puisque les enquêtes ne se sont pas déroulées dans les marchés de Bamako. Les données manquantes sur les marchés de Bamako influent sur la construction et l'analyse du réseau. Ce qui explique le fait que pour de nombreux marchés la « Outdegree » et la « Betweenness » sont de 0. Cependant, l'objectif final de l'étude étant d'identifier les marchés et foires à volailles qui approvisionnent les marchés de Bamako il était logique d'inclure ces marchés dans la construction et l'analyse du réseau.

## **IV.2. Principaux résultats**

En dépit des biais et difficultés décrits précédemment, cette étude présente un double intérêt majeur :

- Il s'agit de la première caractérisation de la commercialisation des volailles dans la région de Sikasso au Mali, région très importante d'un point de vue épidémiologique dans le cadre de la surveillance et de la lutte contre les pestes aviaires puisqu'elle est la source majoritaire d'approvisionnement en volailles des marchés de Bamako (Coulibaly, 2009), et qu'elle est située à proximité de deux pays ayant connu des foyers d'IAHP (Burkina Faso et Côte d'Ivoire)
- C'est aussi la première utilisation des outils SNA dans le cadre d'une étude épidémiologique des maladies animales au Mali

Notre étude a permis d'identifier et de géoréférencer les foires et marchés qui approvisionnent le marché principal Médine de Sikasso ; ainsi que de savoir et de comprendre avec précision l'organisation de la filière, de ses acteurs, des destinations des volailles venant du marché Médine de Sikasso. Elle a également permis de constater que des foires comme celle de Farakala et Lobougoula envoient la volaille directement à Bamako, sans passer par Médine le marché à volailles principal de Sikasso. Cette étude a enfin permis d'identifier les points stratégiques pour mettre en place un programme de surveillance et de contrôle sanitaire : il s'agit du marché Médine et de la foire de Farakala.

Les résultats obtenus en se basant sur les indices de centralité sont unanimement utilisés par les épidémiologistes (Robinson et al., 2007, Bigras-Poulin et al., 2006 , Van Kherkove, 2009) pour identifier des points stratégiques importants d'un réseau dans le cadre d'une surveillance ciblée. Nous avons calculé ces indices qui sont la « Betweenness », la « Outdegree » et la « Indegree ». Puis nous avons procédé à un classement des lieux selon ces indices pour obtenir nos résultats.

Les résultats obtenus par les calculs des indices sont en accord avec le constat sur le terrain. En effet les marchés et foires qui ont de forts indices de centralités sont les plus grands avec une plus grande activité des marchands. Il s'agit du marché Médine de Sikasso et de la foire de Farakala.

Les résultats obtenus peuvent être facilement applicables puisque il s'agit pour le contrôle sanitaire et la surveillance d'effectuer des prélèvements sanguins sur des volailles présentes dans ces foires et marchés. Les acteurs de la filière ne sont pas réticents en ce qui concerne des prélèvements sanguins.

Il faut néanmoins rester conscient des limites de la méthode SNA : un foyer de grippe aviaire peut occasionner des changements de lieux et de comportement des acteurs de la filière qui peuvent tout

simplement changer de foires ou de marchés pour leur transaction. En plus du ciblage des lieux pour le contrôle et la surveillance des pestes aviaires, il faut donc aussi sensibiliser les populations et les acteurs sur les méfaits de ces maladies et sur leur obligation à déclarer les foyers.

Enfin, un point intrigant soulevé par l'étude est que, alors que Coulibaly (2009) avait observé une difficulté des marchands des marchés de Bamako à donner la provenance exacte des volailles qu'ils vendaient, les marchands interrogés dans la présente étude connaissent parfaitement les origines et les destinations de leurs volailles. Cela peut peut-être s'expliquer par le fait que l'arrivée des volailles sur Bamako, ainsi que leur répartition entre les différents marchés bamakois, est organisée par un nombre limité de personnes (les marchands primaires) qui restent discrètes sur leurs sources d'approvisionnement afin de garder le monopole de cette activité sur Bamako.

### **IV.3. Perspectives**

Une étude des circuits de commercialisation se focalisant sur les autres cercles de Sikasso serait intéressante à mener. En particulier le marché de Koutiala et celui de Yorosso. Il faut noter que le marché de Yorosso fait partie de la paire de nœuds qui se situe en bas du graphe du réseau de Sikasso et qui n'est pas liée aux autres lieux du réseau. Le marché de Yorosso représente sûrement un point de départ pour la construction d'un autre réseau. Ces marchés présentent également un intérêt épidémiologique puisqu'ils vendent des volailles aux marchés de Bamako. Une construction et une analyse de leur réseau de commercialisation serait pertinente car elle permettrait d'identifier d'autres foires et marchés clés. Ceux-ci pouvant s'ajouter aux marchés et foires identifiés lors de cette étude pour une meilleure surveillance épidémiologique et un contrôle sanitaire à l'échelle de la région.

Plusieurs améliorations devraient être mises en œuvre si une telle nouvelle étude devait avoir lieu :

- Une saison d'étude plus longue permettrait de mieux appréhender l'organisation de la filière sur toute l'année.
- Le questionnaire devrait être modifié afin de prendre en compte les prix d'achat et de vente des volailles. Les prix influent en effet sur l'organisation de la filière et modèlent les flux ; ils permettent aussi d'avoir une idée sur la marge pour chaque acteur de la filière. Par ailleurs, des questions sur la connaissance même de la grippe aviaire pourraient être insérées dans le questionnaire pour savoir si les campagnes de sensibilisation menées par les services vétérinaires ont été assimilées.
- En ce qui concerne l'analyse des données, une projection totale du réseau commercial sur une carte administrative permettrait de connaître les distances parcourues par les acteurs. Notamment la distance moyenne parcourue par les collecteurs pour aller d'un village à une foire. Van Kherkove (2009) au Cambodge a utilisé cette méthode pour connaître les distances parcourues par les collecteurs. Elle a utilisé le logiciel de système d'information géographique ArcGIS.

Ce réseau commercial est une base pour de la modélisation, puisqu'il peut être couplé à des modèles permettant ainsi de faire des simulations sur une situation d'épidémie. Chrisley et al. (2005) ont utilisé un modèle de type SEIR (Susceptible exposed infected recovered) pour tester l'efficacité des mesures de contrôle des épidémies.

La méthode SNA crée un lien important qui combine de l'épidémiologie et de la biologie moléculaire. Les pathogènes sont transmis le long des chemins entre des lieux et ces chemins ont des caractéristiques qui peuvent être étudiés par le SNA. On est face à une nouvelle méthodologie de recherche en épidémiologie moléculaire. (Bigras-Poulin, 2006).

Par ailleurs, il serait intéressant d'encourager la DNSV et la DNPIA à enregistrer de façon continue les données relatives aux mouvements d'animaux. L'étude basée sur la méthode des réseaux sociaux est en effet plus crédible et plus intéressante quand les bases de données sur les mouvements des animaux existent et sont déjà enregistrées par des services spécialisés. Bigras-Poulin et al. (2006) lors de l'étude sur le réseau de commercialisation des bovins dans le cadre de l'évaluation du risque de la diffusion d'une pathologie ont utilisé le registre électronique du mouvement des animaux au Danemark. La mise en place de telles bases de données est cependant extrêmement difficile dans les pays en développement compte-tenu du manque de fonds des services publics de production et santé animale.

## **Conclusion**

Les marchés et foires à volailles sont unanimement reconnus par le monde des épidémiologistes comme des sites de prédilection pour la contamination des volailles.

Cette récente approche le SNA appliquée à la médecine vétérinaire a permis la construction et l'analyse du réseau commercial des volailles de Sikasso. Ce réseau a été construit à partir de la caractérisation des pratiques d'achat, de vente, de transport des marchands et collecteurs de la région de Sikasso.

La filière de vente de volailles à destination de Bamako comporte de nombreux acteurs et s'organise de la manière suivante : les marchands de volaille s'approvisionnent chez les collecteurs qui exercent dans les foires et qui à leur tour s'approvisionnent dans les villages auprès des familles. Les marchands basés au marché à volaille Médine de Sikasso s'occupent alors de leur acheminement par camion et de leur vente aux différents marchés à volaille de Bamako. Le mode de déplacement des acteurs va de la bicyclette au camion.

La construction, l'analyse du réseau à travers ses paramètres de centralité (Betweenness, Outdegree, Indegree) nous a permis d'identifier un marché et une foire, Médine et Farakala respectivement, comme étant les plaques tournantes les plus importantes du réseau.

Ces lieux identifiés et géoréférencés peuvent servir à aider les épidémiologistes et les preneurs de décision pour prévenir et contrôler la diffusion des maladies aviaires. Par ailleurs, ces résultats peuvent être exploités par les modélisateurs pour des simulations d'épidémie.

Des projets comme GRIPAVI doivent veiller à apporter un appui scientifique aux décideurs, surtout dans les pays en développement où les conditions de biosécurité ne sont pas toujours respectées et où les ressources pour les enquêtes épidémiologiques sont souvent insuffisantes.

## **Bibliographie**

- Bigras-Poulin, M.T. (2006). Network analysis of Danish cattle industry trade patterns as an evaluation of risk potential for disease spread. *Science Direct* , pp. 11-39.
- Coulibaly, B. (2009). Caractérisation quantitative et qualitative de la commercialisation de la volaille et des produits avicoles à Bamako. Rapport de stage, projet Gripavi. Mali
- Corner, L.A.L., Pfeiffer, D.U. & Morris, R.S. (2003). Social network analysis of *Mycobacterium bovis* transmission among captive brushtail possums (*Trichurus Vulpecula*). *Preventive Veterinary Medicine* , pp. 147-167.
- DNP. (2009). Recensement General de la Population et de l'Habitat RGPH.
- DNPIA. (2009). rapport annuel.
- DNSI. (2003). Données de la direction nationale de la statistique et de l'information.
- Filipa-Baptista M., Telmo Nunes, Virgílio Almeida, Armando Louzã. (2008). Cattle movements in Portugal – an insight into the potential use of network. *RPCV* , pp. 35-40.
- DRSV (2009). Aperçu sur le secteur veterinaire de Sikasso. 5 p.
- Goodman, L. (1961). Snowball Sampling. *annals of mathematical statistics* , pp. 148-170.
- Hyder, K. I., Arnold, K. J. (2008). Contact structures in the poultry industry in great britain: exploring transmission routes for a potential avian influenza virus epidemic. *BMC Vet Res* , pp. 4-27.
- Izquierdo, L.R., Hannemann R.A. (2006). Introduction to the formal analysis of social networks using mathematica. [www.faculty.ucr.edu/~hanneman/](http://www.faculty.ucr.edu/~hanneman/) consulté le 2 juin.
- Kao R.R., Danon L., Green D.M., Kiss I.ZI . (2006). Demographic structure and pathogen dynamics on the network of livestock movements in Great Britain. *Proc. R. Soc. B*, 273, , pp. 1999-2007.
- Kao RR, G. D. (2007). Disease dynamics over very different time-scales: foot-and mouth disease and scrapie on the network of livestock movements in the UK. *J R Soc interface* , pp. 16-27.
- Larribe S. (2003). « Des réseaux sociaux ou sociographe pour l'analyse des jeux d'acteurs ». In Mathis P. (dir), *Graphes et réseaux : modélisation multiniveau*, p. 166-174.

- Martinez-Lopez B., P. A.-V. (2009). Social Network Analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. Blackwell verlag Gmbh , pp. 109-120.
- Robinson, S.A. (2007). Exploring the role of auction markets in cattle movements within Great Britain. *Prev. Vet. Med.* 81 , pp. 21-37.
- Saglietto, L. (2006). Quelques points de reperes dans l'étude des reseaux par la théorie des graphes. *networks and communication studies NETCOM*,vol. 20 , pp. 195-216.
- Sarah E. Perkins, Francesca Cagnacci, Anna Stradiotto, Daniele Arnoldi and Peter J. Hudson. (2009). Compararison of social networks derived from ecological data: implications for inferring infectious disease dynamics. *Journal of Animal Ecology* , pp. 1015-1022.
- Strogatz, S. (2001). Exploring complex networks. *NATURE*, 410, 268–276. *Nature* , pp. 268-276.
- Traore, D. A. (2006). Premiere evaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial au Mali. consulté le 2 juin 2010 sur le site de la FAO : [www.fao.org/docs/eims/upload/213744/agal\\_poultrysector\\_mali\\_apr06\\_fr.pdf](http://www.fao.org/docs/eims/upload/213744/agal_poultrysector_mali_apr06_fr.pdf)
- Vallee, E. (2009). Etude des structures des schémas commerciaux pour évaluer le rôle des marchés dans la dissémination de la maladie de Newcastle,région Oromia,Ethiopie. Rapport master 2, élevage dans les pays du sud et developpement. Montpellier/ Cirad.
- Van Kerkhove Maria D., S. V. (2009). Poultry movement networks in Cambodia : Implications for surveillance and control of highly pathogenic avian influenza(HPAI/H5N1). *Vaccine* , pp. 6345-6352.
- Wasserman, S. &. (1994). *Social Network Analysis*. Cambridge University. Cambridge.
- Woo, P. Y. (2006). Infectious diseases emerging from chinese wet-markets: zoonotic origins of severe respiratory viral infections. *Curr Opin Infect Dis* 19 , 401-7.

# ANNEXES

## **Annexe 1 : classement des foires et marchés selon la indegree et la outdegree.**

Classement des foires et marchés selon la Indegree.

Noms	Indegree
F.farakala	17,222
M.sikasso.medine	13,333
F.lobougoula	12,778
M.sikasso.wayerma	9,444
F.tionkonbougou	6,667
F.klela, F.finkolo	5,556
F.kafana	5
F.kimprana	4,444
F.koro	3,889
F.bambougou, F.zaniena, M.bko.ACI.2000, M.bko.fadjiguila	2,778
M.bko.hyppodrome, M.bko.sougouniko M.sikasso.flasso	2,222
R.ngolodiassa, F.zangasso, M.bko.bamako, M.bko.banakadougou M.bko.hamdallaye	1,667
F.zegua, F.zantiguila, F.farako, F.warasso, M.koutiala F.danderesso, M.bko.bakodjourou, M.bko.dibida M.bko.kalabankoura, M.bko.lafiabougou, M.bko.wolofobougou	1,111
F.doumanaba, F.loulouni, F.fama, F.zanferebougou M.bko.dibodani, M.bko.dikoronni, M.bko.djelibougou M.bko.legume, M.bko.magnabougou, M.bko.medine.koura M.bko.ngolonina, M.bko.samanibougou, M.bko.sougouden M.C.I.Bouake, M.C.I.domokoro, M.C.I.fereke, M.C.I.tingrela M.yorosso, F.kignan, F.niena	0,556

Classement des foires et marchés selon la Outdegree.

Noms	out degree
M.sikasso.medine	6,666
F.koro	5
F.farakala	3,888
F.zantiguila, F.loulouni	3,333
F.doumanaba	2,777
F.lobougoula M.sikasso.wayerma F.kafana F.zaniena F.zangasso F.warasso	2,222
F.klela F.kimprana F.zegua M.koutiala F.kignan F.niena	1,666
F.tionkonbougou F.finkologanadougou F.bambougou F.danderesso	1,111
R.ngolodiassa F.farako F.fama F.zanferebougou	0,555

## Annexe 2 : Questionnaire d'enquête

Date : \_\_\_\_\_ Nom enquêteur : \_\_\_\_\_ Lieu de remplissage du questionnaire : \_\_\_\_\_

Commune : \_\_\_\_\_ Cercle : \_\_\_\_\_ Latitude : N \_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ Longitude : O \_\_\_\_ , \_\_\_\_\_

Nom de l'enquêté : \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ l'enquêté \_\_\_\_\_ :

Adresse \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ l'enquêté \_\_\_\_\_ :

Activité(s) de l'enquêté :

Collecte chez familles     Collecte ds élevages « modernes »     Collecte ds marchés/foires     Collecte bord route     Collecte auprès autres collecteurs

Vente à domicile     Vente sur foire/marché     Vente bord de route     Vente à autre vendeur     Autre \_\_\_\_\_

*Qu'est-ce qui caractérise le plus cet enquêté :*     Collecteur primaire     Collecteur secondaire     Eleveur     Marchand primaire     Marchand secondaire   

Quelle est l'origine des volailles que vous collectez/vendez ?

Origine*	Nom (du village si T, de l'éleveur si E, du marché si M, de la route si R, du collecteur si C)	Localisation géographique	Nombre moyen de volailles obtenues à chaque approvisionnement	Fréquence d'approvisionnement à cette origine**

\*T = Elevage « traditionnel familial » ; E = Elevage « moderne » ; F = foire ou marché ; R = bord de route ; \* C = Collecteur ; A = Autre (préciser)

\*\* 1 = une à plusieurs fois par semaine; 2 = une à plusieurs fois par mois; 3 = de temps en temps toute l'année; 4 = de temps en temps seulement à une certaine période de l'année (précisez quelle période)



Y a-t-il une période de l'année où vous collectez/vendez plus souvent des volailles?

\_\_\_\_\_

Comment transportez-vous les volailles que vous collectez/vendez ?  Pied  Vélo  Moto  Charrette  Sotrama  Autre

\_\_\_\_\_

A qui vendez-vous les volailles?

Type d'acheteur§	Nom (du collecteur si C1 ou C2, de l'éleveur si E, du marchand si M1 ou M2)	Lieu de vente (Préciser si village ou marché ou foire ou autre et préciser la localisation géographique)	Nombre moyen de volailles vendues à chaque vente	Fréquence de vente à cet acheteur**

§ I = Consommateurs individuels ; P = Consommateurs professionnels ; C1 = Collecteur primaire; C2 = collecteur secondaire; E = éleveur; M1 = marchand primaire ; M2 = marchand secondaire ; A = Autre (préciser)

\*\* 1 = une à plusieurs fois par semaine; 2 = une à plusieurs fois par mois; 3 = de temps en temps toute l'année; 4 = de temps en temps seulement à une certaine période de l'année (précisez quelle période)

Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans votre activité ? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Annexe 3 : Matrice d'adjacence

	"R ngolodiassa"	"F bambougou"	"F danderesso"	"F doumanaba"	"F fama"	"F farakala"	"F farako"	"F finkolo"	"F kafana"
"R ngolodiassa"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F bambougou"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F danderesso"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F doumanaba"	0	0	1	0	0	0	0	0	1
"F fama"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F farakala"	0	0	0	1	0	0	0	0	1
"F farako"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F finkolo"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F kafana"	0	0	0	0	0	1	0	0	0
"F kignan"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F kimprana"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F klela"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F koro"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F lobougoula"	0	0	0	0	0	1	0	0	0
"F loulouni"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"F niena"	0	0	0	0	0	1	0	0	1
"F tionkonbougou"	0	1	0	0	0	0	0	0	0
"F warasso"	0	0	1	0	0	0	0	0	0
"F zanferebougou"	0	0	0	0	0	1	0	0	0