

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES (FST)

ECOLE INTER- ETATS
DES SCIENCES ET
MEDECINE VETERINAIRES
DE DAKAR



Année : 2010

N° 05

Enquête sérologique sur la maladie de Gumboro et biomoléculaire sur l'Influenza aviaire hautement pathogène en aviculture traditionnelle au Sénégal

**MEMOIRE DE DIPLOME DE MASTER II EN SANTE PUBLIQUE
VETERINAIRE**

***Spécialité : Epidémiologie des maladies transmissibles
et gestion des risques sanitaires***

Présenté et soutenu publiquement le 30 juillet 2010 à 9 heures
A l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (Sénégal)
Par

Faramalala Augustine RABESON

Née le 5 juillet 1968 à Antananarivo (Madagascar)

MEMBRES DU JURY

Président

M. Louis Joseph PANGUI

Professeur à l'EISMV de Dakar

Membres:

M. Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur à la FST à l'UCAD

M. Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'EISMV de Dakar

Directeur de recherche :

M. Rianatou BADA ALAMBEDJI

Professeur à l'EISMV de Dakar

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mon défunt père, qui n'a pas vu murir sa fille que son âme repose en paix ;

A ma très chère mère, qui me voit murir, mais toujours parti pour des besoins de la poursuite de la formation , qu'avec son défunt mari, ils m'ont permis de faire les premiers pas ;

A mes frères et sœurs, qui chacun à sa façon a soutenu mes efforts ;

A mon très cher époux, mon meilleur allié de tous les instants, qui sait m'aider et constamment me communiquer son enthousiasme, tout mon amour ;

A mes enfants ROY, TINA, JORDAN ;

A mes chefs hiérarchies qui m'ont autorisé à suivre cette formation.

REMERCIEMENTS

- Au **Professeur Louis Joseph PANGUI**, Directeur de l'EISMV pour m'avoir encouragé et soutenu à faire cette formation. Par ce travail, croyez, cher Professeur, à notre très haute et profonde reconnaissance. Hommage respectueux.
- Au **Professeur Germain Jérôme SAWADOGO**, coordonateur des masters à l'EISMV de Dakar, mes remerciements pour la formation reçue.
- Au **Professeur M. Justin Ayayi AKAKPO Chef du service de MIPI** qui nous a permis d'effectuer ce travail au laboratoire de MIPI, toute notre reconnaissance.
- Au Projet FNRAA sur l'aviculture traditionnelle à travers son coordonnateur le professeur **Ayao MISSOHOU**, pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce mémoire.
- Au **Professeur Rianatou BADA ALAMBEDJI**, directrice de notre mémoire qui par sa rigueur scientifique, sa lecture critique et constructive a donné un cachet particulier à ce travail. Mes sincères remerciements pour l'encadrement reçu.
- Aux Enseignants de l'EISMV et à tous les intervenants du master SPV option épidémiologie, merci infiniment pour les enseignements reçus, mais aussi pour le sens particulier que vous avez voulu donner à notre formation, rassurez-vous que nous en ferons bon usage
- Au Dr Philippe KONE mes sincères remerciements pour sa disponibilité.
- A Monsieur Moussa SENE, Technicien du laboratoire de MIPI, toute ma reconnaissance et mes remerciements pour avoir rendu instructif et accueillant mon stage au laboratoire.
- A Madame DIOUF Mariam, responsable de la documentation à EISMV de Dakar.
- Au Dr Abdel Aziz ARADA IZZEDINE, mes sincères remerciements pour l'aide apportée à ce travail.
- Au Dr Frankline ENEDE, mes sincères remerciements.
- A tous ceux que je n'ai pas cités ainsi qu'à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à ma formation, je vous remercie très vivement.

A NOS MAITRES ET JUGES

▶ **A notre maître et président de jury, Louis Joseph PANGUI,
Professeur à l'EISMV de Dakar**

Vous avez accepté avec spontanéité de présider ce travail malgré votre calendrier très chargé. Vos qualités scientifiques et intellectuelles ne sont plus à démontrer. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

▶ **A notre maître et juge, Monsieur Bhen Sikina TOGUEBAYE,
Professeur à la Faculté des sciences et Techniques de l'Université
Cheikh Anta Diop de Dakar**

Nous sommes très sensibles à cet honneur que vous nous faites en acceptant de siéger dans ce jury. Vos énormes qualités d'homme de science suscitent respect et admiration. Veuillez croire à notre très haute et profonde considération.

▶ **A notre maître et juge, Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO,
Professeur à l'EISMV de Dakar**

Vous nous faites un très grand honneur en acceptant de juger ce modeste travail. Vos qualités scientifiques et pédagogiques nous ont toujours beaucoup marqué. Veuillez trouver ici l'expression de notre respect et profonde gratitude.

▶ **A notre maître et Directeur de recherche, Madame Rianatou
BADA ALAMBEDJI, Professeur à l'EISMV de DAKAR**

Votre rigueur, vos compétences, vos qualités humaines et scientifiques ont donné à ce travail son cachet scientifique. Nous vous exprimons notre profonde considération et le témoignage de notre reconnaissance pour la patience que vous avez eu à notre égard. Hommage très respectueux.

RESUME

Malgré les études qui ont été réalisées dans le but de renforcer l'aviculture traditionnelle au Sénégal, très peu d'études sont faites sur la maladie de Gumboro. Ainsi, dans le cadre du projet FNRAA lancé en Juin 2008 jusqu'à Novembre 2008 à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar sous le thème « Approche intégrée de l'analyse de la productivité et de la compétitivité en aviculture traditionnelle au Sénégal », une activité relative à l'étude de la prévalence des dominantes pathologiques parmi lesquelles, la maladie de Gumboro et de l'Influenza aviaire, est effectuée.

Les objectifs de ce travail sont de déterminer la prévalence sérologique des volailles élevées dans le système traditionnel au Sénégal vis-à-vis de la maladie de Gumboro et de rechercher en parallèle dans ces élevages, le virus influenza aviaire H5N1 hautement pathogène.

Les résultats obtenus montrent que le taux de prévalence de la maladie de Gumboro est très élevé (97,5%), dans les élevages avicoles traditionnels. Ceci suppose que le virus sauvage circule dans notre zone d'étude.

Par contre, la recherche en RT-PCR de l'Influenza aviaire donne un résultat négatif, ce qui reflète le statut indemne des élevages enquêtés.

Par conséquent, une plus grande attention devrait être accordée à la maladie de Gumboro et au maintien du réseau national d'épidémiosurveillance vis-à-vis de pathologies aviaires majeures.

MOTS – CLES : aviculture traditionnelle, maladie de Gumboro, l'Influenza aviaire hautement pathogène, séroprévalence, Sénégal

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure morphologique des Influenza virus.....	11
Figure 2 : Localisation des régions d'enquêtes.....	17
Figure 3 : Répartition et comparaison des titres en anticorps par régions...	24
Figure 4 : Photographie d'un gel d'agarose visualisé après électrophorèse des produits RT-PCR.....	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Localités des régions enquêtées.....	16
Tableau II : Effectifs des volailles et composition	17
Tableau III : Nombre de prélèvements analysés par région.....	22
Tableau IV : Taux de prévalence de la maladie de Gumboro en fonction des échantillons testés par régions	23
Tableau V : Titres en anticorps par région.....	24

SIGLES ET ABBREVIATIONS

EISMV : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar
FNRAA : Fonds National de Recherches Agricoles et Agro-alimentaires
IBDV : Infectious Bursal Disease Virus
ELISA : Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
MRC : Maladie Réputée Contagieuse
RT- PCR : Reverse Transcriptase and polymerase chaine reaction
GA : Grippe Aviaire ou IA : Influenza Aviaire
IAHP : Influenza Aviaire Hautement Pathogène
IAFP : Influenza Aviaire Faiblement Pathogène
HA : Hémagglutinine
NA : Neuraminidase
ND : Maladie de Newcastle
IDG : Immunodiffusion en gélose
IHA : Inhibition de l'hémagglutination
FAO : Food and Agriculture Organization
ARN : Acide ribonucléique
OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale
DO : Densité optique
TP : Témoin positif
TN : Témoin négatif
Ac : Anticorps
Ag : Antigène
NP : Nucléoprotéine

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
Première partie : Revue bibliographique sur le secteur avicole et les maladies de Gumboro et Grippe aviaire	2
Chapitre 1 : Généralités sur le secteur avicole traditionnel	2
1.1. Définition – Importance	2
1.1.1. Définition	2
1.1.2. Importance	2
1.1.2.1. Importance nutritionnelle.....	2
1.1.2.2. Importance socio-économique	2
1.2. Caractéristiques de l’aviculture traditionnelle	2
1.2.1. Races exploitées.....	2
1.2.2. Alimentation	3
1.2.3. Habitat.....	3
1.2.4. Protection sanitaire.....	3
1.3. Performances zootechniques en aviculture traditionnelle	3
1.3.1. Performances de reproduction	3
1.3.1.1. Age d’entrée en ponte	3
1.3.1.2. Production d’œufs.....	3
1.4. Contraintes en aviculture traditionnelle au Sénégal	4
Chapitre 2 : Généralités sur la maladie de Gumboro et l’IAHP	5
2.1 Maladie de Gumboro	5
2.1.1. Définition	5
2.1.2. Importance	5
2.1.3. Historique.....	6
2.1.4. Espèces affectées	6
2.1.5. Etiologie	6
2.5.1. Morphologie et structure du virus.....	6
2.5.2. Propriétés biologiques du virus	6
2.1.6. Epidémiologie	7
2.1.6.1. Epidémiologie analytique	7
2.1.6.2. Epidémiologie synthétique	7
2.1.7. Diagnostic	7
2.1.7.1. Diagnostic sur le terrain	8
2.1.7.2. Diagnostic de laboratoire	8
2.1.7.2.1. Diagnostic histopathologique	8
2.1.7.2.2. Diagnostic virologique.....	8
2.1.7.2.3. Diagnostic sérologique	8
2.1.8. Méthodes de lutte.....	9
2.1.8.1. Prophylaxie médicale.....	9
2.1.8.2. Prophylaxie sanitaire.....	9

2.1.8.3. Traitement	9
2.2. Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) ou Grippe Aviaire.....	9
2.2.1. Définition	9
2.2.2. Importance	9
2.2.3. Historique.....	10
2.2.4. Espèces affectées	11
2.2.5. Etiologie	11
2.2.5.1. Morphologie et structure du virus.....	11
2.2.5.2. Propriétés biologiques du virus.....	12
2.2.6. Epidémiologie	12
2.2.6.1 Sources du virus.....	12
2.2.6.2. Mode de transmission	13
2.2.6.3. Voies de contamination	13
2.2.6.4. Sensibilité et réceptivité.....	13
2.2.7. Diagnostic	13
2.2.7.1. Diagnostic sur le terrain.....	13
2.2.7.2. Diagnostic de laboratoire.....	13
2.2.7.2.1. Diagnostic virologique direct	13
2.2.7.2.2. Diagnostic virologique indirect ou sérologique	14
2.2.8. Méthodes de lutte	15
Deuxième partie : Etude expérimentale.....	16
Chapitre 1 : Matériel et méthodes	16
Contexte de l'étude	16
1.1. Zone et période d'étude	16
1.2. Matériel	17
1.2.1. Matériel animal	17
1.2.2. Matériel de prise de sang	18
1.2.3. Matériel de laboratoire.....	18
1.3. Méthodes	18
1.3.1. Méthodes sur le terrain.....	18
1.3.1.1. Echantillonnage.....	18
1.3.1.2. Déroulement de l'enquête	18
1.3.1.3. Techniques de prélèvements	18
1.3.2. Méthodes au laboratoire.....	19
1.3.2.1. Technique de récolte du sérum	19
1.3.2.2. Méthode d'analyse sérologique : ELISA Gumboro	19
1.3.2.3. Méthode d'analyse moléculaire RT-PCR sur l'Influenza aviaire	19
1.3.2.3.1. Extraction de l'ARN	19
1.3.2.3.2. Reverse Transcription-Amplification (RT-PCR)	19
1.4. Traitement des données et interprétations des résultats.....	20
Chapitre 2 : Résultats	22
2.1. Résultats de l'enquête sur le terrain	22
2.1.1. Conditions d'élevage	22

2.1.1.1. Habitat.....	22
2.1.1.2. Aspect sanitaire.....	22
2.2. Résultats de laboratoire	23
2.2.1. Résultats sérologiques de la maladie de Gumboro.....	23
2.2.1.1. Prévalence sérologique de la Gumboro par région.....	23
2.2.1.2. Profils sérologiques d'ensemble	24
2.3. Résultats RT-PCR Influenza aviaire.....	25
2. 4. Discussion et recommandations.....	25
2.4.1. Résultats de l'enquête sur le terrain.....	25
2.4.2. Résultats des méthodes de laboratoire.....	26
2.4.3. Résultats sérologiques de la maladie de Gumboro.....	27
2.4.4. Résultats RT-PCR de l'Influenza aviaire	27
Recommandations.....	28
Conclusion	29
Bibliographie	30

INTRODUCTION

Les pays d'Afrique subsaharienne souffrent d'un réel problème de déficit alimentaire en protéines animales. Face à cette situation, certaines organisations comme la FAO ont encouragé les Etats à accorder du crédit à l'élevage des espèces à cycle court notamment la volaille.

L'aviculture traditionnelle y constitue non seulement un levier contre la pauvreté, mais semble aussi jouer un rôle socioculturel irremplaçable. A l'instar du Sénégal où elle représente en effectifs 80% de la production totale de poulets (TRAORE, 2006).

Cependant, son développement rencontre encore de nombreux problèmes. En effet, l'aviculture traditionnelle doit faire face entre autres contraintes à l'existence des pathologies qui ravagent parfois tout son troupeau. Les pathologies incriminées peuvent être des maladies infectieuses et ou parasitaires telles que : Gumboro, choléra aviaire, variole, helminthoses ... (BONFOH, 1997). Parmi ces maladies celle de Gumboro constitue une composante sérieuse à prendre en compte dans le développement de ce secteur. Soulignons que très peu d'études (ARBELOT et coll.1995) ont été menées au Sénégal sur cette pathologie en milieu traditionnel et que la vaccination contre cette maladie n'est pas pratiquée dans ce système d'élevage.

En plus de ces principales maladies citées, il y a l'Influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) ou grippe aviaire qui constitue une préoccupation mondiale de nos jours. Cette dernière s'est propagée dans beaucoup de pays en l'espace de quelques années, avec des conséquences néfastes.

Face à cette menace, le Sénégal a mis en place :

- un système d'information, d'éducation et de sensibilisation au profit du grand public ;
- une surveillance épidémiologique de la population aviaire sensible dans les zones à risque ;
- une stratégie d'intervention d'urgence contre la maladie.

C'est dans ce contexte que la présente étude a été entreprise et dont l'objectif général vise une meilleure connaissance de l'environnement sanitaire en aviculture traditionnelle sénégalaise afin d'asseoir des stratégies appropriées de prophylaxie.

Les objectifs spécifiques sont de :

- déterminer la prévalence sérologique des volailles élevées dans le système traditionnel au Sénégal vis-à-vis de la maladie de Gumboro;
- rechercher en parallèle dans ces élevages, le virus de l'Influenza aviaire H5N1 hautement pathogène.

Notre travail comporte deux parties. La première est une revue bibliographique sur les généralités de la maladie de Gumboro et l'IAHP. La deuxième partie porte sur l'étude expérimentale que nous avons réalisée et dont les résultats seront présentés puis discutés et suivis de recommandations.

PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE SECTEUR AVICOLE ET CERTAINES MALADIES AVIAIRES

Chapitre 1 : Généralités sur le secteur avicole traditionnel

Au Sénégal aussi bien que dans de nombreux pays d'Afrique, l'aviculture traditionnelle est considérée comme une activité de cueillette qui complète celle de l'aviculture améliorée.

1.1. Définition – Importance

1.1.1. Définition

L'aviculture traditionnelle est un type d'élevage pratiqué en milieu rural, sous un mode extensif. Le matériel animal couramment utilisé est la poule, élevée en liberté [RAVELSON, 1990]. Selon DIOP [1982], cité par TALAKI [2000], ce type d'élevage regroupe des exploitations familiales, dispersées en petites unités de production. Au Sénégal, selon les régions, on peut compter 5 à 20 poules en moyenne par exploitation [GUEYE et BESSEI, 1995]. La production est naturelle, et se fait avec des coqs locaux ou quelques fois, avec des coqs de races exotiques sous forme de croisements améliorateurs [IYAWA, 1988].

1.1.2. Importance

1.1.2.1. Importance nutritionnelle

En milieu traditionnelle, la volaille contribue de façon substantielle à la production annuelle d'œufs et de viande [SONAIYA, 2002]. Au Sénégal, les produits de l'aviculture (viande et œufs) représentent le principal apport de protéines animales, de minéraux et de vitamines pour la population rurale des régions non côtières [GUEYE et BESSEI, 1995]. Ces protéines sont de ce fait, un élément capital de l'équilibre alimentaire surtout chez les groupes les plus vulnérables.

1.1.2.2. Importance socio-économique

Au Sénégal, la poule locale est à peine citée dans la classification des richesses. Cependant, elle joue un rôle socio économique non négligeable. Sur le plan social, la poule intervient dans diverses cérémonies rituelles et religieuses [SAVANE, 1996].

Sur le plan économique, la poule locale constitue un compte courant des populations rurales. La vente des œufs et des poules permet à ces populations de satisfaire certains de leurs besoins.

1.2. Caractéristiques de l'aviculture traditionnelle

1.2.1. Races exploitées

La race est un ensemble d'individus de même espèce, qui ont entre eux des caractères communs dits ethniques et qui les transmettent à leurs descendants. Au Sénégal, la volaille utilisée en aviculture traditionnelle ne présente pas une

population homogène du fait de croisements désordonnés aussi bien avec les races locales qu'importées.

1.2.2. Alimentation

L'apport alimentaire par l'éleveur n'est qu'un appoint. Il est dérisoire et c'est plus par esprit de domestication qu'il s'effectue. En effet, les oiseaux en liberté, se débrouillent dans la nature pour se nourrir. Seuls les poussins et les poules en période de couvée et les adultes prêts à la vente reçoivent quelques poignées de céréales [NGWE-ASSOUMOU, 1997].

1.2.3. Habitat

L'habitat est également l'une des préoccupations majeures de l'aviculture traditionnelle. Celui-ci, même s'il existe, ne suit pas les normes appropriées de construction pouvant permettre un épanouissement des sujets.

1.2.4. Protection sanitaire

Il y a un manque de prophylaxie sanitaire contre l'ensemble des maladies aussi bien infectieuses que parasitaires [GUEYE et BESSEI, 1995]. Les quelques rares soins se résument à l'administration dans l'eau de boisson, de quelques préparations issues de la pharmacopée traditionnelle. Plus précisément, des extraits de piment (*Piper guineesi*), ou de feuilles et d'écorce de Nimier (*Azadirachta indica A.juss*). Ces derniers sont largement utilisés contre la toux ou comme vermifuge [AGBEDE et coll., 1995]. L'utilisation ponctuelle des vaccins contre la maladie de Newcastle diminue la mortalité dans ce type d'élevage.

1.3. Performances zootechniques en aviculture traditionnelle

Au Sénégal, peu de données existent sur les performances zootechniques de la poule locale.

1.3.1. Performances de reproduction

1.3.1.1. Age d'entrée en ponte

Différentes enquêtes ont montré que l'âge à l'entrée en ponte se situe autour de 25 semaines [SALL, 1990 ; BULDGEN et coll., 1992]. L'une des causes de cette faible précocité sexuelle pourrait être la sous – alimentation. C'est ainsi qu'à travers une alimentation améliorée, BULDGEN et coll., 1992 ont pu ramener ce paramètre de 25 à 20 semaines.

1.3.1.2. Production d'œufs

La production des œufs de la poule locale est faible. Elle pond en moyenne 5 fois par an avec un nombre de 9 œufs par couvée en moyenne, soit un total de 45 œufs par femelle par an. Ce qui correspond au 1/6 de la production en aviculture moderne (250 à 280 œufs/ femelles/ an) [SMITH, 1992].

Une amélioration de l'alimentation a pu faire passer de 40- 50 à 90 -100 le nombre d'œufs pondus par an [BULDGEN et coll., 1992].

1.4. Contraintes en aviculture traditionnelle au Sénégal

L'aviculture traditionnelle, malgré son importance reste confrontée à plusieurs contraintes qui entravent son développement. Ces contraintes sont liées à la mortalité très élevée des volailles due principalement à la maladie de Newcastle, à la faible productivité, au mode de conduite, à la commercialisation, à l'absence de crédit et au niveau bas de formation et d'information des éleveurs . La présence de jeunes et d'adultes dans le même poulailler entraîne des problèmes d'ordre sanitaire, les jeunes volailles sont plus sensibles et plus réceptives que les adultes. D'autre part il est très fréquent de voir un mélange d'espèces différentes (pintades, poulets, canards) dans une même exploitation. Les pertes liées aux pathologies peuvent concerner la totalité des effectifs.

Chapitre 2 : Généralités sur la maladie de Gumboro et l'IAHP

L'élevage traditionnel paye un tribut important à certaines maladies. On distingue les maladies parasitaires, les maladies infectieuses (bactériennes et virales) et les avitaminoses.

Les maladies d'origine parasitaire, (coccidioses, ascaridioses), sont responsables de la mortalité ou des retards de croissance.

Les maladies bactériennes sont les colibacilloses, les Salmonelloses, et le choléra aviaire.

Les plus redoutables, sont les maladies virales (respectivement la Newcastle, la variole aviaire, la maladie de Gumboro) puisque leurs pronostics médicaux et économiques sont généralement catastrophiques.

2.1 Maladie de Gumboro

2.1.1. Définition

La maladie de Gumboro est une maladie infectieuse, virulente, inoculable et contagieuse due à un virus lymphotrope de la famille des Birnaviridae dénommé IBDV (Infectious Bursal Disease Virus).

Le virus attaque uniquement les cellules lymphoïdes produites par la bourse de Fabricius et l'infection est suivie d'une immunodépression (VINDEVOGEL, 1992). Elle frappe tous les gallinacés et se caractérise cliniquement par des troubles digestifs (diarrhée aqueuse), des plumes ébouriffées, une mobilité réduite, l'apathie, de l'anorexie, des tremblements et sur le plan anatomopathologique par une inflammation de la bourse de Fabricius, des hémorragies intramusculaires et une néphrose uratique (PICOUX, 1983) cité par ABDEL (2007). La lésion la plus évidente est celle de la bourse de Fabricius.

2.1.2. Importance

La maladie de Gumboro a une importance à la fois économique et médicale.

Sur le plan économique, elle entraîne une morbidité moyenne de 20% pouvant atteindre parfois 100%, accompagnée d'une prostration sévère de la plupart des animaux durant 5 à 7 jours. Les conséquences de la maladie se traduisent par une chute de ponte, un retard de croissance et une hétérogénéité du lot (PICAULT, 1998) cité par ABDEL (2007), d'où un manque à gagner.

Sur le plan médical, la maladie a un effet immunodépresseur marqué pouvant être à l'origine de certains échecs de vaccination contre la maladie de Newcastle par exemple selon STEWART et coll., (1993), rapporté par KOUZOUKENDE (2004).

2.1.3. Historique

La maladie a été décrite pour la première fois par COSGROVE (1962) sur les jeunes volailles. Elle sévissait depuis 1957 aux USA dans l'Etat de DELAWARE plus précisément dans la ville de Gumboro (VINDEVOGEL, 1992). A l'autopsie les poussins présentent des lésions rénales et de la bourse de Fabricius d'où la dénomination de «Néphrose Aviaire » ou maladie de Gumboro. La maladie de Gumboro a été signalée pour la première fois au Sénégal en février 1975 (SAGNA, 1975).

2.1.4. Espèces affectées

La maladie de Gumboro est une maladie des gallinacés.

Dans les conditions naturelles, la maladie ne s'exprime cliniquement que chez la poule. La dinde, le canard, la pintade, la caille, les passereaux, l'oie et l'autruche peuvent être occasionnellement infectés mais sous une forme subclinique (VINDEVOGEL, 1992).

2.1.5. Etiologie

2.1.5.1. Morphologie et structure du virus

Il a été démontré que les particules virales du virus de la maladie de Gumboro, formées par des protéines VP2 et VP3, présentent une symétrie icosaédrique de triangulation $T=13$, avec un diamètre d'environ 700Å. Cette structure du virus non enveloppé est déterminée par cristallographie à 7Å de résolution (REY et coll., 2004). De plus, il a été aussi démontré que, le phénotype de virulence accrue est déterminé par la protéine majeure de capsid VP2. Cette protéine constitue d'une part le moteur de la morphogénèse par ses capacités d'auto assemblage et d'autre part un déterminant du tropisme du virus par son interaction avec des récepteurs cellulaires. Le génome viral est constitué d'une chaîne d'acide ribonucléique (ARN) bi caténaire et bisegmentée.

2.1.5.2. Propriétés biologiques du virus

➤ Pouvoir pathogène naturel

Le virus de la maladie de Gumboro est naturellement pathogène pour les oiseaux plus précisément les gallinacés. Cette sensibilité est en fonction de l'âge, et chez les sujets de 5 jours, il n'y a pas expression de la maladie. L'infection entraîne une immunodépression durable. Chez les sujets qui ont entre 3 et 6 semaines, la forme aiguë d'apparition brutale, est la plus observée et elle se manifeste par une diminution de l'immunité maternelle. La pathogénie est variable en fonction des souches virales. On a des souches « traditionnelles » connues depuis 1962 et qui entraînent 5 à 10 % de mortalité (BRICOUT et coll., 1974) cité par ABDEL. Certains pathotypes apparus depuis 1987 entraînent un taux de mortalité de 5 à 60% (VANMARCK, 1992).

➤ **Pouvoir antigénique et immunogène**

Le virus de la maladie de Gumboro possède des antigènes qui induisent la formation des anticorps neutralisants et précipitants qu'on peut mettre en évidence par l'immunofluorescence ou par la technique ELISA.

Deux sérotypes ont été identifiés au moyen de réactions sérologiques.

Le sérotypes I est responsable de la maladie chez les poules, alors que le sérotypes II se rencontre principalement chez les dindes (SAVILLE, 1999).

➤ **Pathogénie**

Le virus entre dans l'organisme par la voie orale. Il est capté par les cellules macrophagiques ou cellules M du dôme des plaques de Peyer (tissu lymphoïde associé aux muqueuses intestinales) et transféré dans la muqueuse intestinale où il infecte les cellules lymphoïdes. Il emprunte la voie sanguine, parvient au foie et infecte les cellules de Küpffer. A la faveur d'une virémie, le virus arrive dans la bourse de Fabricius et infecte les cellules lymphoïdes de type B. A la suite de la destruction des lymphocytes B, il se produit une dépression immunitaire. Cette dépression nuit à la protection contre les maladies bactériennes telles que les colibacilloses et les salmonelloses (WYETH, 1976).

2.1.5. Epidémiologie

2.1.5.1. Epidémiologie analytique

La maladie se rencontre surtout chez le genre Gallus, le canard et le dindon développent des formes subcliniques inapparentes. Les sources de virus sont les oiseaux malades ou morts, les fientes, l'eau, les litières et les aliments contaminés. La transmission se fait soit par contact direct avec les sujets malades, soit par l'intervention des vecteurs animés (hommes, canards, dindons ...) ou inanimés (matériels et aliments contaminés).

2.1.5.2. Epidémiologie synthétique

L'introduction du virus dans le milieu se fait par le biais des échanges commerciaux des volailles. L'existence de nombreux vecteurs passifs (eau contaminée, litière contaminée etc.) et des animaux réservoirs du virus (canards, dindons) font que la maladie évolue durant toute l'année mais connaît une recrudescence en saison chaude et humide. La mortalité apparaît de façon sporadique, atteignant un pic qui dure quatre jours puis régresse.

2.1.6. Diagnostic

2.1.6.1. Diagnostic sur le terrain

Le diagnostic sur le terrain repose sur les éléments :

- cliniques et épidémiologiques (apparition brutale sur les poulets de 3 à 6 semaines des signes généraux d'abattement, de prostration et des signes digestifs de diarrhée blanchâtre aqueuse pouvant contenir des caillots de

sang et un taux de mortalité de 5 à 60% et une durée courte de la maladie (5 à 7 jours) ;

- nécropsique (une hypertrophie ou une atrophie de la bourse de Fabricius avec soit des hémorragies, soit des substances caséuses sur les feuillets à l'ouverture de cadavre suspect) ;
- différentiels (symptômes, lésions, taux, et durée de la mortalité).

2.1.6.2. Diagnostic de laboratoire

2.1.6.2.1. Diagnostic histopathologique

L'examen histopathologique met en évidence des lésions œdémateuses, hémorragiques et nécrosantes ou l'atrophie folliculaire de la bourse de Fabricius.

2.1.6.2.2. Diagnostic virologique

Deux techniques sont couramment utilisées pour mettre en évidence la maladie de Gumboro. Il s'agit de l'immunofluorescence et la technique de l'inoculation.

2.1.6.2.2.1. L'inoculation

Elle consiste à inoculer des broyats de bourse de Fabricius suspects aux poulets sensibles (3 à 6 semaines d'âge et dépourvus d'anticorps spécifiques).

Ensuite rechercher au bout de 3 jours sur les bourses de Fabricius des poulets inoculés des lésions histopathologiques caractéristiques. Et enfin au bout de 6 jours, rechercher des lésions macroscopiques sur les cadavres.

En raison de la contamination fréquente de la bourse de Fabricius par d'autres virus on préfère utiliser la rate qui donne de bons résultats. Les prélèvements peuvent aussi être inoculés à la membrane chorioallantoïdienne des œufs embryonnés de 10 jours dépourvus d'anticorps spécifiques. Les embryons meurent au bout de 3 à 4 jours et les lésions observées sont des œdèmes de la tête, du cou et de l'abdomen; des congestions et des hémorragies dans le tissu conjonctif sous cutané et une coloration verdâtre du jaune d'œuf et du liquide allantoïdien.

2.1.6.2.2.2. L'immunofluorescence

Elle consiste à mettre en évidence les antigènes du virus au niveau de la bourse de Fabricius, grâce à la réaction antigène-anticorps en utilisant des immunoglobulines antiviral Gumboro marquées par la fluorescéine.

2.1.6.2.3. Diagnostic sérologique

Il nécessite au moins deux prélèvements à 15 jours d'intervalle. Trois techniques sont d'usage :

- La technique de précipitation en milieu gélifié, la moins sensible mais également la moins onéreuse ;
- La technique de séroneutralisation, sensible mais délicate ;

- La technique ELISA, facile à mettre en œuvre mais nécessite l'achat de KITS ELISA relativement coûteux. Elle donne de très bons résultats.

2.1.7. Méthodes de lutte

2.1.7.1. Prophylaxie médicale

La vaccination est actuellement la seule méthode efficace pour la prévention des maladies virales. Elle permet de renforcer les défenses immunitaires de l'individu contre les virus. Les vaccins utilisés contre cette maladie sont variés. Il s'agit de vaccins vivant atténués (souches chaudes ou intermédiaires) ou recombinants et des vaccins inactivés.

2.1.7.2. Prophylaxie sanitaire

La prophylaxie sanitaire repose essentiellement sur le respect des règles d'hygiène dont on peut retenir pour l'essentiel, le nettoyage, la désinfection et le vide sanitaire. Ces mesures permettent dans un premier temps de réduire la pression virale ambiante.

2.1.7.3. Traitement

Il n'y a pas de traitement spécifique contre la maladie de Gumboro. Un traitement symptomatique peut consister en l'administration d'électrolytes dans l'eau de boisson et à lutter contre les agents opportunistes (coccidies et bactéries).

2.2. L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) ou Grippe Aviaire (GA) à H5N1

Les virus de l'IA sont classés en deux catégories : faiblement pathogène (IAFP) et hautement pathogène (IAHP), selon la gravité de la maladie qu'ils causent.

Cependant, certaines souches du virus IAFP peuvent subir une mutation et devenir des virus IAHP. Il existe plusieurs sous-types d'influenza, dont les sous-types H5 et H7. À ce jour, toutes les flambées de la forme hautement pathogène ont été causées par ces derniers.

2.2.1 Définition

L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) ou Grippe Aviaire (GA) est une maladie infectieuse, virulente, inoculable, très contagieuse, affectant plusieurs espèces d'oiseaux d'élevage et sauvages. Elle est due principalement au virus H5N1 de la famille des Orthomyxoviridae et classée comme Maladie Réputée Contagieuse (MRC)

2.2.2. Importance

L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène revêt une importance sur le plan médical, économique, hygiénique, écologique et médiatique.

➤ **Médicale**

Les formes septicémiques de la maladie évoluent rapidement vers la mort en 1 à 2 jours dans 90 à 100 % des cas (BRUGERE-PICOUX, 2005)

➤ **Economique**

La morbidité et la mortalité élevées au cours des formes septicémiques ont des répercussions directes sur le plan économique. A cela, il faut ajouter les restrictions commerciales infligées aux oiseaux vivants et produits dérivés (œufs à couver, viandes de volailles...) provenant de zones infectées, ainsi que les mesures d'abattage sanitaire préconisées dans le cadre de la lutte contre la maladie avec comme corollaires l'accroissement de la pauvreté et la baisse de la consommation (AKAKPO, 2006).

➤ **Hygiénique**

Les souches aviaires, qui sont en général mal adaptées à l'homme (d'où le caractère rare et sporadique de l'infection humaine), peuvent cependant, se transmettre à l'homme en cas d'hygiène déficitaire en provoquant chez ce dernier une conjonctivite (H7N7, Hollande, 2003) et exceptionnellement des formes respiratoires graves et mortelles (H5N1, Hongkong, 1997) (KOOPMANS et coll., 2004). La persistance de ces souches et leur forte plasticité génomique rend possible l'émergence d'un virus grippal adapté à l'homme (CHEN et coll., 2005) cité par MAYIGANE (2006).

➤ **Médiatique**

La Grippe aviaire est une maladie d'actualité. Sa forte médiatisation au cours de l'année 2006 a été à l'origine d'une psychose qui a déferlé sur plusieurs pays jusque là indemnes de l'épizootie. Elle a néanmoins permis la mise en place des mesures d'épidémiosurveillances quasi planétaires.

➤ **Ecologique**

Les oiseaux sauvages sont un réservoir global pour les virus influenza aviaire, mais jusqu'à présent, aucun réservoir n'a été identifié pour le H5N1. La transmission du virus sur de longues distances n'a pu être démontrée.

2.2.3. Historique

A la date du 10 Décembre 2007, 61 pays à travers le monde étaient déjà touchés par l'IAHP et dont 41 avec des cas chez des volailles domestiques (OIE, 2007). La situation demeure préoccupante en Asie avec la suspicion et l'apparition des nouveaux foyers. Sur le continent européen, des épizooties dues au virus de type A(H5N1) ont touché des élevages de volailles dans plus de douze pays. En Afrique, actuellement, onze pays ont été touchés par la forme hautement pathogène de l'Influenza Aviaire à savoir : le Nigeria, l'Egypte et le Niger (Février 2006), le Cameroun (Mars 2006), le Burkina Faso, le Soudan et la Côte

d'Ivoire (Avril 2006), le Djibouti (Mai 2006), le Ghana (Avril 2007), le Togo (Juin 2007) et le Bénin (Décembre 2007). Le Sénégal a jusqu'ici été épargné.

2.2.4. Espèces affectées

Selon BANKS et coll., 2000 cités par MAYIGANE (2006), tous les oiseaux domestiques et sauvages ainsi que des mammifères comme le porc, le chat, le cheval et l'homme peuvent être infectés. Le canard aquatique, le héron sont considérés comme des réservoirs du virus de l'Influenza aviaire.

2.2.5. Etiologie

2.2.4.2. Morphologie et structure du virus

Les virus Influenza sont des Ribovirus (virus à ARN) enveloppés à symétrie hélicoïdale de la famille des Orthomyxoviridae et du genre Influenza. On en distingue trois types : les Influenza virus types A, B et C. Seuls les virus du type A infectent les oiseaux. Deux glycoprotéines enchâssées dans l'enveloppe sont particulièrement importantes et permettant de les sous-typer : l'hémagglutinine (HA ou H) dont il existe 16 sous types et la neuraminidase (NA ou N) avec 9 sous types (WEBSTER et coll.1992 ; SWAYNE et coll., 2000) cité par MAYIGANE(2006). Selon PARRISH et coll. cités par MAYIGANE (2006) l'hémagglutinine a pour fonction l'adhésion spécifique du virus aux récepteurs membranaires sialyloligosaccharidiques de la cellule hôte, puis la fusion entre l'enveloppe virale et celle de la cellule (rôle dans l'infectivité du virus). La Neuraminidase par contre est une enzyme glycoprotéique de surface, elle intervient dans le clivage de HA virale.

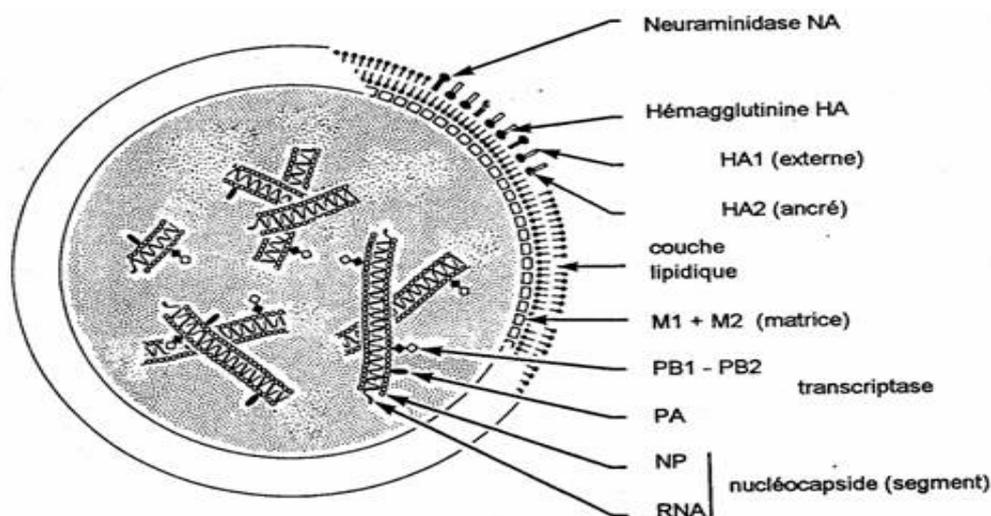


Figure 1 : Structure morphologique des Influenza virus (DECOSTER 2006)

Les protéines M1 sous-tendent l'enveloppe. Elles forment des liaisons avec d'autres protéines pour assurer la structure de la particule virale. Les protéines M2 sont des canaux à ions permettant la libération du contenu du virus dans l'hôte. Ces protéines de matrice, ainsi que les protéines NP (associées au fragment d'ARN) sont communes à tous les virus de type A.

2.2.4.3. Propriétés biologiques des virus de type A

➤ Pouvoir pathogène

Chez l'animal, le virus varie selon les caractéristiques intrinsèques et selon l'état immunitaire de l'organisme qui subit l'infection.

Ces variations sont d'ordre :

- quantitatif (selon que la souche est vélogène, mésogène ou lentogène) ;
- qualitatif (selon l'espèce touchée, avec un tropisme tissulaire car les organes sont atteints).

Chez les oiseaux infectés, certains virus H5N1 se trouvaient dans les muscles et le cerveau. On observe une atteinte de l'état général avec une dyspnée respiratoire, digestive avec une diarrhée blanchâtre parfois hémorragique. Cutanés marqués par des œdèmes de la crête et des barbillons, nerveux avec une incoordination motrice, parfois paralysie des ailes et des pattes, des torticolis.

Chez l'homme, le virus de la grippe humaine saisonnière classique infecte habituellement d'abord les poumons puis parfois le tube digestif.

Les récepteurs cellulaires de ce virus sont plutôt groupés dans la partie haute du système respiratoire (bronches, pharynx, trachée et muqueuse nasale).

➤ Pouvoir antigénique et immunogène

Deux types de modification apparaissant dans la séquence des glycoprotéines d'enveloppe l'hémagglutinine (HA), et de la Neuraminidase (NA) peuvent provoquer un changement de leur spécificité antigénique (VAN et coll., 2000). Il s'agit, tout d'abord de la dérive antigénique (drift) encore appelée glissement antigénique qui constitue une modification antigénique mineure et qui est due à des mutations. La seconde modification est le réassortiment antigénique (shift), encore appelé cassure antigénique, qui constitue quant à lui une modification antigénique majeure, survenant brutalement et qui est due à des recombinaisons génétiques. De telles recombinaisons sont tout à fait possibles. En effet, des souches de virus A humain peuvent infecter des animaux comme le porc et inversement un virus de la grippe du porc peut être transmis à l'homme.

2.2.5. Epidémiologie

2.2.5.1 Sources du virus

La principale source d'infection est la population aviaire, tant domestique que sauvage. Les malades et les porteurs asymptomatiques constituent de vastes réservoirs de virus. Les facteurs favorisants tel que les excréments (fientes, sécrétions respiratoires), jouent un rôle de vecteur dans le système d'élevage.

2.2.5.2. Mode de transmission

La transmission par voie digestive ou respiratoire est surtout directe mais aussi indirecte par des supports très variés : aliments contaminés par les fientes d'animaux infectés malades ou morts, ou avec leurs déjections, transport passif par les personnes ou les objets venant de zones infectées.

2.2.5.3. Voies de contamination

Les voies de contamination du virus sont essentiellement digestives et respiratoires.

2.2.5.4. Sensibilité et réceptivité

Selon DELVALLEE, CAMPITELLI et coll. cités par MAYIGANE (2006) la sensibilité et la réceptivité sont très influencées par l'espèce aviaire (poulet et dinde). Ces oiseaux sauvages constituent des hôtes naturels pour tous les sous-types connus du virus A de la grippe. L'homme est réceptif au virus mais signalons que pratiquement tous les cas d'infection humaine par le virus H5N1 de la Grippe aviaire sont imputables à des contacts directs, étroits et prolongés avec des volailles malades ou mortes, ou avec leurs déjections (GILSDORF et coll., 2006)

2.2.6. Diagnostic

2.2.6.1. Diagnostic sur le terrain

Le diagnostic de l'IA sur le terrain est assez difficile. En effet, en raison de la similitude des signes cliniques, on ne peut faire la différence entre l'influenza aviaire et la Maladie de Newcastle (ND). La suspicion de l'IA repose sur les éléments épidémiologiques, cliniques et lésionnels que l'on observe également dans la ND.

La suspicion de l'IA sera renforcée si on observe dans un élevage avicole vacciné contre la ND, une atteinte de l'état général, une cyanose de la crête et des barbillons, des œdèmes céphaliques avec tuméfaction, une chute considérable du taux de ponte avec une évolution rapide vers la mort pouvant atteindre 100% des cas avec ou sans lésions. Les investigations sur le terrain aboutissent à une suspicion de l'Influenza aviaire au sens large du terme mais seul le recours aux examens de laboratoire permet de confirmer la suspicion.

2.2.6.2. Diagnostic de laboratoire

2.2.6.2.1. Diagnostic virologique direct

L'isolement et l'identification du virus se fait à partir de prélèvements à savoir : les écouvillonnages trachéaux, cloacaux, fèces venant d'oiseaux vivants et/ou d'organes provenant de cadavres. Des suspensions issues de ces prélèvements sont inoculées dans la cavité allantoïque d'œufs embryonnés de 9 à 11 jours mis en incubation à 37°C pendant 4 à 7 jours. L'activité hémagglutinante des

liquides allantoïdiens de tout œuf dont l'embryon vient de mourir dont la morbidité, est testée au fur et à mesure, ainsi que celle de tout œuf à la fin de la période d'incubation. La présence du virus influenza aviaire peut être confirmée par une épreuve d'immunodiffusion révélant la réaction d'un virus concentré avec un antisérum dirigé contre les antigènes de la nucléocapside et la protéine de matrice virale, lesquels sont tous les deux communs à tous les virus influenza aviaire. L'isolement sur œufs embryonnés vient d'être récemment remplacé, sous certaines conditions, par la technique de la transcription inverse couplée à l'amplification en chaîne par polymérase (RT-PCR). L'immunodiffusion et les tests d'inhibition de l'hémagglutination et de la neuraminidase en présence d'antisérums spécifiques H permettent de déterminer les sous-types H5N1 (AKAKPO, 2006 ; OIE, 2007).

2.2.6.2.2. Diagnostic virologique indirect ou sérologique

Les méthodes de diagnostic sérologique se font sur un couple de sérums précoce et tardif. Ces méthodes doivent tenir compte de la pluralité antigénique des virus des gripes animales. En général, on préconise : l'immunodiffusion en gélose (IDG) avec un antigène de type (Nucléoprotéine NP et M), permettant un diagnostic de groupe et l'ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay ou l'inhibition de l'hémagglutination (IHA) avec des antigènes spécifiques de sous-types (AKAKPO, 2006). Au total, le diagnostic de l'IAHP doit se faire dans des laboratoires spécialisés ou de criblage. La confirmation se fait pour l'instant dans des laboratoires de référence de la FAO et de l'OIE.

2.2.7. Méthodes de lutte

Il n'y a pas de traitement efficace contre l'Influenza aviaire.

- La prophylaxie médicale est d'application difficile et très limitée en raison de la pluralité antigénique des souches et de l'absence de protection croisée entre les sous-types. Signalons que des volailles vaccinées peuvent, en cas de contamination, disséminer le virus malgré la vaccination. C'est pourquoi recourir à la vaccination n'est pas sans risque pour les humains de l'entourage (AKAKPO, 2006).

Une décision de vaccination doit être prise en fonction des circonstances et des caractéristiques de l'élevage. En effet, en cas de foyers particulièrement étendus, il est possible d'avoir recours à une vaccination d'urgence pour limiter la diffusion du virus autour des foyers.

- Sur le plan sanitaire, il faut appliquer les mesures défensives en zone indemne (interdiction d'introduction du virus venant de pays infectés) et offensives en zone infectée par l'abattage des malades et des contaminés, la destruction des cadavres, le nettoyage et la désinfection corrects des poulaillers. Des dispositions doivent être

prises pour éviter le contact entre les volailles domestiques et les oiseaux sauvages. Il est illusoire de vouloir détruire le réservoir sauvage représenté par certains oiseaux sauvages. Les résultats de la prophylaxie sanitaire sont limités à cause de difficultés liées à l'importance du réservoir sauvage et au contrôle des oiseaux migrateurs.

Après avoir passé en revue les données de la littérature sur l'aviculture traditionnelles, ses difficultés, son apport économique et nutritionnel d'une part et d'autre part, les généralités sur les dominants pathologiques viraux aviaires. Nous allons maintenant déterminer la prévalence sérologique de la maladie de Gumboro et rechercher la présence du virus de l'influenza aviaire dans le système traditionnel sénégalais afin d'avoir une meilleure connaissance de cet environnement sanitaire pour y associer des stratégies appropriées de prophylaxie.

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

Contexte de l'étude

Cette étude a été effectuée dans le cadre d'un projet de recherche intitulée « Approche intégrée de l'analyse de la productivité et de la compétitivité en aviculture traditionnelle au Sénégal. Ce projet, coordonné par le service de Zootechnie Alimentation de l'EISMV et a été financé par le FNRAA. Il comporte un volet relatif à l'étude de la prévalence des dominantes pathologiques parmi lesquelles, la maladie de Gumboro. Dans le cadre de la veille épidémiologique de l'IAHP, nous avons profité de notre présence sur le terrain pour rechercher la présence du virus de l'IAHP.

1.1. Zone et période d'étude

L'enquête de terrain a été réalisée dans 6 régions du Sénégal (Dakar, Saint Louis, Kaolack, Thiès, Kolda, Louga) de juin à novembre 2008 (figure2).

Les localités concernées figurent dans le tableau I ainsi que les élevages enquêtés.

Tableau I : Localités des régions enquêtées.

Régions	Nombre d'éleveurs enquêtés	Localités
Dakar	2	Soune Bagala Pouyene
Kaolack	4	Latmongue
Kolda	6	Dioulakolon
Louga	7	Guéoul
Saint-Louis	7	Raynabé I
Thiès	8	Ngomene Palal



Figure 2 : Localisation des régions d'enquêtes.

Source : Institut géographique national du Sénégal, 1986.

1.2. Matériel

1.2.1. Matériel animal

Les volailles traditionnelles constituent la population cible de l'étude. Elles sont de race locale et ayant plus de quatre mois et de sexe différents. Ce sont des poules et occasionnellement des pintades, des dindons et des canards (Tab II).

Le nombre de sujets était de plus de 10 par poulailler.

Tableau II : Effectifs des volailles et composition

Espèces	Effectifs	Pourcentages(%)
Canard	15	2,2455
Dindon	3	0,4492
Pigeon	3	0,4492
Pintade	9	1,3473
Poule	638	95,5089
Total	668	100

La composition globale du cheptel (*Gallus* uniquement) est de 498 poules et 140 coqs, soit en pourcentage 74,55% et 21%, respectivement. La poule constitue l'espèce la plus importante.

Les oiseaux vivent dans un système de basse-cour, quelques poulaillers ont été identifiés chez les éleveurs et c'est un environnement peu hygiénique. Ils reçoivent pour leur alimentation quelques poignées de graine. Dans certains villages de Dakar, Thiès et Saint-Louis, les oiseaux font l'objet de petits soins vétérinaires et sont parfois vaccinés contre la maladie de Newcastle.

1.2.2. Matériel de prise de sang.

Pour le prélèvement de sang, nous avons utilisé des seringues, des aiguilles, des tubes vacuïters, des portes tubes, une glacière contenant de la carboglace pour la conservation et le transport. Des marqueurs ont été utilisés pour identifier les échantillons.

1.2.3. Matériel de laboratoire

- pour ELISA Gumboro : centrifugeuse, pipette pasteur, congélateur, microplaques, portoirs, gants, embouts de 20/200 μ l.
- pour RT-PCR : centrifugeuse, tubes eppendorf, portoirs, gants, plateau, bac à glace, pipettes de 20/100/200/1000 μ l, balance électronique, four, thermocycleur, chambre de migration, peigne, générateur électrique, table ultraviolet, appareil photo.

1.3. Méthodes

1.3.1. Méthode sur le terrain

1.3.1.1. Echantillonnage

En fonction des éleveurs disponibles à être enquêtés dans chaque région, un nombre supérieur ou égal à 7 éleveurs a fait l'objet de l'enquête. Nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire stratifié.

1.3.1.2. Déroulement de l'enquête

Chaque éleveur enquêté a été interviewé à l'aide d'un questionnaire élaboré pour obtenir des informations sur des signes cliniques observés fréquemment dans les élevages, la mortalité, le nettoyage de la cour, le traitement et la vaccination pratiqués.

L'enquête constitue la base de collecte de données, riche en informations grâce aux discussions directes avec les éleveurs.

1.3.1.3. Technique de prélèvements.

Pour chaque oiseau, deux types de prélèvements ont été réalisés :

- un prélèvement de sang a été effectué sur des oiseaux dits non vaccinés. Il se fait au niveau de la veine alaire, le sang est collecté dans un tube

identifié à l'aide des marqueurs (nom de la région, l'ordre du prélèvement, le numéro et la date) ;

- pour la RT-PCR c'est un écouvillonnage trachéal qui a été fait.

1.3.2. Méthode au laboratoire

1.3.2.1. Technique de récolte du sérum

Après rétraction du caillot, les échantillons de sang sont centrifugés à 3000 tours/mn pendant 5 minutes. Les sérums sont recueillis dans de petits tubes en plastique (Cryotubes), identifiés puis congelés.

Les écouvillonnages trachéaux sont conservés dans du PBS et congelés à -20°C.

1.3.2.2. Méthode d'analyse sérologique : ELISA Gumboro.

Le test sérologique utilisé pour la recherche des anticorps anti - Gumboro est le test ELISA. C'est une technique ELISA indirecte. Nous avons utilisé le Kit CIVTEST AVI IBD (Laboratoire HIPRA).

1.3.2.3. Méthode d'analyse moléculaire RT-PCR (Influenza aviaire)

La RT-PCR (Reverse Transcriptase PCR) est une technique qui associe une transcription inverse (RT) suivie d'une PCR. Elle permet de synthétiser le brin complémentaire d'un ARN avec des désoxyribonucléotides en utilisant une ADN polymérase ARN dépendante (transcriptase inverse). Cet ADNc est généralement destiné à être amplifié par PCR. L'ADNc étant plus stable, il permet plus de liberté que les ARN pour les analyses suivantes.

On distingue ainsi deux étapes :

- l'extraction de l'ARN viral de l'IA, à partir des échantillons suspects, par un mini kit d'extraction ;
- la RT-PCR à l'aide d'un kit Qiagen one step PCR permettant une réaction RT-PCR hautement sensible et spécifique selon un protocole mélangeant les réactifs de RT et de PCR afin que les deux étapes puissent se faire sans avoir à ouvrir le tube de réaction.

1.3.2.3.1. Extraction de l'ARN

L'ARN viral a été extrait à partir des écouvillons trachéaux en utilisant le kit RNeasy Mini (Qiagen, USA) selon les recommandations du fabricant.

1.3.2.3.2. Reverse transcription-Amplification

- **Dispositions générales :**

Avant de commencer le test, il faut procéder comme suit :

- porter une blouse blanche lavable et des gants ;
- vérifier le nombre de prélèvement à tester ;

- calculer les volumes corrects de réactifs qui doivent être utilisés ;
- remplir les bacs à glace sur le plateau ;
- les enzymes (transcriptase inverse et ADN polymérase) sont sorties du congélateur seulement au moment de leur emploi ;
- assurer une distribution homogène des réactifs dans tous les aliquotes, on mélange tous les réactifs dans un seul tube de réaction (solution mère) ;
- le volume total est contenu dans un tube stérile approprié.

➤ **Réalisation**

Mélange réactionnel :

- La PCR a été réalisée dans un volume total de 50 microlitres contenant 4 microlitres de l'ARN total, 10 µl de tampon PCR Qiagen 1x, 1,5µl (0,5M) de chaque amorce, 2 microlitres de 10mM de dNTP, 2 microlitres de l'enzyme Qiagen mix, 29µl d'eau sans Rnase ;
 - Les amorces IA/M1 (5' - AGC GTA GAC GCT TTG TC – 3') et IA/M2 (5' – GAC GAT CAA GAA TCC AC– 3') qui flanquent la région englobant le site de clivage du gène de la protéine (M) ont été utilisées dans l'étude (A : adénine, G : guanine, C : cytosine, T : thymine) ;
 - Programme d'amplification du thermocycleur: 15 min à 95 ° C (dénaturation initiale), suivie de 40 cycles de 1 mn à 94 ° C (dénaturation), 1 mn à 53 ° C (hybridation), 1 mn à 72 ° C (élongation). La PCR s'est terminée par une élongation finale de 7 min à 72 ° C ;
- Après amplification, les échantillons peuvent être conservés à 2-8°C toute la nuit ou à -20°C pour une longue conservation ;
- Détection des produits PCR: les produits de PCR ont été séparés en gel d'agarose 1,5% en tampon TBE 1 x coloré au bromure d'éthidium, comparativement à un marqueur de masse moléculaire et visualisés par transillumination ultraviolette.

La taille attendue du produit PCR était de 601 pb.

1.4. Traitement des données et interprétations des résultats

➤ **Traitement des données :**

Les données recueillies ont été saisies et traitées par le tableur EXCEL Microsoft version 2007 et l'analyse par le logiciel R-commander. Le test de chi-deux a été utilisé.

La lecture de la densité optique (DO) a été faite à l'aide d'un lecteur de plaque ELISA utilisant un logiciel KC junior.

La transformation des densités optiques en titres en anticorps a été faite par les relations suivantes :

$$S/P = \frac{(\text{DO Echantillon} - \text{Moyenne témoins négatifs (TN)})}{(\text{Moyennes témoins positifs (TP)} - \text{Moyennes témoins négatifs})}$$

$$\text{Log}_{10} \text{ titre} = 1,35 \times \log_{10} S/P + 3,425$$

$$\text{Titre} = 10^{\log_{10} \text{ titre}}$$

Validation du test : le test est valide si le rapport moyenne DOTP/ moyenne DOTN est supérieur à 6 et que la moyenne des densités optiques de témoins positifs est supérieure à 0,5.

➤ **Interprétation des résultats :**

Le sérum est positif si son titre est supérieur à 357, négatif si son titre est inférieur à 268.

L'interprétation des résultats RT-PCR (gène M) est rendue possible grâce au marqueur du poids moléculaire déposé aux deux extrémités du gel. Si le résultat PCR (M) est positif, il faut passer à la RT-PCR utilisant les amorces spécifiques H5. Caractérisation du pouvoir pathogène : IPIV

RT-PCR « M » \implies Labo de criblage

RT-PCR H5/H7 \implies Labo de référence

Chapitre 2 : Résultats

2.1. Résultats de l'enquête sur le terrain

Pendant le déroulement de l'enquête aucun cas de mortalité pour la maladie de Gumboro ni de l'influenza aviaire n'a été signalé.

Six cent soixante huit oiseaux ont été prélevés dans 61 élevages répartis dans les différentes régions comme présentés dans le Tableau III.

Tableau III : Nombre de prélèvements analysés par région

Région	Nombre d'oiseaux prélevés	Nombre de sérums testés Test Elisa	Nombre écouvillons testés Méthode RT-PCR
Dakar	108	24	0
Kaolack	117	88	60
Kolda	121	0	58
Thiès	109	95	72
Saint- Louis	96	88	58
Louga	117	112	64
TOTAL	668	407	300

Seul quatre cent sept (407) sérums ont été analysés en ELISA Gumboro et trois cent (300) en RT-PCR Influenza aviaire. Aucun oiseau n'a été vacciné contre la maladie de Gumboro selon les dires des éleveurs.

2.1.1. Conditions d'élevage.

2.1.1.1. Habitat

Dans la concession, les poules passent la nuit sur les toits, les hangars, les arbres de la cour ou simplement dans la cuisine.

Dans la journée, les oiseaux sont laissés à eux-mêmes en toute liberté dans la nature.

Les oiseaux bénéficient très peu de surveillance de la part de leur propriétaire.

Le poulailler lorsqu'il existe est fait en matériaux locaux et aux dimensions variables en particulier dans la région de Thiès.

2.1.1.2. Aspect sanitaire

Sur le plan sanitaire, les règles d'hygiène générale ne sont pas appliquées. Les poulaillers enquêtés ne sont pas tous nettoyés. Les quelques éleveurs qui nettoient leur poulailler n'utilisent pas les produits appropriés.

2.2. Résultats de laboratoire

Le nombre d'oiseaux prélevés était de 668. 407 sérums étaient testés pour la maladie de Gumboro et 300 écouvillons trachéaux testés pour l'Influenza aviaire.

Le tableau III, montre la répartition des oiseaux prélevés, des sérums et des écouvillons trachéaux analysés par région.

2.2.1. Résultats sérologiques Gumboro

2.2.1.1. Prévalence sérologique de la Gumboro

Nous avons identifié au total 397 sérums positifs et 10 sérums ce sont révélés négatifs, soit une prévalence sérologique globale pour l'ensemble des régions enquêtées de 97,5%. Cette prévalence varie en fonction des régions comme le montre le tableau IV.

Le tableau IV : Taux de prévalence de la maladie de Gumboro en fonction des échantillons testés par régions.

Régions	Nombres d'échantillons testés	Positifs	Prévalence %
Dakar	24	24	100
Kaolack	88	80	90
Louga	112	112	100
Saint- Louis	88	88	100
Thiès	95	93	97
Total	407	397	97,5

Ainsi, une prévalence de 100 % a été observée à Dakar, Louga et Saint-Louis. La région de Thiès à une prévalence de 97%, par contre une prévalence un peu faible de 90% par rapport aux autres régions a été constatée à Kaolack.

Cependant, il n'y a pas de différence significative sur le plan statistique entre les prévalences des différentes régions ($p > 0,05$)

2.2.1.2. Profil sérologique d'ensemble

Le tableau V présente les titres en anticorps par région.

Tableau V : Titres en anticorps par région

Titres	Kaolack	St-Louis	Louga	Thiès	Dakar	Total
0 - 2000	38	28	17	31	-	114
2000- 4000	27	19	16	21	7	90
4000- 6000	14	14	32	23	4	87
6000- 8000	4	18	22	18	11	73
8000 - 10000	3	8	17	2	1	31
10000-12000	2	1	7	-	1	11
12000-14000	-	-	1	-	-	1

La figure 3 illustre la totalité des titres en anticorps par région.

Les titres en anticorps les plus fréquemment obtenus se situent dans l'intervalle de 0 à 2000 dont les sujets sont plus nombreux dans l'ensemble des régions à l'exception de Louga où on enregistre le plus grand nombre de sujets dans l'intervalle de 4000 à 6000.

En revanche, plus les titres en anticorps augmentent, plus le nombre total de sujets concernés diminue.

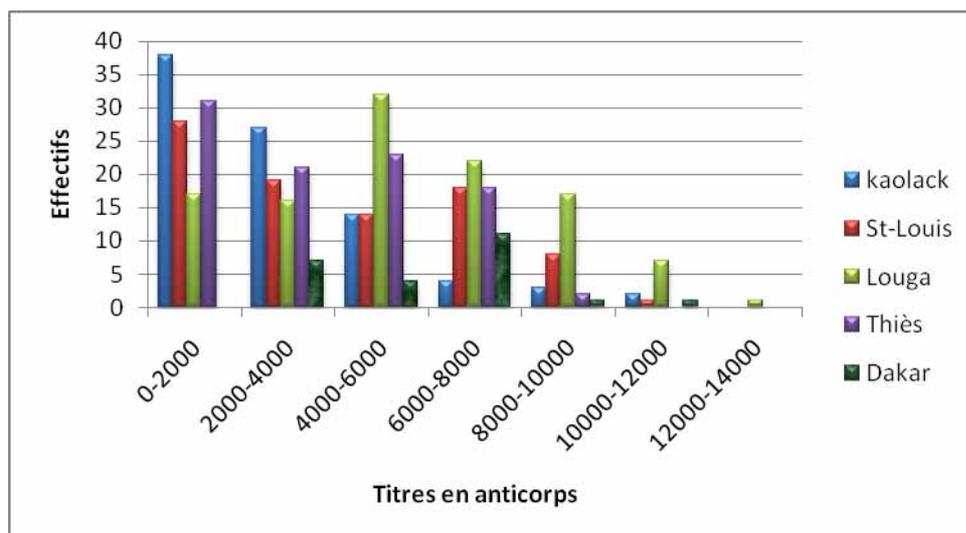


Figure 3 : Répartition et comparaison des titres en anticorps par région

2. 3. Résultats RT-PCR

Tous les 300 écouvillons trachéaux issus de six régions testées en RT-PCR se sont révélés négatifs.

La figure 4 est une photographie d'un gel d'agarose (de 16 puits) visualisé après électrophorèse des produits RT-PCR.

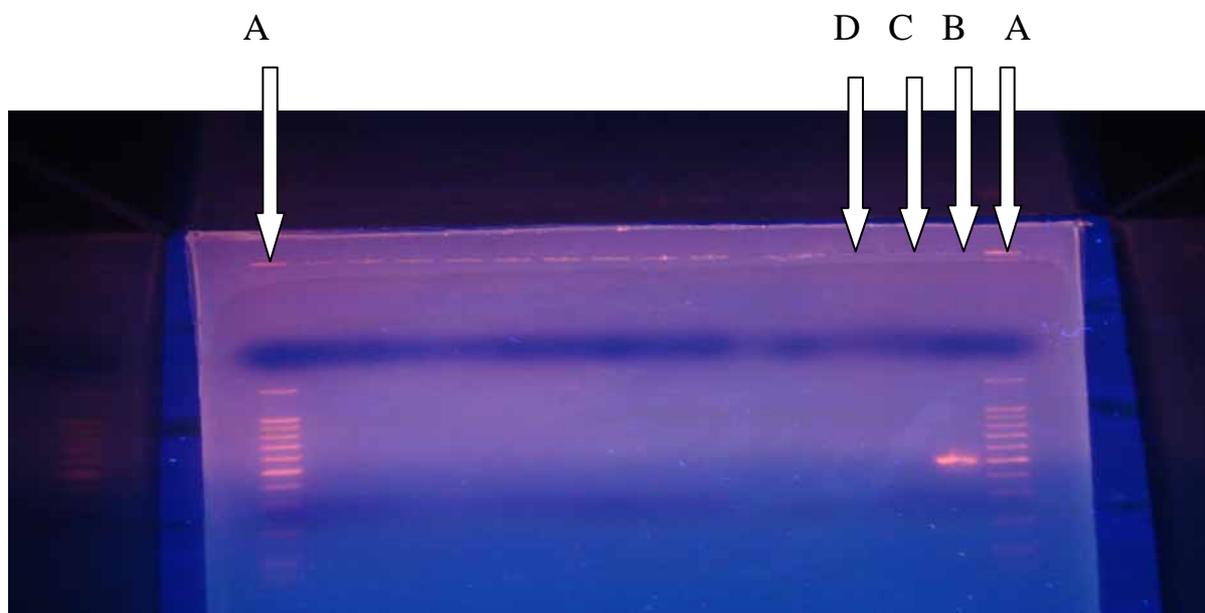


Figure 4 : Photographie d'un gel d'agarose visualisé après électrophorèse des produits RT-PCR.

A : puits n° 1 et 16(contrôle marqueur)

C : puits n°3(contrôle négatif)

B : puits n° 2 (contrôle positif)

D : puits n°4 jusqu'au 15 (Echantillon d'extraction ARN)

2.4. Discussion et recommandations

Ce chapitre nous permet de discuter les résultats globaux du terrain et ceux du laboratoire. Nous dégagerons ensuite quelques recommandations.

2.4.1. Enquête sur le terrain

Conditions d'élevage : c'est un élevage traditionnel, qui se pratique dans un environnement peu hygiénique, sans suivi technique ni sanitaire (33 soit 79% ont déclarés avoir eu des mortalités). Il n'y a souvent pas de poulaillers ou quand ils existent, ils ne servent que de gîte pour la nuit. Les oiseaux étant libres le jour et parfois la nuit, ils sont donc exposés à des contacts possibles avec les oiseaux de brousse. La présence de ces espèces, crée des conditions favorables à l'apparition et à la dissémination de la maladie de Gumboro.

Parmi les 61 éleveurs, 28 pratiquent la vaccination contre la maladie de Newcastle mais aucun ne vaccine contre la maladie de Gumboro.

Par ailleurs, la présence de canard est un risque concernant la grippe aviaire.

L'échantillonnage

Notre étude a porté sur six des quatorze régions que compte le Sénégal alors que l'élevage traditionnel est pratiqué sur l'ensemble du territoire. Toutefois, cette pratique est plus importante dans les régions choisies et qui sont aussi les plus accessibles. Le choix des localités a été guidé par les agents du service vétérinaire et par le nombre des éleveurs. L'étendue de la zone d'étude, est plus grande (Figure 2) en comparaison avec les travaux d'ARBELOT et coll., 1995, qui se sont limités à la zone périurbaine de Dakar et de Thiès (zone du Cap vert). Les animaux testés sont ceux qu'on retrouve habituellement dans l'élevage de la volaille locale (tableau II).

2.4.2. Méthodes de laboratoire

668 oiseaux ont été prélevés mais nous n'avons pu analyser que 407 sérums pour la maladie de Gumboro et 300 écouvillons trachéaux pour l'Influenza aviaire, faute de disposer de kits d'analyse en quantité suffisante.

Ainsi, la région de Kolda n'a pas été testée pour la détermination des titres en anticorps (sérologie) de la maladie de Gumboro alors que pour la région de Dakar, où 24 sérums ont été analysés par ELISA indirect Gumboro aucun écouvillon trachéal n'a été testé par RT-PCR.

L'ELISA Indirecte utilisée, est une technique sensible, spécifique et simple d'emploi et permet d'analyser un grand nombre de sérums à la fois.

La seule limite à son utilisation est le coût élevé de son kit, ce qui fait qu'il n'est pas souvent disponible localement.

La Méthode RT-PCR, présente l'avantage d'être plus rapide que la culture et l'isolement du virus. Elle est très spécifique donnant des résultats satisfaisants. Son facteur limitant est le coût des consommables nécessaires à sa réalisation. De plus, elle exige une certaine technicité.

2.4.3. Résultats au laboratoire

➤ Résultats globaux

L'étude que nous venons de réaliser nous a permis de confirmer la présence de l'infection Gumboro dans le système d'élevage traditionnel au Sénégal où la vaccination n'est pas pratiquée avec une prévalence de 97,5%. Cette forte prévalence pourrait s'expliquer par le caractère endémique de cette maladie et sa faible létalité faisant penser à une résistance relative des races locales vis-à-vis du virus Gumboro comme l'ont rapporté COURTECUISSÉ et coll. (1990). Cette prévalence est toutefois supérieure à celle obtenue par ces mêmes auteurs au Niger (73,9%), mais aussi aux données enregistrées ailleurs en Afrique (Cameroun) variant de 27 à 58% selon COUTERCUISSÉ et DUROJAIYE, cités par ARBELOT (1997).

Par contre ARBELOT et coll ont trouvé une prévalence de 76% chez les volailles de brousse dans la zone du Cap Vert (Sénégal).

La maladie de Gumboro a des incidences négatives sur la production. En effet, elle affecte le système immunitaire facilitant ainsi l'installation de multiples maladies. Les variations des titres en anticorps d'un échantillon à un autre peuvent être mises sous le compte de différences génétiques des volailles étudiées comme l'avait relevé MEULEMANS (1988) cité par ICHAKOU (2004), soit de l'infection par plusieurs souches de virus aux différents degrés de virulence; soit enfin que les volailles aient été infectées plusieurs fois par plusieurs souches différentes comparativement à l'étude de GRUNDLER et coll., (1988) avec les poules.

➤ **Résultats comparatifs des régions**

En élevage traditionnel, tous les sites où les analyses ont été effectuées, sont infectés par la maladie de Gumboro. Louga, Dakar et Saint-Louis présente chacune un taux de positivité de 100% suivies de Thiès (97%) et de Kaolack (90%). Selon une étude effectuée en 1995 par ARBELOT dans la zone Cap-Vert (Dakar et Thiès) du Sénégal, en élevage industriel, la prévalence de la maladie de Gumboro était respectivement de 56% en saison des pluies et 34% en saison sèche chez les poulets de chair et de 90% et 83% chez les poules pondeuses. En 1994, BADA ALGOM a enregistré dans la même zone une prévalence clinique de 25% chez les poulets de chair et de 8% chez les pondeuses.

Ainsi, les résultats obtenus dans notre étude, comparés à ceux de ces différents auteurs sont plus élevés.

Nous avons évoqué dans la rubrique échantillonnage que les effectifs prélevés et testés par région ne sont pas les mêmes ; ce qui cause un biais des différentes prévalences obtenues (tableau IV).

Dans l'ensemble des régions, les titres en anticorps donnent une tendance beaucoup plus perceptible à Louga par rapport aux autres régions.

La maladie de Gumboro doit faire l'objet d'une plus grande attention au vu de ces résultats.

2.4.4. Résultats RT-PCR de l'Influenza aviaire de type H5N1

Tous nos résultats étant négatifs avec le test RT-PCR (M) et sans signe clinique sur le terrain, ce qui nous fait conclure que l'élevage traditionnel au Sénégal serait indemne vis-à-vis du virus de l'IAHP. Ceci en comparaison avec l'étude effectuée par MOLIA et coll. en 2010 dans la région de Mopti au Mali où des écouvillons trachéaux étaient positifs en temps réel à la RT-PCR pour le virus de type A, mais restés négatifs par la même méthode pour les sous-types H5 et H7 indiquant ainsi la circulation de l'IAFP.

RECOMMANDATIONS :

Au vu de ces résultats, quelques recommandations vont à l'endroit des autorités en charge de l'élevage, aux techniciens d'élevage et aux éleveurs.

Aux autorités de l'élevage :

- promouvoir un meilleur encadrement et à une meilleure prise en compte de ce secteur d'élevage ;
- mettre en place un plan de développement du secteur avicole ;
- mener des actions pour réduire la maladie de Gumboro (prophylaxie sanitaire, campagne de vaccination) et de baisser le coût des kits des techniques biomoléculaires;
- de renforcer la surveillance au niveau des exploitants traditionnels, des frontières et des marchés de volailles ;
- il serait intéressant de continuer et d'élargir cette étude de prévalence à d'autres régions du Sénégal.

Aux techniciens d'élevage :

- encadrement, sensibilisation et formation des éleveurs pour l'intérêt de la surveillance épidémiologique ;
- être garants pour l'état de l'application effective des mesures de biosécurité dans les élevages.

Aux éleveurs :

- meilleure conduite de l'élevage (amélioration de l'habitat, de la surveillance, de l'alimentation, de l'hygiène...);
- respect des règles de biosécurité.

CONCLUSION

Sur un total de 407 sérums venant d'élevages avicoles traditionnels analysés avec la méthode ELISA pour évaluer la prévalence des anticorps de volaille non vaccinées, les résultats obtenus montrent que le taux de prévalence de la maladie de Gumboro est très élevé (97,5%). Ceci suppose que le virus sauvage circule dans les zones d'étude.

Au vu des nombreux facteurs contribuant à l'aggravation de cette maladie de Gumboro et de la grande résistance du virus dans le milieu extérieur, on ne peut certainement pas encore envisager son éradication. Toutefois, on peut limiter ses dégâts en améliorant les conditions d'hygiène dans ces élevages.

Par contre, pour lutter contre les pathologies des animaux, il est nécessaire de les diagnostiquer précocement et avec précision, d'où l'intérêt des techniques biomoléculaires qui de nos jours constituent des instruments fiables et performants.

La RT-PCR, qui est celle que nous avons utilisée dans notre étude, pour identifier la présence de l'IAHP, n'a mis en évidence aucun échantillon positif reflétant le statut indemne des élevages enquêtés. Toutefois, ce résultat ne nous autorise pas à écarter formellement la présence du virus au Sénégal, sans avoir effectué une étude plus complète incluant l'ensemble des prélèvements mais aussi d'autres régions du Sénégal.

Par conséquent, le Sénégal doit continuer la surveillance épidémiologique à travers le réseau national d'épidémiosurveillance qui devra être suffisamment renforcé pour une action rapide et efficace en cas foyer de grippe aviaire.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ABDEL-AZIZ ARADA Izzedine (2007)** : Contribution à la lutte contre la maladie de Gumboro « Détermination du meilleur protocole de vaccination à partir des vaccins disponibles sur le marché de Dakar »
Thèse doct.vét. EISMV, Dakar, 48p
2. **AGBEDE G.B., TEGUIA A., et MANJELY. ; 1995** : Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun.
Tropicultura, **13**, (1) : 22 – 24
3. **AKAKPO A.J., 2006**
Monographie sur l'Influenza Aviaire
In Mallette pédagogique pour la sensibilisation sur la Grippe Aviaire, EISMV, Dakar
4. **ARBELOT B. (1995)**. Pathologies aviaires dans la zone des Niayes: premiers résultats de l'enquête sérologique menée pendant hivernage 1995. ISRA/ LNERV. PRODEC 5. Pathologie aviaire, 32p.
5. **ARBELOT, B., J. F. DAYON et coll. (1997)**.
"Enquête sur la prévalence sérologique des principales pathologies aviaires au Sénégal: mycoplasmoses, pullorose, typhose, maladie de Newcastle, maladie de Gumboro et bronchite infectieuse."
Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. **50**(3): 197-203.
6. **BADA ALGOM O., 1994**. Contribution à l'étude des dominantes pathologiques dans les élevages avicoles semi- industriels de la région de Dakar : enquêtes anatomopathologiques.
Thèse doct.vét. EISMV, Dakar, Sénégal, 110p.
7. **BONFOH B. (1997)**. Les dominantes pathologiques et les contraintes sur la productivité des poulets dans les systèmes avicoles extensifs en Gambie : Propositions de solutions.
Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle de Biologie Animale, Université de Dakar, N26, 188p.
8. **BULDGEN A., DEDERMINAN F., SALL B. et COMPERE R.; 1992**: Etude des paramètres démographiques et zootechniques de la poule locale du bassin arachidier sénégalais.
Rev.Elev.Méd.Vét. Pays Trop., **45** (3-4) : 341-347.
9. **BRUGERE-PICOUX J., 2005**
Influenza aviaire hautement pathogène ou peste aviaire
Bull Soc Vet Prat France **89**: 5-15.
10. **COURTECUISSÉ C., JAPIOT F., BLOCH N., DIALLO I., 1990**. Enquête sérologique sur les maladies de Newcastle, de Gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez les poules de race locale au Niger. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.* **43**: 27-29.
11. **DECOSTER A., 2006** Les Myxovirus et autres virus respiratoires. Disponible en ligne sur <http://anne.decoster.free.fr/d1viro/vgrippe.html> [Consulte le 31 mars 2010]
NAS. **103**(8). 2845-2850.
12. **GILSDORF A., BOXALL N., GASIMOV V. et coll., 2006**
Two Clusters of Human Infection with Influenza A/H5N1 virus in the republic of Azerbaijan, February-March 2006 *Euro surveillance.* **11**(5). 122-6.
13. **GRUDLER G, SCHMIDT M, DJABAKOU K., 1988**.
Sérologie de la maladie de Newcastle et de la Salmonellose (*Salmonella gallinarum pullorum*) chez les volailles des petites exploitations paysannes au Togo.

- Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 41 :327- 328.
- 14. GUEYE E.F. et BESSEI W., 1995.**
 La poule locale sénégalaise dans le contexte villageois et les possibilités d'amélioration de ses performances (112-123).
 In: Proceedings of international workshop on rural poultry production in Africa. June 13-16, 1995 at the international Livestock Research Institute, Addis Ababa, Ethiopia.
 - 15. ICHAKOU Albert (2004) :** Mise en évidence sérologique de certaines pathologies virales (maladie de Newcastle, maladie de Gumboro et bronchite infectieuse) en aviculture traditionnelle dans la province de l'Extrême-Nord au Cameroun et essai de la vaccination contre la maladie de Newcastle.
 Thèse Méd.Vét : Dakar ; 04
 - 16. IYAWA D., (1988).**
 L'aviculture villageoise dans l'Adamaoua(Cameroun).
 Thèse doct.vét. EISMV, Université de Dakar, N4, 102.
 - 17. KOOPMANS M., WILBRINK B., CONYN M. et al., 2004**
 Transmission of H7N7 avian influenza a virus to human beings during a large outbreak in commercial poultry farms in the Netherlands Lancet 363(9409): 587-93.
 - 18. KOUZOUKENDE T. N., 2004**
 Contraintes liées à la durée de production de poulets de chair en période de chaleur : adaptation du protocole de vaccination contre la vaccination de la Maladie de Gumboro.
 Mémoire DEA: Productions Animales: Dakar (EISMV); 13
 - 19. MAYIGANE Landry Ndriko (2008).**
 Analyse du risque d'émergence au Sénégal de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.
 Thèse Méd.Vét : Dakar ; 02.
 - 20. MOLIA S, TRAORE A, P. GIL et coll. 2010.**
 Grippe aviaire chez les volailles de basse-cour de la région de Mopti au Mali. Trop. Rod Anim Santé. 2010 Jun, 42(5): 807- 9 Epub. 2009 Nov 13
 - 21. NGWE – ASSOUMOU C., 1997.**
 Etude morphologique de la poule du Sénégal.
 Thèse. Méd. Vét. : Dakar ; 21
 - 22. OIE, 2007**
 Fiche OIE : Influenza aviaire (En ligne, accès internet)
http://www.oie.int/eng/avian_influenza/disease.htm / page
 Consultée le 12/04/2010
 - 23. RAVELSON C., 1990**
 Situation et contraintes de l'aviculture villageoise à Madagascar (135-138).In: CTA-seminar proceedings on Smallholder Rural Poultry Production 9-13 October Thessaloniki Greece. – Wageningen: CTA.182p.
 - 24. REY F.; CHEVALIER C.; GUTSCHE I.; POUS J.; NAVAZA J.; DELMAS B. et COULIBALY F., 2004**
 Structures cristallographiques des birnavirus: implications pour l'évolution des virus à ARN double brin. <En ligne >Accès Internet:
http://www.ibcp.fr/rhaser/gtbio/resumes_gtbio2004_lyon.pdf.
 (Page consultée le 01 /03/2010)

- 25. SAGNA F., 1975**
Note préliminaire concernant l'apparition d'une nouvelle affection aviaire au Sénégal: la maladie de Gumboro. Dakar : L.N.E.R.V.- 7p.
- 26. SALL B., 1990.**
Contribution à l'étude des possibilités d'amélioration de la production en aviculture traditionnelle : mesure du potentiel de la race locale et des produits d'un croisement améliorateur. Travail de fin d'études : Ingénieur agronome : INDR, Thiès 81p.
- 27. SAVANE M. ; 1996.**
L'aviculture rurale au Sénégal, contraintes et perspectives zoo économiques : Cas de la haute Casamance.
Thèse: Méd. Vét: Dakar; 9
- 28. SAVILLE P., 1999**
La bursite infectieuse Santé animale: Fiche technique
N°2/COMMUNAUTE du PACIFIQUE/Secrétariat. <En ligne >Accès
Internet : <http://www.spc.int/rahs/publication/leaflets/AHAL%2002F.pdf>
(Page consultée le 26 /04/2010)
- 29. SMITH A.J., 1992.**
L'Elevage de la volaille. Paris : ACCT ; Ed. Maison neuve et Larose ;
Wageningen : CTA. 2vol- 347p.
- 30. SONAIYA E.B., DAZOGBO, J.S. and OLUKOSI, O.A., 2002.**
Further assessment of scavenging feed resources base. In: Characteristics and parameters of family poultry production in Africa. Publication of FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme, pp. 192-200.
- 31. VAN DWS and MANUGUERRA JC, 2000**
Bases moléculaires de la variabilité et diffusion des virus grippaux. (Molecular basis of influenza virus variability and diffusion. L'Eurobiologiste: (Paris) 34(247): 38-41
- 32. VANMARCK E. J., 1992**
La maladie de Gumboro : la vaccination précoce.
Afrique agriculture, (197) : 59-61.
- 33. VINDEVOGEL H., 1992**
La maladie de Gumboro. (155-163)
In : Manuel de pathologie aviaire.-Maisons-Alfort, France ; ENV. –
381p.
- 34. WYETH P. J., 1976**
La dépression immunitaire
Bull. Tech. Avicole nobilis, 1: 10-11.
- 35. TALAKI E., 2000 : Aviculture traditionnelle dans la région de Kolda (Sénégal).**
Thèse : Méd.Vét. : Dakar ; 10