

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR**

**ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES**

**(E.I.S.M.V.)**



**ANNEE : 2008**

**N° : 02**

**ANALYSE DU RISQUE D'EMERGENCE AU SENEGAL DE  
L'INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGENE**

**THESE**

*Présentée et soutenue publiquement le 05 Janvier 2008 à 12h00 devant la  
Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar*

*Pour obtenir le Grade de*

**DOCTEUR EN MEDECINE VETERINAIRE**

**(Diplôme d'Etat)**

Par

**Landry Ndriko MAYIGANE\***

**Né le 20 Août 1981 à Lubumbashi (RDC)**

**JURY**

- Président :** **M. Bernard Marcel DIOP**  
Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-  
Stomatologie de Dakar
- Directeur et Rapporteur  
de Thèse :** **M. Justin Ayayi AKAKPO**  
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres :**
- M. Yalacé Yamba KABORET**  
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- M. Serge Niangoran BAKOU**  
Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Co-directeur de Thèse :** **Dr Eric ETTER, DVM, PhD**  
UR16, Épidémiologie et Ecologie des Maladies Animales, CIRAD

\* contact : [ndrikorisk@yahoo.com](mailto:ndrikorisk@yahoo.com)

**« ...Le ciel était gris de nuages ; Il y volait des oies sauvages  
Qui criaient la mort au passage... »  
Louis Aragon, 1980  
(Bierstube Magie allemande)**

## RESUME

Le Sénégal n'est pas à l'abri de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène vue la part importante que jouent les importations de volailles domestiques et produits dérivés dans l'aviculture nationale, l'importance des échanges internes et la prééminence du Parc National des Oiseaux du Djoudj par rapport à l'effectif d'oiseaux migrateurs qui y nichent chaque année pendant l'hiver nordique.

Nous avons procédé à une analyse de risque en vue de connaître réellement le niveau du risque d'introduction et de dissémination du virus H5N1 au Sénégal, lié à l'importation légale et illégale de volailles et produits dérivés, et l'avifaune au cours de l'année 2006.

Pour ce faire, une collecte de données ainsi que des entretiens avec des experts ont été diligentés pour la construction des modèles événementiels.

Différents scénarii d'émergence de l'épizootie ont été proposés à partir des modèles.

Nous avons distingué 30 et 60 scénarii possibles pour l'émergence de l'épizootie liée à l'importation légale respectivement des poussins reproducteurs et des œufs à couver et 30 autres dans le cas des importations illégales

Nous avons par la suite procédé à la combinaison des probabilités d'occurrence des événements constituant les scénarii pour l'estimation du risque.

L'analyse qualitative effectuée a permis de caractériser la probabilité d'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène comme variant de nulle à faible dans le cas des importations légales des poussins d'un jour et des œufs à couver et négligeable à modérée dans le cas des importations illégales suivant les scénarii.

L'appréciation du risque lié à l'avifaune s'est limitée au risque de dissémination du virus estimé comme élevée. Cela est du fait du niveau élevé d'incertitude inhérente à l'introduction de l'épizootie par l'avifaune.

Le réseau national d'épidémiologie des pathologies aviaires devra ainsi être suffisamment renforcé pour une action rapide et efficace en cas de foyer de grippe aviaire et une meilleure communication sur le risque devra être envisagée pour permettre aux gestionnaires du risque et décideurs de prendre des actions idoines.

**Mots clés** : Influenza Aviaire Hautement Pathogène, Analyse de risque, volailles domestiques, Avifaune, Sénégal

**Title** :

EMERGENCE RISK ANALYSIS OF THE HIGHLY PATHOGENIC AVIAN  
INFLUENZA IN SENEGAL

*The threat of Avian Influenza in Africa is still present as the epizootic continues to spread slowly within the west and central Africa.*

*Senegal is at risk of the epizootic emergence with regards to the importance of the poultry industry and the Djoudj National Parc that host yearly a large number of water birds for overwintering.*

*A qualitative risk assessment was carried out using the OIE methodology to determine the risk associated with the legal imports of breeding chicks and hatching eggs, the illegal imports of poultry products and the migration of water birds during the year 2006.*

*Thereafter, we came up with 30 and 60 scenarios for Avian Influenza emergence via respectively the legal imports of the breeding chicks and the hatching eggs.*

*For the two legal products, 13,4 percents of scenarios have a null to negligible risk of occurrence, 53,3 percents negligible and 33,3 percents low.*

*On the other end, we had 30 scenarios associated with illegal imports of poultry products, out of which 40 percents have a negligible risk of occurrence, 30 percents low, 16,6 percents low to moderate and 13,4 percents moderate.*

*Due to the importance of uncertainty inherent to water birds in terms of HPAI emergence, only the risk of virus dissemination was considered and estimated as high.*

*Recommendations have been made concerning the risk communication and management to the decision makers, stakeholders and farmers.*

**Keywords** : Highly Pathogenic Avian Influenza, Risk analysis, poultry, Water Birds, Senegal

## DEDICACES

- *GLORY BE TO THEE GOD ALMIGHTY for thy unconditional love, favour and grace bestowed on me. Take this moment as a token of my innermost appreciation for thy omnipresent faithfulness to me.* Que toute louange et gloire te reviennent Seigneur !
- A ma très chère mère **Thérèse KARARA** que j'appelle très affectueusement « **MERE NA BISSO** » (Notre Maman), femme combattante et entrepreneuse, tes bras de forteresse nous ont toujours protégés des avatars de la vie depuis l'aube de la naissance, merci pour tout le sacrifice que tu ne cesses de faire pour nous tes enfants !
- A mon très cher père **Dénis NIZEYIMANA**, Homme de principe : tu n'as jamais cessé de croire en moi et de m'inculquer les vertus qui maintenant animent ma vie, merci pour l'ESPRIT SALESIEN, merci pour ton sens d'humour et tout le sacrifice, merci pour « *L'Homme n'est pas, l'Homme est à faire* ». Ce travail n'est que le fruit de ton investissement en moi.
- A mes parents Dénis et Thérèse, que le Seigneur Dieu vous prêtent encore longue vie afin que vous puissiez manger aux fruits de l'arbre que vous avez semé.
- A mon feu grand frère **Narcisse MUTATEN**, « AD MEMORIAM AETERNAM », je te dédie très sincèrement ce travail !!! Tu vas toujours nous manquer !!
- A mon petit frère, **Patrick dit PATY** : ne croises jamais les bras car le meilleur reste à venir ! Du courage et bonne chance dans tes entreprises !
- A ma sœur **Marlène**, maman **Megane**, merci pour ta gentillesse et que Dieu bénisse ta famille !!!
- A mes petites sœurs **Aline, Diane, Joyce** : je vous aime beaucoup. Continuons ensemble à faire honneur à notre famille ! Joyce, merci pour tes prières !
- A ma tante **PASSI**, maman **Vicky**, merci pour toutes les prières que tu as dites pour moi !

- A mes tantes **Suzanne, Anto, Elise, Marie, Mbouyi** : merci pour l'encouragement !
- A mes oncles **Gérard, Dr Francis, Ildéphonse...**
- A ma cousine **ALINE TCHERRY** : je te dédie aussi ce travail et te remercie pour ton encouragement !
- A mes cousins et cousines, **Aubin, Vicky, Pitchou, Yvon, Christian, Kevin, Nancy, Jovianne, Solange, Gloria, TOTO** et tous les autres que je n'ai pas pu cités.
- A mon beau frère **Patrick** et belle sœur **Prisca**.
- A mes nièces **Megane** et **Charlène**.
- A ma future épouse dont j'ignore encore l'identité.
- A mes amis de KIGALI, **Nasmento, Cadette CLARA, Dr Ramses, Christian Lola, Joe Louis, Giscard...**
- A **christian Moundjoa**, merci pour ton encouragement et ta disponibilité durant la dure période de préparatifs pour la soutenance de Thèse.
- Au **Dr Sandrine GUINDJOUMBI**, merci pour tout.
- A mes amis de Dakar, **Edem, Robert O. Makalebo, Patrick Bassolo, Aline Kamanzi, Poupoute, Mado, Rose, Nene, Sylvestre, Arcade, Olivier, GORDON, UMO, Alice Mukanamugire, Clarisse Ingabire, Fausta, Trinidase, DANY, Dr Lisa, Danielle...**
- A ma famille d'accueil de Dakar, **famille GARI**, pour m'avoir adopté : remerciement à **Mamy, Dody, Abou, Alpha, Camara, Dienaba, Alima...**
- A **COCA Nadine, Dr PHILO, Mme NYAGA, Solange BAH, Sarah DIOP, Solange MOUSSA...**
- A mon parrain de Dakar, **FX FOSSOG TINE**, merci de m'avoir intégré à mon arrivée sur Dakar.
- A mes fieuls de Dakar **Assoumi, Marie T, Youssou** : je vous souhaite beaucoup de courage !!!
- Au Professeur **SAWADOGO** ; en acceptant d'être notre Professeur accompagnateur, vous nous avez fait l'honneur de croire en nous .Vous êtes une source d'inspiration.
- A tous nos illustres maîtres de l'EISMV, pour la qualité de leur enseignement.

- A tout le personnel administratif et financier de l'EISMV.
- A la 34<sup>ème</sup> promotion « **Dr SAMBA SIDIBE** », notre force réside dans nos différences. Les moments passés ensemble ne s'oublieront jamais.
- A(u) Dr Elisée, Dr Akréo, Dr Samy, Dr Edimond, Prisca, Séraphin, Poutya, Rukundo JC, Dr Penda, Dr Lucus, Dr Mouhamadou, JM, Dr Arouna, Dr Nestor, Ba Hamadou, Dr Kouadio, Dombou, Dr Victor, Dr Ndam, Dr Fidèle, Dr Sosthène, Dr François, Boss, Andy, Protais, Elie Badai, Mwenedata, Eugène Niyonzima...
- Aux mes petits frères nigériens de l'EISMV (**Ségou, Saidou, Kader, Amidou...**) : merci pour votre amitié.
- Aux 09 rwandais de la 34<sup>ème</sup> promotion.
- A l'Association des Etudiants Rwandais au Sénégal (**AERS**).
- A l'Amicale des Etudiants Rwandais de Dakar (**AEVR**).
- A l'Amicale des Etudiants Vétérinaires de Dakar (**AEVD**).
- A mon église de Dakar, *The International Baptist Church (IBC) of Dakar* ;
- *To the Youth Fellowship Ministry of IBC: Thank you guys for having believed in me as your humble leader!*
- A **SFAR** (*Student Financing Agency of Rwanda*) : merci de m'avoir fidèlement soutenu durant tout mon cursus
- A mon beau pays, le **Rwanda**, Pays des milles collines !!
- Au mon pays hôte le **Sénégal** : merci pour ta **Téranga**.

A vous tous si nombreux que je n'ai pas pu citer et qui avez contribué énormément à ce succès, sachez que ce travail est aussi le vôtre et je vous serai toujours reconnaissant. Merci.

## REMERCIEMENTS

Notre sincère gratitude à tous ceux qui ont œuvré par leurs conseils ou par leur soutien matériel à la réalisation de ce modeste travail.

- Au **Dr Malick FAYE**, Directeur de l'Élevage au Sénégal.
- Au **Dr Sadibou**, ancien Coordonateur du CONAGA.
- Au **Dr TOURE**, coordonnateur du CONAGA.
- Au **Dr Baba Sall**, Coordonateur du programme d'appui au CONAGA.
- Au **Col. Abdoulaye Ndiaye**, Wetland International, Programme Afrique.
- Au **Dr Mamadou Diagne**, Chef des Services Vétérinaires du Port et de l'Aéroport, Inspecteur Régional des Services Vétérinaires de Dakar.
- Au **Dr Coumba FAYE**, et **Mme Mouleid FALL**, CNA.
- Au **Lt Abba SONKO**, Division faune, Direction des Eaux et Forêts.
- Au **Dr Joseph SARR**, chef du département de virologie, LNERV.
- Au **Dr BENDERDOUCHE**, Conseiller technique N°1, Ministère de l'Élevage.
- Au **Dr Frédéric POUDEVIGNE**, Coordonnateur Régional Afrique de l'Ouest et du Centre, Centre d'Urgence pour les Maladies Transfrontalières, FAO.
- Au **Dr Fatou TALL**, LNERV.
- Au **Dr Bidjeh KEBKIBA**, Epidémiologiste principal, UA-BIRA.
- Au **Dr Mbargou LO**, Conseiller Technique, Chef de la Division Protection Zoosanitaire, DIREL.
- Au **Dr Jérôme THONNAT**, Conseiller Technique du Directeur de l'EISMV.
- A **Madame Mariam Diouf**, Conservateur de la documentation, EISMV de Dakar.
- Au **Ministère de l'Élevage**, à la DIREL, au CONAGA, au CNA, à la Direction des Parcs Nationaux du Sénégal, à Wetlands International, au LNERV, à la Direction de l'Inspection Régionale Vétérinaire de Dakar, au Service d'inspection Zoosanitaire du porc et aéroport.



## **A NOS MAITRES ET JUGES**

**A notre Maître et Président de jury, Monsieur Bernard Marcel DIOP,  
Professeur à la faculté de Médecine de Pharmacie et  
d'Odontostomatologie de Dakar**

C'est un grand privilège que vous nous faites en présidant notre jury de thèse. Votre approche cordiale et la facilité avec laquelle vous avez répondu favorablement à notre sollicitation nous ont marqué. Soyez assuré, honorable président, de notre profonde reconnaissance.

Veillez accepter nos respectueuses considérations et nos vœux les meilleurs pour l'année 2008.

**A notre Maître et Directeur de thèse, Monsieur Justin Ayayi AKAKPO,  
Professeur à L'E.I.S.M.V. de Dakar**

Homme de Sciences, vous avez dirigé ce travail avec dextérité, rigueur et ardeur. Votre passion et votre abnégation pour un travail de qualité et sans délai, ont suscité notre admiration.

Cher maître, veuillez trouver ici toute l'estime que nous portons et nos sincères remerciements. Meilleurs vœux pour cette nouvelle année, 2008 !

**A Notre Maître et Juge, Monsieur Yalacé Yamba KABORET  
Professeur à l'EISMV de Dakar**

Vous compter parmi les membres de notre jury de thèse nous honore. Nous gardons de vous l'image d'un maître très dynamique et toujours à la page de l'évolution scientifique.

Au-delà de notre sincère reconnaissance, nous vous prions de trouver ici l'expression de nos considérations. Vive admiration et nos vœux les meilleurs pour l'année 2008.

**A notre Maître et Juge, Monsieur Serge Niangoran BAKOU  
Maître de Conférences Agrégé à l'EISMV de Dakar.**

Délaissant vos obligations multiples, vous avez accepté de juger ce travail. Cet honneur que vous nous faites ainsi est la preuve de vos qualités intellectuelles et surtout humaines qui imposent respect et admiration. Profonde gratitude. Bonne année 2008 !

**A notre Maître et Co-directeur de thèse, Monsieur Eric ETTER,  
Vétérinaire épidémiologiste au CIRAD**

Vous nous avez guidé avec compétence et rigueur dans ce travail malgré votre emploi du temps très chargé. Votre dynamisme et votre amour du travail bien fait ont forcé notre admiration. Que ce travail soit le gage de notre sincère reconnaissance.

Hommages respectueux et heureuse année 2008 !

*« Par délibération, la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto - Stomatologie et l'Ecole Inter - Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent donner aucune approbation ni improbation. »*

## ABREVIATIONS

<b>AFSSA</b>	: Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
<b>CNA</b>	: Centre National d'Aviculture de Mbao
<b>COMM.PERS.</b>	: Communication personnelle
<b>CONAGA</b>	: Comité National de Prévention et de Lutte contre la Grippe Aviaire
<b>CIRAD</b>	: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
<b>CRS</b>	: <i>Catholic Relief Services</i>
<b>EISMV</b>	: Ecole Inter-Etas des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar
<b>FAO</b>	: <i>Food and Agriculture Organisation</i>
<b>GA</b>	: Grippe Aviaire
<b>IAHP</b>	: Influenza Aviaire Hautement Pathogène
<b>IA</b>	: Influenza Aviaire
<b>IPD</b>	: Institut Pasteur de Dakar
<b>ISRA</b>	: Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
<b>LNERV</b>	: Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires
<b>MSPM</b>	: Ministère de la Santé et de la Prévention Médicale
<b>OAC</b>	: Œufs A Couver
<b>OACi</b>	: Œufs A Couver infectés
<b>OIE</b>	: Office internationale des Epizooties / Organisation Mondiale de la Santé Animale
<b>OMS</b>	: Organisation mondiale de la santé
<b>PNOD</b>	: Parc National des Oiseaux du Djoudj
<b>PR</b>	: Poussins reproducteurs
<b>PRi</b>	: Poussins reproducteurs infectés
<b>SIVF</b>	: Service d'Inspection Vétérinaire Frontalier
<b>VPD</b>	: Volaille et Produits Dérivés
<b>VPDi</b>	: Volaille et Produits Dérivés infectés
<b>UNICEF</b>	: Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
<b>WI</b>	: <i>Wetlands International</i>

## LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE</b>	<b>TITRE</b>	<b>N° DE PAGE</b>
<b>1</b>	Carte mondiale des pays confirmés par le virus H5N1 HP (27 juin 2007)	<b>7</b>
<b>2</b>	Espèces domestiques atteintes et épargnées dans les foyers	<b>9</b>
<b>3</b>	Structure morphologique des Influenzavirus	<b>10</b>
<b>4</b>	Rôle du porc dans le réassortiment du virus influenza	<b>14</b>
<b>5</b>	Signes cliniques externes	<b>16</b>
<b>6</b>	Lésions à l'autopsie	<b>17</b>
<b>7</b>	Composantes de l'analyse de risque	<b>23</b>
<b>8</b>	Schéma illustrant les deux composantes du risque (fréquence et conséquences) pour les maladies A et B	<b>25</b>
<b>9</b>	Les composantes d'appréciation du risque	<b>27</b>
<b>10</b>	Fermes et marchés des volailles des régions de Dakar et Thiès	<b>32</b>
<b>11</b>	Elevage en plein air	<b>33</b>
<b>12</b>	Elevage moderne	<b>35</b>
<b>13</b>	Les aires protégées du Delta du Sénégal	<b>38</b>
<b>14</b>	Migration Paléarctique-Afrique	<b>41</b>
<b>15</b>	Localisation des 3 principaux ensembles de zones humides en Afrique	<b>43</b>

## LISTE DES FIGURES (SUITE)

FIGURE	TITRE	N° DE PAGE
<b>16</b>	Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des poussins reproducteurs et des œufs à couver à partir d'un pays agréé	<b>59</b>
<b>17</b>	Probabilité d'infection des poussins reproducteurs et des œufs à couver par le virus H5N1 dès l'origine ou pendant le transport	<b>60</b>
<b>18</b>	Probabilité de contrôle et de non détection par le SIVF du Sénégal des PR et OAC infectés	<b>61</b>
<b>19</b>	Probabilité de contamination des œufs à couver par transmission verticale du virus et de non détection de l'infection	<b>63</b>
<b>20</b>	Probabilité de dissémination du virus H5N1 au Sénégal	<b>65</b>
<b>21</b>	Appréciation des conséquences hygiéniques en cas de pandémie de grippe	<b>67</b>
<b>22</b>	Répartition de l'effectif d'oiseaux migrateurs au Sénégal	<b>75</b>
<b>23</b>	Modèle événementiel pour l'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des PR et OAC à partir d'un pays agréé	<b>81</b>
<b>24</b>	Modèle événementiel pour la dissémination au Sénégal du virus H5N1	<b>82</b>
<b>25</b>	Arbre de scénarii pour l'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers l'importation légale des PR infectés	<b>83</b>
<b>26</b>	Arbre de scénarii pour l'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers l'importation légale des OAC infectés	<b>84</b>
<b>27</b>	Arbre des scénarii pour l'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers l'importation illégale des VPD infectés	<b>85</b>
<b>28</b>	Evolution du risque d'émergence d'Influenza Aviaire Hautement Pathogène en fonction des importations au Sénégal	<b>108</b>
<b>29</b>	Probabilité d'introduction du virus H5N1 au Sénégal à travers l'avifaune	<b>111</b>
<b>30</b>	Evolutions des importations contrôlées des œufs à couver	<b>115</b>

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	TITRE	N° DE PAGE
<b>I</b>	Coûts économiques de la grippe aviaire dans divers pays du monde	<b>5</b>
<b>II</b>	Effectif cumulé de cas humains de grippe aviaire (H5H1) rapportés à l'OMS (Au jour du 25 octobre 2007)	<b>6</b>
<b>III</b>	Origine des poussins	<b>70</b>
<b>IV</b>	Production nationale de viande de volaille en 2006	<b>71</b>
<b>V</b>	Importation légale des poussins reproducteurs et des œufs à couver	<b>72</b>
<b>VI</b>	Saisies opérées par les services vétérinaires en 2006	<b>73</b>
<b>VII</b>	Suspicion rapportées à partir de la volaille domestique	<b>76</b>
<b>VIII</b>	Suspicion rapportées à partir des parcs nationaux	<b>78</b>
<b>IX</b>	Risque d'émergence de l'IAHP au Sénégal- Cas des importations légales des Poussins Reproductions infectés	<b>103</b>
<b>X</b>	Risque d'émergence de l'IAHP au Sénégal- Cas des importations légales des Œufs à Couver infectés	<b>104</b>
<b>XI</b>	Risque d'émergence de l'IAHP au Sénégal- Cas des importations illégales des Volailles et Produits Dérivés infectés	<b>106</b>
<b>XII</b>	Récapitulatif des différents niveaux de risque avec leur proportion respective des scénarii en fonction des importations	<b>107</b>
<b>XIII</b>	Oiseaux migrateurs à risque élevé d'infection par le virus H5N1 et capable d'introduire le virus au niveau du Parc National des Oiseaux du Djoudj	<b>110</b>

## LISTE DES ANNEXES

	TITRE
<b>Annexe I</b>	Caractéristiques des différents systèmes de production
<b>Annexe II</b>	Paramètres à considérer pour l'appréciation de risque
<b>Annexe III</b>	Liste des experts
<b>Annexe IV</b>	Certificat zoosanitaire
<b>Annexe V</b>	Certificat de désinfection
<b>Annexe VI</b>	Arrêté Interministériel portant interdiction d'importer des produits de l'aviculture et de matériels avicoles usagers
<b>Annexe VII</b>	Matrice de combinaison de probabilités pour l'estimation qualitative du risque
<b>Annexe VIII</b>	Opération de vaccination et de prélèvement d'échantillons au niveau des villages sentinelles de la région de St-Louis
<b>Annexe IX</b>	Dénombrements des Ansériformes et Charadriiformes effectués à la mi-janvier 2006 au niveau du Parc National des Oiseaux de Djoudj



# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
Ière PARTIE .....	3
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'INFLUENZA AVIAIRE.....	4
1.1 DEFINITION-IMPORTANCE-REPARTITION GEOGRAPHIQUE.....	4
1.1.1 Définition.....	4
1.1.2 Importance.....	4
1.1.3 Répartition géographique.....	6
1.2 ETIOLOGIE.....	9
1.2.1 Morphologie et structure des Influenzavirus.....	9
1.2.2 Caractères cultureux et biologiques de l'influenzavirus.....	11
1.2.3 Propriétés biologiques.....	12
1.2.3.1 <i>Pouvoir pathogène</i> .....	12
1.2.3.1.1 Chez l'animal.....	12
1.2.3.1.2 Chez l'homme.....	12
1.2.3.2 <i>Pouvoir antigénique et immunogène</i> .....	13
1.3. ETUDE CLINIQUE.....	14
1.3.1 Signes cliniques.....	14
1.3.2 Lésions.....	17
1.4 EPIDEMIOLOGIE DE L'INFLUENZA AVIAIRE.....	18
1.4.1 Sources du virus.....	18
1.4.2 Mode de transmission.....	18
1.4.3 Voies de contamination.....	19
1.4.4 Sensibilité et réceptivité.....	19
1.4.5 Mode d'expression.....	19
1.5 DIAGNOSTIC.....	20
1.5.1 Diagnostic sur le terrain.....	20
1.5.2 Diagnostic de laboratoire.....	20
1.5.2.1 <i>Diagnostic virologique direct</i> .....	20
1.5.2.2 <i>Diagnostic virologique indirect ou sérologique</i> .....	21
1.5.3 Lutte.....	21
CHAPITRE 2 : L'ANALYSE DE RISQUE EN EPIDEMIOLOGIE ANIMALE.....	23
2.1 GENERALITES SUR L'ANALYSE DE RISQUE.....	23
2.1.1 Définitions des principaux concepts.....	24
2.1.1.1 <i>Le Danger</i> .....	24
2.1.1.2 <i>Le Risque</i> .....	24
2.1.1.3 <i>Les composantes de l'analyse de risque</i> .....	25
2.1.1.3.1 L'identification du danger .....	25
2.1.1.3.2 L'appréciation du risque.....	26
2.1.1.3.3 La gestion du risque.....	27
2.1.1.3.4 La communication relative au risque.....	27

2.1.2	Le risque acceptable.....	28
2.1.3	Les approches qualitatives et quantitatives.....	28
2.2	L'ANALYSE DE RISQUE QUALITATIVE .....	29
2.3	L'ANALYSE DE RISQUE QUANTITATIVE.....	30
<b>CHAPITRE 3 : LE SECTEUR AVICOLE ET L'AVIFAUNE AU SENEGAL.....</b>		<b>31</b>
3.1	LE SECTEUR AVICOLE.....	31
3.2	LE SECTEUR DE L'AVIFAUNE.....	36
3.2.1	Les parcs ornithologiques.....	36
3.2.2	Les flux migratoires.....	39
3.2.3	Le Dénombrement des oiseaux d'eau.....	41
3.3	LE COMITE NATIONAL DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LA GRIPPE AVIAIRE AU SENEGAL .....	44
3.3.1	Présentation générale.....	44
3.3.2	Résumé du plan national.....	44
3.3.2.1	<i>Les mesures d'urgence</i> .....	45
3.3.2.2	<i>Surveillance épidémiologique de la GA</i> .....	45
3.3.2.2.1	La surveillance chez les oiseaux sauvages et domestiques....	46
3.3.2.2.2	La surveillance chez les humains .....	46
3.3.2.3	<i>Plan d'intervention d'urgence de lutte et d'éradication de la grippe aviaire</i> .....	46
3.3.2.4	<i>Plan de communication</i> .....	48
<b>IIème PARTIE .....</b>		<b>50</b>
<b>CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES.....</b>		<b>51</b>
1.1	CADRE DE L'ETUDE.....	51
1.2	ENQUETES.....	51
1.3	METHODES.....	52
1.3.1	Méthodologie de la surveillance épidémiologique de l'influenza aviaire au Sénégal.....	52
1.3.1.1	<i>Surveillance active</i> .....	52
1.3.1.2	<i>Surveillance passive</i> .....	53
1.3.2	Méthodologie d'analyse de risque.....	53
1.3.3	Construction des modèles événementiels ou <i>Pathways</i> <i>1.3.3.1</i> Modèle événementiel d'introduction du virus H5N1 au Sénégal à travers l'importation légale des PR et des OAC.....	54 55
1.3.3.2	<i>Modèle événementiel de dissémination au Sénégal du virus H5N1</i> .....	57
1.3.4	Méthodologie d'estimation du risque d'émergence de l'influenza aviaire au Sénégal à travers les importations.....	58
1.3.4.1	<i>Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des PR infectés</i> .....	58
1.3.4.1.1	Probabilité d'infection des PR à l'origine ou pendant le transport.....	60
1.3.4.1.2	Probabilité de survie des PR à l'infection pendant le transport.....	61
1.3.4.1.3	Probabilité de contrôle au niveau du SIVF du Sénégal et de non détection de l'infection.....	61

1.3.4.2	<i>Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des OAC infectés.....</i>	62
1.3.4.2.1	Probabilité de contamination des OAC à l'origine ou pendant le transport.....	62
1.3.4.2.2	Probabilité de contrôle des OAC infectés au niveau du SIVF et de non détection de l'infection.....	63
1.3.4.3	<i>Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation illégale des volailles et produits dérivés infectés.....</i>	64
1.3.4.4	<i>Probabilité de dissémination au Sénégal du virus H5N1.....</i>	64
1.3.4.5	<i>Appréciation des conséquences liées à l'émergence de l'IAHP au Sénégal.....</i>	66
1.3.5	Méthodologie d'estimation du risque d'émergence de l'influenza aviaire à travers l'avifaune.....	67
1.3.6	Saisie et traitement des données.....	69
CHAPITRE 2	: RESULTATS.....	70
2.1	PRODUCTION AVICOLE AU SENEGAL.....	70
2.1.1	Production de poussins d'un jour.....	70
2.1.2	Production de viande de volaille .....	71
2.1.3	Production d'œufs.....	71
2.2	IMPORTATIONS AVICOLES AU SENEGAL.....	72
2.2.1	Importation légale des poussins reproducteurs et des œufs à couvrir.....	72
2.2.2	Importations illégales.....	73
2.3	AVIFAUNE AU NIVEAU DU DJOUDJ.....	74
2.4	SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DE L'INFLUENZA AVIAIRE AU SENEGAL.....	75
2.4.1	Surveillance passive.....	75
2.4.2	Surveillance active.....	77
2.4.2.1	<i>Surveillance de la faune sauvage.....</i>	77
2.4.2.2	<i>Surveillance des importations d'œufs à couvrir et de poussins reproducteurs.....</i>	79
2.4.2.3	<i>Surveillance de la faune domestique des sites sentinelles .....</i>	79
2.5	MODELES EVENEMENTIELS OU PATHWAYS.....	80
2.6	SCENARII D'EMERGENCE DE LINFLUENZA AVIAIRE AU SENEGAL PAR LA VOIE DES FLUX COMMERCIAUX.....	83
2.7	RISQUE D'EMERGENCE DE L'INFLUENZA AVIAIRE AU SENEGAL A TRAVERS LES IMPORTATIONS.....	86
2.7.1	Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des PR infectés.....	86
2.7.1.1	<i>Probabilité d'infection des PR à l'origine ou pendant le transport</i>	86
2.7.1.2	<i>Probabilité de survie des PR à l'infection pendant le transport.....</i>	88
2.7.1.3	<i>Probabilité de contrôle au niveau du SIVF du Sénégal et non détection de l'infection .....</i>	88
2.7.2	Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des OAC infectés.....	89
2.7.2.1	<i>Probabilité de contamination des OAC à l'origine ou pendant le transport.....</i>	89

2.7.2.2	<i>Probabilité de contrôle des OAC infectés au niveau du SVIF et de non détection de l'infection.....</i>	92
2.7.3	Probabilité d'introduction ou émission au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation illégale des volailles et produits dérivés infectés.....	93
2.7.4	Probabilité de dissémination au Sénégal du virus H5N1 .....	94
2.7.5	Appréciation des conséquences liées à l'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène au Sénégal .....	98
2.8	RISQUE GLOBAL D'EMERGENCE DE L'INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGENE PAR LA VOIE DES FLUX COMMERCIAUX .....	102
2.9	RISQUE D'EMERGENCE DE L'INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGENE A TRAVERS L'AVIFAUNE.....	109
<b>CHAPITRE 3 : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>		<b>112</b>
3.1	DISCUSSION.....	112
3.1.1	Cadre de l'étude.....	112
3.1.2	Méthodologie.....	112
3.1.3	Résultats.....	113
3.1.3.1	<i>Productions avicoles au Sénégal.....</i>	113
3.1.3.2	<i>Importations avicoles au Sénégal.....</i>	114
3.1.3.3	<i>Surveillance épidémiologique de l'Influenza aviaire au Sénégal.....</i>	115
3.1.3.4	<i>Risque lié à l'importation légale des PR et des OAC.....</i>	116
3.1.3.5	<i>Risque lié à l'importation illégale.....</i>	117
3.1.3.6	<i>Risque lié à l'avifaune sauvage.....</i>	117
3.1.3.7	<i>Communication relative au risque.....</i>	119
3.2	RECOMMANDATIONS.....	120
3.2.1	Aux pouvoirs publics.....	120
3.2.2	Aux importateurs et exploitants.....	121
3.2.3	Aux partenaires techniques et organisations professionnelles en aviculture.....	121
3.2.4	Aux vétérinaires sénégalais.....	122
3.2.5	Aux aviculteurs.....	122
3.2.6	Aux medias.....	123
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>		<b>124</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>		<b>126</b>

## INTRODUCTION

L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) menace l'Afrique à cause, principalement, des mouvements commerciaux de volailles domestiques qui y sont très importants mais aussi à cause de la migration d'oiseaux sauvages d'eau douce.

Le Sénégal n'est pas à l'abri de l'épizootie vue la part que jouent les importations des volailles domestiques et produits dérivés dans l'aviculture nationale, l'importance des échanges internes, l'évolution du secteur avicole informel et aussi la prééminence du Parc National des Oiseaux du Djoudj par rapport à l'effectif d'oiseaux migrateurs qui y élisent domicile pendant l'hiver nordique.

Le gouvernement du Sénégal a ainsi pris de l'avance en mettant en place un dispositif de surveillance et de contrôle pour faire face à une émergence de l'IAHP en cas de risque avéré.

Notons que seule une analyse de risque complète pourra statuer de manière objective sur le niveau réel du risque que courent nos pays et ainsi justifier voire orienter les mesures de prévention et de lutte contre l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.

L'analyse de risque en épidémiologie vétérinaire est un outil d'aide à la décision qui s'est développé depuis que l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) a établi les nouvelles règles relatives au commerce d'animaux et produits animaux lors des accords du GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*) en 1994 (TOMA et al, 2002).

Nous nous sommes proposé dans le cadre de ce travail d'analyser le risque pour que l'épizootie d'Influenza Aviaire Hautement Pathogène puisse émerger sur le territoire sénégalais à travers les importations des volailles et produits dérivés infectés et / ou la migration des oiseaux sauvages infectés.

Les objectifs spécifiques sont de :

- bien identifier le danger ;
- apprécier le risque d'introduction du virus H5N1 au Sénégal à travers les importations légales ou illégales ;
- apprécier le risque d'introduction du virus H5N1 au Sénégal à travers la migration d'oiseaux sauvages ;
- apprécier le risque de dissémination du virus sur le territoire sénégalais ;
- apprécier les conséquences éventuelles liées à l'émergence de l'épizootie ;
- faire des recommandations sur la communication et la gestion du risque aux pouvoirs publics mais aussi aux différents acteurs de la filière avicole.

Ce travail comprend deux parties :

- Une partie bibliographique composée de trois chapitres dont le premier présente les généralités sur l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène. Le deuxième chapitre traite de l'analyse de risque en épidémiologie et le troisième est consacré au secteur avicole et à l'avifaune au Sénégal.
- La seconde partie qui constitue notre travail personnel est consacrée à l'analyse du risque d'émergence de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène au Sénégal. Le premier chapitre décrit le matériel et la méthodologie utilisée, le second présente les résultats puis le troisième est consacré à la discussion et aux recommandations.

## **Ière Partie**

**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'INFLUENZA AVIAIRE,  
L'ANALYSE DE RISQUE ET  
L'AVICULTURE ET L'AVIFAUNE AU SENEGAL**

## CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR L'INFLUENZA AVIAIRE

### 1.1 DEFINITION-IMPORTANCE-REPARTITION GEOGRAPHIQUE

#### 1.1.1 Définition

L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) ou Grippe Aviaire (GA) est une maladie infectieuse, virulente, inoculable, très contagieuse, affectant les oiseaux. Elle est due au virus H5N1 de la famille des Orthomyxoviridae.

Il s'agit d'une maladie à déclaration obligatoire à l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), car classée comme Maladie Réputée Contagieuse (MRC) sous la dénomination : « *L'Influenza sous toutes ses formes et dans toutes les espèces d'oiseaux* » (OIE, 2007).

Tous les oiseaux domestiques et sauvages ainsi que des mammifères comme le porc, le chat, le cheval et l'homme peuvent être infectés (BANKS et al, 2000). Cependant l'IAHP est surtout décrite chez le poulet et la dinde.

#### 1.1.2 Importance

L'Influenza Aviaire Hautement Pathogène revêt une importance sur les plans médical, économique, hygiénique et médiatique :

- *Médical*

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).



Le Tableau I ci-après montre quelques exemples des coûts économiques liés à l'émergence de la grippe aviaire dans divers pays à travers le monde.

**Tableau I : Coûts économiques de la grippe aviaire dans divers pays du monde**

Date	Pays	Nombre de volailles mortes ou abattues (10 <sup>6</sup> )	Coût (10 <sup>6</sup> )
1983	Pennsylvanie, (Etats Unis) (H5N2)	17	63 US dollars
1997	Hong Kong (H5N1)	1,4	94 HK dollars
1999-2001	Italie (H7N1)	12	200 M€ au moins
2006	Côte d'Ivoire (H5N1)	0,002	10000 F.CFA (20 US dollars)

**Source** : OIE, 2007

- *Hygiénique*

Les souches aviaires, qui sont en général mal adaptées chez l'homme (d'où le caractère rare et sporadique de l'infection humaine), peuvent, cependant,

provoquer chez ce dernier une conjonctivite (H7N7, Hollande, 2003) et exceptionnellement des formes respiratoires graves et mortelles (H5N1, Hongkong, 1997) (KOOPMANS et al., 2004). La persistance de ces souches et leur forte plasticité génomique rendent possible l'émergence d'un virus grippal adapté à l'homme (CHEN et al., 2005) ;

Toutefois et malgré le risque de pandémie lié à la circulation de l'IAHP, jusqu'au jour du 25 octobre 2007, seuls 332 cas humains ont été avérés à travers le monde dont 204 décès (Tableau II, page 6).

**Tableau II : Effectif cumulé de cas humains de grippe aviaire (H5N1) rapportés à l'OMS (*Cumulative Number of Confirmed Human Cases of Avian Influenza A/(H5N1) Reported to WHO*) (Au jour du 25 octobre 2007)**

Country	2003		2004		2005		2006		2007		Total	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
Azerbaijan	0	0	0	0	0	0	8	5	0	0	8	5
Cambodia	0	0	0	0	4	4	2	2	1	1	7	7
China	1	1	0	0	8	5	13	8	3	2	25	16
Djibouti	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Egypt	0	0	0	0	0	0	18	10	20	5	38	15
Indonesia	0	0	0	0	20	13	55	45	35	31	110	89
Iraq	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	3	2
Lao People's Democratic Republic	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
Nigeria	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Thailand	0	0	17	12	5	2	3	3	0	0	25	17
Turkey	0	0	0	0	0	0	12	4	0	0	12	4
Viet Nam	3	3	29	20	61	19	0	0	7	4	100	46
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>46</b>	<b>32</b>	<b>98</b>	<b>43</b>	<b>115</b>	<b>79</b>	<b>69</b>	<b>46</b>	<b>332</b>	<b>204</b>

C : Cases / Cas

D : Deaths /Décès

Source : OMS, 2007

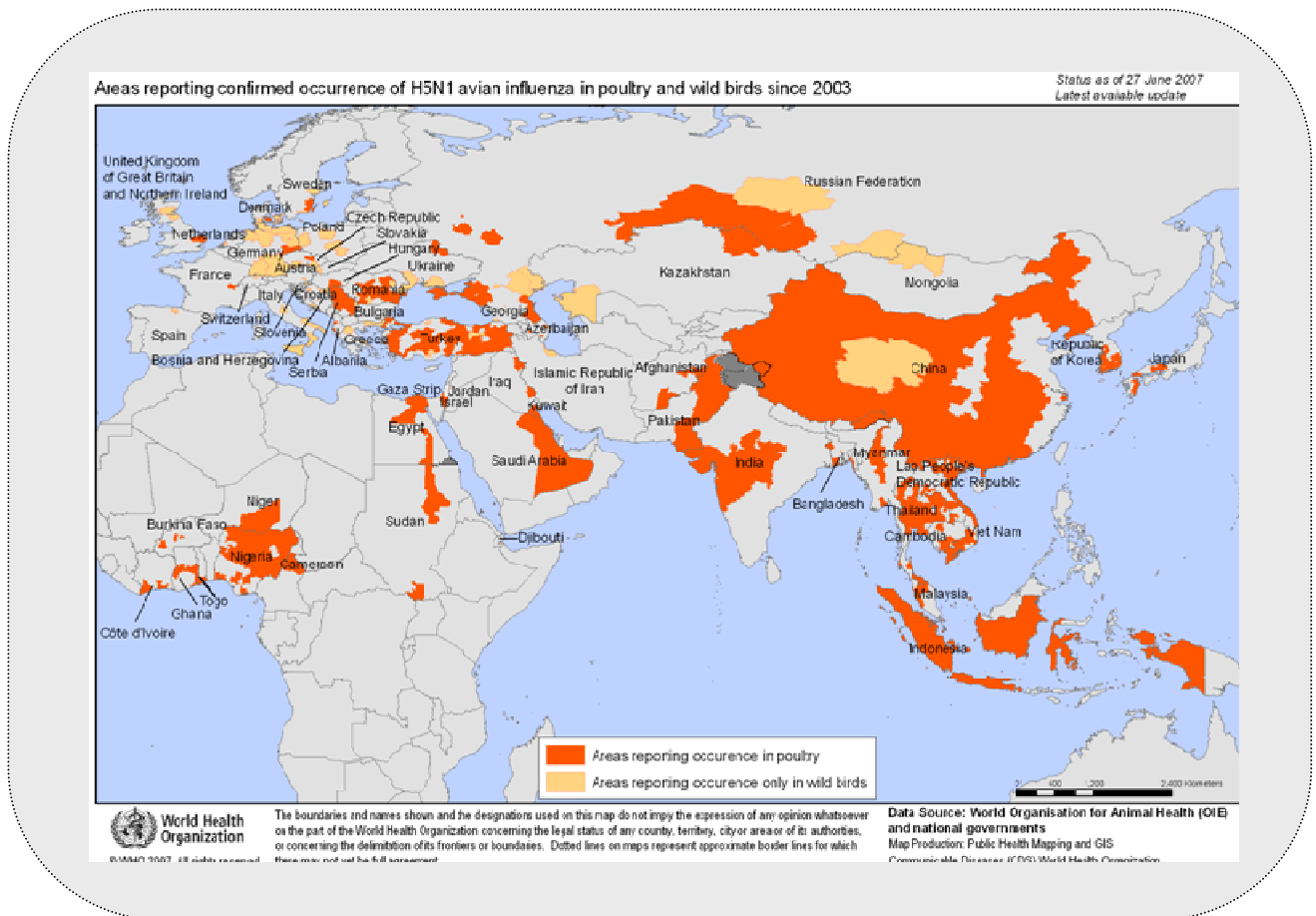
- *Médiatique*

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.

### 1.1.3 Répartition géographique

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).

Tous les pays atteints ont été déclarés et confirmés par l'OIE comme étant officiellement touchés par le virus H5N1 (Figure 1).



**Figure 1 : Carte mondiale des pays confirmés touchés par le virus H5N1 au 27 juin 2007**

**Source : OMS, 2007**

La situation demeure préoccupante en Asie avec la suspicion et l'apparition des nouveaux foyers.

Parmi les pays asiatiques infectés depuis 2003, on peut citer : la Corée du Sud (Décembre 2003), le Vietnam, le Japon, le Cambodge, Hong Kong, la Thaïlande, la Chine et la Pakistan (Janvier 2004), l'Indonésie (Février 2004)...

Sur le continent européen, des épizooties dues au virus de type A(H5N1) ont touché des élevages de volailles dans plus de douze pays dont l'Albanie, l'Allemagne, Chypre, le Danemark, la France, la Hongrie, la Roumanie, la Russie, la Serbie, la Turquie, l'Ukraine et la Suède.

Par ailleurs, des oiseaux sauvages ont été trouvés porteurs du virus de type A (H5N1) dans d'autres pays d'Europe comme l'Autriche, la Bosnie-Herzégovine, la Bulgarie, la Croatie, l'Espagne, la Grande-Bretagne, la Grèce, l'Italie, la Pologne, la Slovaquie, la Slovénie, la Suisse, la Tchéquie et la Belgique.

Dans le continent américain, des foyers aux virus influenza hautement pathogènes ont été signalés en Pennsylvanie (États-Unis d'Amérique) en 1983-84. Plus récemment, des foyers ont éclaté au Mexique.

En Afrique, actuellement, onze pays sont touchés par la forme hautement pathogène de l'Influenza Aviaire à savoir : le Nigeria, l'Égypte et le Niger (Février 2006), le Cameroun (Mars 2006), le Burkina Faso, le Soudan et la Côte d'Ivoire (Avril 2006), la Djibouti (Mai 2006), le Ghana (Avril 2007), le Togo (Juin 2007) et le Bénin (Décembre 2007).

La maladie serait apparue au Nigeria par trois introductions différentes et par la suite aurait diffusé vers les pays limitrophes à savoir le Niger (DUCATEZ et al., 2006).

Il faut préciser que le commerce des animaux et les mouvements de volailles vivantes semblent avoir joué un rôle non négligeable dans l'introduction et la diffusion de l'IAHP en Afrique (SQUARZONI et al., 2006).

Les canards et les gallinacés ont été les plus atteints et ont payé un lourd tribut suite à l'émergence de la maladie en Afrique (Figure 2, page 9).

Contrairement aux connaissances établies et aux données recueillies en Asie (OIE, 2007), les pigeons, jusqu'à présent considérés comme peu ou moins sensibles au virus que les gallinacés et les anatidés, sont impliqués dans les mortalités observées en Afrique sub-saharienne (SQUARZONI et al., 2006).

Pays	Gallinacés	Dindes	Pigeons	Canards	Pintades	Oies
Nigeria	●	●	●	●	.	.
Niger	●	.	.	●	⊙	⊙
Cameroun	⊙	.	.	●	.	.
Burkina F.	●	.	⊙	●	●	●
Soudan	●	.	.	.	.	.
C. d'Ivoire	●	.	.	●		

● Espèces atteintes  
⊙ Espèces épargnées

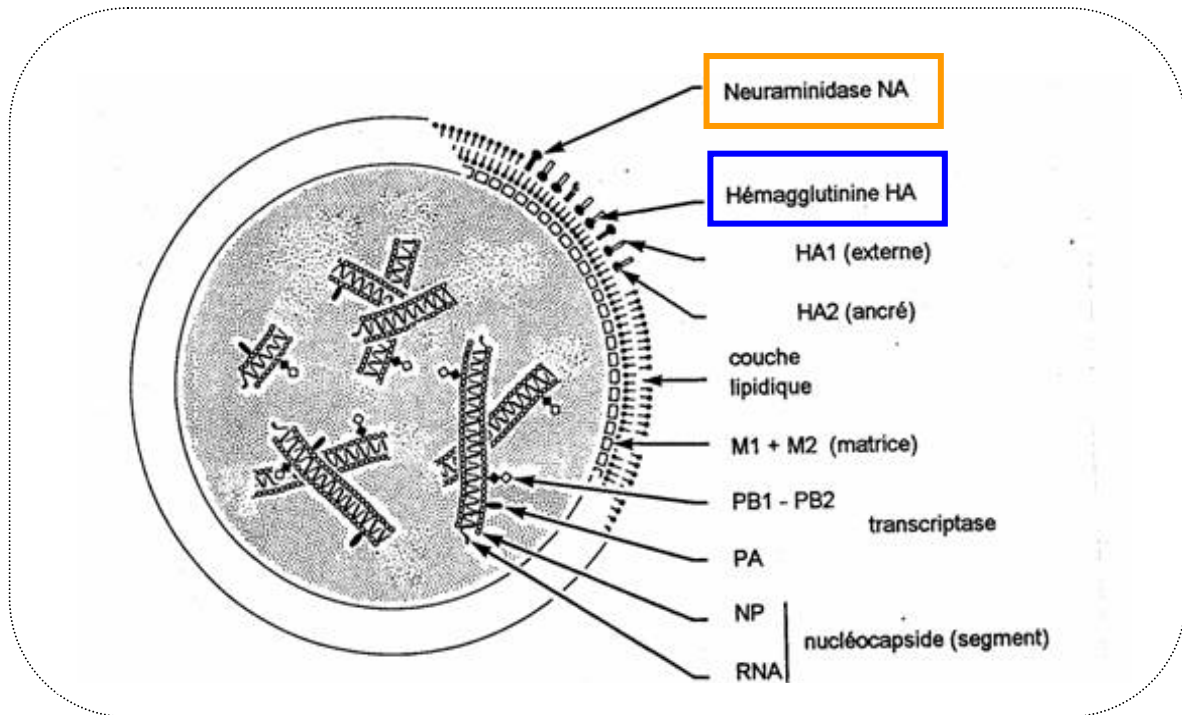
**Figure 2 : Espèces domestiques atteintes et épargnées dans les foyers**  
**Source : SQUARZONI et al., 2006**

Parmi tous les pays africains touchés par l'influenza aviaire hautement pathogène, seuls le Ghana et la Côte d'Ivoire ont soumis à l'OIE le rapport final indiquant la maîtrise des foyers de l'influenza aviaire dus au virus H5N1 dans des élevages de volailles (OIE, 2007).

## 1.2 ETIOLOGIE

### 1.2.1 Morphologie et structure des Influenzavirus

Les Influenzavirus 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 Influenzavirus types A, B et C. Les virus du type A sont d'origine aviaire. Leur capsid présente deux glycoprotéines de surface permettant de les sous-typier : l'hémagglutinine (HA ou H) dont il existe 16 sous types et la neuraminidase (NA ou N) avec 9 sous types (WEBSTER et al., 1992 ; SWAYNE et al, 2000) (figure 3, page 10).



**Figure 3 : Structure morphologique des Influenzavirus**

Source : DECOSTER, 2006

Les différents facteurs de virulence du virus sont constitués de l'hémagglutinine (HA), de la Neuraminidase (NA) et de la production de protéine non structurale (VAN et al., 2000 ; DECOSTER, 2006).

En effet, l'Hémagglutinine est une glycoprotéine située à la surface du virus et des cellules infectées. Elle 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) (PARRISH et al., 2005).

La Neuraminidase par contre est une enzyme glycoprotéique de surface de la famille des glycosylases (comme l'amylase, une enzyme digestive). Elle intervient dans le clivage de HA de certains virus en l'absence de protéase extracellulaire et dans la scission des membranes polyglucosées des cellules infectées facilitant ainsi l'infection de nouvelles cellules (KOBASA et al., 1999). La NA a une action efficace sur les cellules de muqueuses pituitaires et laryngées, l'œil, les cellules pulmonaires à membrane fine dont les pneumocytes de type II, les macrophages alvéolaires et les cellules

bronchiolaires non ciliées (localisation de prédilection de H5N1 chez l'homme, le chat et le furet).

Quant à la protéine non structurale formée dans la cellule infectée, elle intervient dans la virulence (SEO et al., 2004 ; KABORET, 2007) :

- en participant à la fabrication de nouvelles protéines de futurs virions ;
- en conférant une action antiapoptotique (anti-suicide cellulaire) ;
- en donnant au virus H5N1 la capacité d'échapper à la réponse antivirale (surtout chez l'homme).

### **1.2.2 Caractères culturels et biologiques de l'influenzavirus**

La cavité allantoïdienne de l'œuf de poule embryonné constitue un très bon milieu d'isolement. On décèle les antigènes viraux, en particulier l'hémagglutinine, dans le liquide amniotique 3 à 4 jours après l'inoculation, ce qui permet la fabrication des vaccins à virus tué ou atténué.

Les virus se multiplient, par ailleurs, sur des cultures de cellules fibroblastiques de poulet et sur des cultures primaires de rein de singe ou sur lignée continue de cellules rénales de chien : cellules MDCK (pour Madin Darby Canin Kidney) (DECOSTER, 2006).

Notons que l'IAHP peut être expérimentalement reproduite chez le chat, le furet et le porc, après inoculation par voie nasale de virus influenza de type A et de type B (HINSHAW et al., 1981).

Le virus de l'IAHP survit dans les tissus où il se reproduit et dans les excréments qui sont la première source de contamination pour l'oiseau. Il résiste 7 jours à 20°C, 35 jours à 4°C (GANIERE et al., 2005 cités par DELVALLEE, 2006), 3 mois dans une eau légèrement basique et à des températures modérées selon l'AFSSA (2006) et 105 jours dans le fumier.

### 1.2.3 Propriétés biologiques

#### 1.2.3.1 Pouvoir pathogène

##### 1.2.3.1.1 Chez l'animal

Le pouvoir pathogène varie selon les caractéristiques intrinsèques du virus et selon l'état immunitaire de l'organisme qui subit l'infection. Selon GANIERE (op. cit.), 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). Plus rarement, dans le cas des souches hautement pathogènes, on note une attaque systémique, comme dans les cas rapidement mortels de 1918 ou le cas du virus A H5N1 qui sévit en Asie depuis 2003.

Un indice ou index de pathogénicité peut aussi être déterminé expérimentalement pour le poulet (IPIV : Index de pathogénicité intraveineuse); Les souches HP ont généralement un index supérieur à 1,2 ; 0 correspondant au moins pathogène et 3 au plus pathogène.

L'hémagglutinine virale semble être le 1<sup>er</sup> déterminant de la virulence des souches. Une séquence multibasique au niveau du site de clivage de l'hémagglutinine caractériserait les souches hautement pathogènes et très contagieuses. Cette propriété est fréquente chez les sous-types aviaires H5 et H7. Cependant, des souches faiblement pathogènes peuvent parfois, à la suite des mutations affectant l'hémagglutinine (accumulation d'acides aminés basiques), devenir hautement pathogènes (PUTHAVATHANA et al., 2005 ; DELVALLEE, 2006).

##### 1.2.3.1.2 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). Ceci explique la forte contagiosité de cette grippe et, à l'opposé, la faible transmission



interhumaine actuelle du H5N1 dont les cibles sont situées dans le fond des poumons (VAN RIEL et al., 2006).

Une étude concluait en début 2006 que les récepteurs humains du H5N1 (pour des variants identifiés de 2003 à 2005) sont plutôt distribués dans les alvéoles pulmonaires, c'est-à-dire dans la partie la plus profonde des poumons.

On craint cependant une mutation permettant au virus H5N1 d'infecter la partie supérieure du système respiratoire chez l'homme.

Notons que certains virus grippaux hautement pathogènes (dont le H5N1) ont par ailleurs une capacité inhabituelle à infecter rapidement d'autres organes que les poumons chez l'Homme ou chez d'autres mammifères (UIPRASERTKUL et al., 2005 ; NUEMANN et al., 2006).

### **1.2.3.2 Pouvoir antigénique et immunogène**

Deux types de modification apparaissant dans la séquence des glycoprotéines d'enveloppe (HA et NA) peuvent provoquer un changement de leur spécificité antigénique (VAN et al, 2000). Il s'agit, tout d'abords 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 (Figure 4, page 14).

Le glissement antigénique concerne aussi bien les virus du type A que du type B alors que le réassortiment antigénique ne concerne que les virus du type A.

Le pouvoir immunogène des virus grippaux est spécifique aux sous-types ; ce qui est à l'origine de l'absence de protection croisée entre sous-types (GANIERE et al., op.cit.).

Les études menées ont montré que le virus H5N1 est moyennement immunogène, il faudra donc de fortes doses d'antigènes pour initier une réponse immunitaire (production d'anticorps) (GOUBAU, 2006).

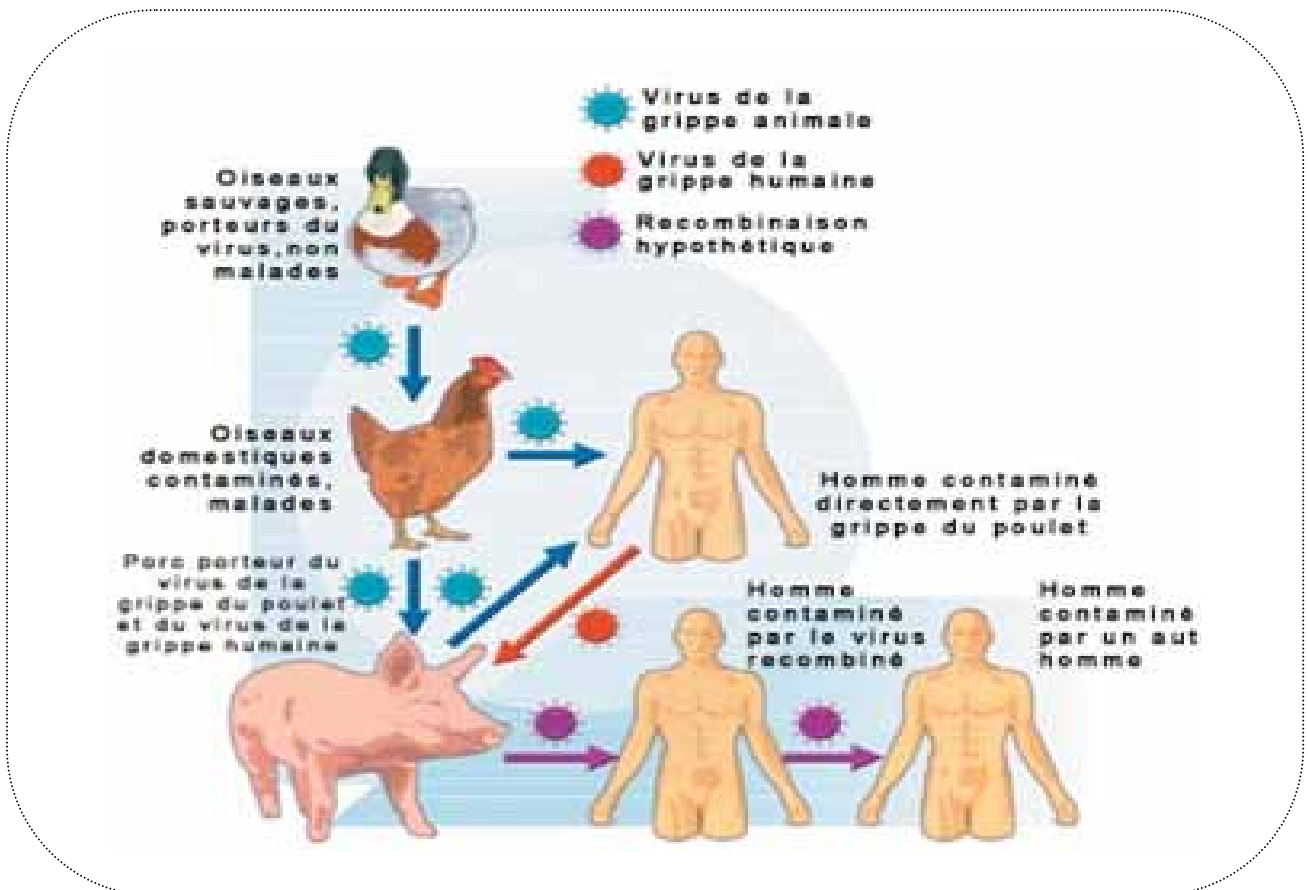


Figure 4: Rôle du porc dans le réassortiment du virus Influenza  
Source : DECOSTER, 2006

### 1.3 ETUDE CLINIQUE

#### 1.3.1 Signes cliniques

L'incubation est parfois très brève (24/48 h) mais peut atteindre une semaine (OIE, 2007).

A la suite de cette incubation la maladie se manifeste par des signes ressemblant à ceux de la maladie de Newcastle (*ND=Newcastle Disease*) et est marquée par un polymorphisme clinique et évolutif.

L'OMS et la FAO avaient déjà confirmé en décembre 2005 que certains virus H5N1 se trouvaient dans toutes les parties d'un oiseau infecté, y compris les muscles et le cerveau. On dit que l'attaque est systémique.

Dans les formes suraiguës qui évoluent vers la mort en 24 à 48 h dans 90% des cas, on observe une atteinte de l'état général avec des oiseaux « en boule », prostrés, anorexiques puis des signes locaux :

- Respiratoires avec une dyspnée et des râles humides ;
- Digestifs avec une diarrhée blanchâtre, parfois hémorragique ;
- Cutanés marqués par des œdèmes de la crête et des barbillons qui peuvent être aussi congestionnés ou parfois hémorragiques et des suffusions hémorragiques au niveau des pattes (Figure 5, page 16) (CAPUA et al., 2001 ; BRUGERE-PICOUX et al., 2007) ;
- Nerveux avec une incoordination motrice, parfois paralysie des ailes et des pattes, des torticolis (Figure 5, op.cit.)...

Des signes locaux peuvent être isolés ou diversement associés sur un même ou sur plusieurs sujets.

Dans les formes subaiguës, en dehors de l'atteinte de l'état général, on signale aussi des signes respiratoires avec dyspnée, toux, gonflement des sinus infra-orbitaires et une chute du taux de ponte.

Les formes asymptomatiques sont fréquentes avec chute de ponte.



**Œdème de la crête et des barbillons**



**Suffusions hémorragiques  
Sur les pattes**



**Paralysie des pattes**

**Figure 5: Signes cliniques externes**

**Source : CAPUA et al., 2001**

Chez l'Homme, la GA se manifeste cliniquement par les signes du « Grand enfant et de l'adolescent » (De JONG et al., 2005 ; DIOP, 2007).

En effet, après une incubation de 2-3 jours (maximum 10 jours), l'individu contaminé présente une atteinte de l'état général : une fièvre ( $> 38^{\circ}\text{C}$ ) associée à une céphalée, de l'asthénie, des myalgies et des courbatures.

Puis suivent des signes digestifs avec des douleurs abdominales, diarrhées et vomissements.

A partir du 5<sup>ème</sup> jour, l'état du malade se dégrade d'avantage avec aggravation des signes : une forte fièvre ( $> 41^{\circ}\text{C}$ ), une toux, des difficultés respiratoires (FR  $> 30$  cycles/min.) et une expectoration parfois sanguinolente.

On note chez le malade une détresse respiratoire et un craquement à l'inspiration. Ces signes peuvent évoluer vers la mort.

### 1.3.2 Lésions

Les lésions provoquées par l'IAHP sont identiques à celles observées dans la maladie de Newcastle (ND). Ce sont essentiellement des lésions hémorragiques dans les formes suraiguës et aiguës et qui siègent sur la muqueuse digestive allant du pharynx au rectum. Il faut y ajouter des lésions (hémorragiques) de trachéite, de pancréatite, d'ovarite et des lésions respiratoires (inflammation du sinus infra-orbitaire) (CAPUA et al., 2001 ; BRUGERE-PICOUX et al., 2007) (Figure 6).



Trachéite hémorragique



Intestin hémorragique

**Figure 6 : Lésions à l'autopsie**

Source : CAPUA et al., 2001

## 1.4 EPIDEMIOLOGIE DE L'INFLUENZA AVIAIRE

### 1.4.1 Sources du virus

La principale source d'infection est la population aviaire, tant domestique que sauvage. Les anatidés migrateurs (canard pilet ou souchet...) étant des infectés inapparents, hébergent des souches de virus pathogènes pour les poulets. Ils constituent des vastes réservoirs de virus (les malades et surtout les porteurs asymptomatiques). Dans les formes cliniques graves (septicémie), tous les tissus, toutes les excréments (fientes, sécrétions respiratoires), les œufs et les plumes sont virulents (DELVALLEE, 2006).

### 1.4.2 Mode de transmission

La transmission est surtout directe par contact 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.

La transmission verticale quoique rarissime a été mise en évidence au cours d'une épizootie de grippe aviaire en Pennsylvanie (CAPPUCI et al., 1985). Très récemment, un virus A (H5N1) proche antigénétiquement du virus de Hong Kong de 1997 a été isolé dans des œufs de canards et d'oies sauvages (LI et al., 2006).

Des études anciennes révélaient déjà que les œufs pondus « in extremis » ou présents dans l'oviducte des oiseaux malades sont contaminés intérieurement et extérieurement par le virus de l'IA (MOSES et al., 1948 cités par AUGUSTIN et al., 2007). Ces œufs montrent des altérations discrètes: fluidification de l'albumen, vitellus marbré et partiellement décoloré. La détection des œufs contaminés est possible avec les techniques usuelles de contrôle de la qualité des œufs comme le mirage.

### **1.4.3 Voies de contamination**

Les voies de pénétration du virus sont essentiellement digestives et respiratoires. Les oiseaux d'eau douce et de mer cliniquement sains peuvent introduire le virus dans les élevages.

Les œufs contaminés cassés peuvent infecter les poussins dans les couveuses

### **1.4.4 Sensibilité et réceptivité**

La sensibilité et la réceptivité sont très influencées par l'espèce. Les anatidés (canards pilet ou souchet...) migrateurs, souvent infectés inapparents, hébergent des souches de virus pathogènes pour les poulets. Ces oiseaux sauvages constituent des hôtes naturels pour tous les sous-types connus du virus A de la grippe (DELVALLEE, 2006 ; CAMPITELLI et al., 2004).

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 al., 2006).

### **1.4.5 Mode d'expression**

L'IAHP est présente partout dans le monde sous la forme d'épizooties graves. Le plus souvent, elle est répartie en foyers isolés entretenues par des souches peu pathogènes, notamment chez le canard.

L'expression de cette maladie peut néanmoins être épizootique, très meurtrière, dans une zone à forte densité de volaille et quand il s'agit de souches de virus très pathogènes (types H5, H7 par exemple) (OIE, 2007).

Une trentaine de cas groupés humains ont été décrits depuis le début de l'épidémie en Azerbaïdjan, au Cambodge, en Chine, en Egypte, en Indonésie, en Irak, en Thaïlande, en Turquie et au Vietnam (UNGCHUSAK et al., 2005). Pour une dizaine d'entre eux, une transmission interhumaine a été fortement suspectée. Toutefois, cette possible transmission interhumaine est restée limitée.

## 1.5 DIAGNOSTIC

### 1.5.1 Diagnostic sur le terrain

Le diagnostic de la GA 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 la GA repose sur les éléments épidémiologiques, cliniques et lésionnels que l'on observe également dans la ND.

La suspicion de la GA 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.

La GA peut aussi prêter à confusion avec certaines pathologies aviaires comme la forme aiguë du choléra aviaire, la ND à souches vélogènes et les pathologies respiratoires, notamment la laryngotrachéite infectieuse. La différence se situe au niveau de la mortalité qui est très rapide et qui peut atteindre 100% des effectifs sans symptômes préalables (AKAKPO, 2006 ; BRUGERE-PICOUX et al., 2007).

Les investigations sur le terrain aboutissent à une suspicion de « grippe aviaire » au sens large du terme mais seul le recours aux examens de laboratoire permet de confirmer la suspicion.

### 1.5.2 Diagnostic de laboratoire

#### 1.5.2.1 *Diagnostic virologique direct*

L'isolement et l'identification du virus se fait à partir de prélèvements à savoir : écouvillonnages trachéaux, cloacaux, fèces venant d'oiseaux vivants et/ou d'organes provenant de cadavres.

On inocule les œufs embryonnés de poule de 9 à 11 jours, puis on procède à l'hémagglutination à partir du liquide allantoïdien. Puis une inhibition de



l'hémagglutination en présence d'antisérum spécifique permet de déterminer les sous-types (AKAKPO, 2006 ; OIE, 2007).

La RT-PCR est utilisée, avec une amorce spécifique de la nucléoprotéine, pour la détermination du type A (possible aussi avec ELISA capture d'antigène en présence d'un monoclonal) ou avec une amorce spécifique d'hémagglutinine, pour la détermination des sous-types H5 et H7 (VAN DEN BERG, 2007).

L'évaluation de la virulence de la souche se fait par la détermination de l'indice de pathogénicité par voie intraveineuse (IPIV) chez les poules de 4 à 8 semaines et cela n'est possible que dans des laboratoires spécialisés.

### ***1.5.2.2 Diagnostic virologique indirect ou sérologique***

Les méthodes de diagnostic virologiques se font sur un couple de sérums précoce et tardif. Ces méthodes doivent tenir compte de la pluralité antigénique des virus des grippes 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 ou GA doit se faire dans des laboratoires spécialisés ou de criblage (IDG, IHA, RT-PCR « M »). La confirmation se fait pour l'instant dans des laboratoires de référence de la FAO et de l'OIE. Ces laboratoires procèdent à la caractérisation du liquide allantoïdien, l'identification du sous-type, de même que la caractérisation du pouvoir pathogène par la détermination de l'IPIV ou par l'analyse moléculaire du site de clivage de l'HA (AKAKPO, 2006 ; OIE, 2007).

### **1.5.3 Lutte**

Il n'y a pas de traitement efficace contre la grippe aviaire.

La prophylaxie médicale est d'application difficile et est 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 (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. Cette opération, très coûteuse, obligerait de s'assurer au préalable, par la sérologie, qu'aucun virus sauvage ne circule dans les élevages vaccinés. Une surveillance rigoureuse des élevages doit être maintenue pour détecter au plus tôt un foyer d'influenza aviaire.

Parmi les mesures préconisées figure l'insertion d'oiseaux "sentinelles" dans les élevages. Il s'agit des animaux non vaccinés alerterons les responsables en cas de diffusion de l'infection.

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 des difficultés liées à l'importance du réservoir sauvage et au contrôle des oiseaux migrateurs.

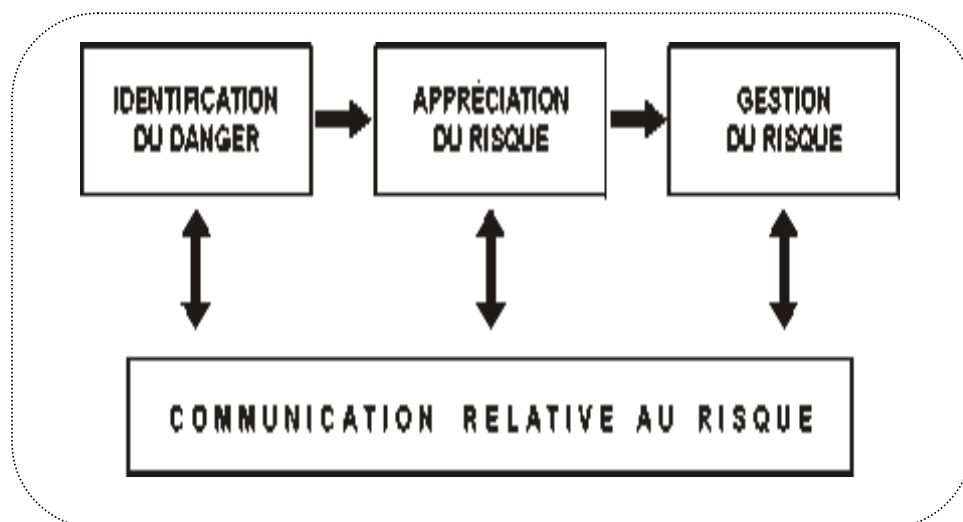
En somme, l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène est une menace réelle qui plane sur la plupart de nos pays et nous estimons que la stratégie de prévention et de lutte efficace doit passer par la connaissance du niveau réel de risque que courent nos pays. Le chapitre suivant présentera les principes de bases pour une analyse de risque en épidémiologie animale.

## CHAPITRE 2 : L'ANALYSE DE RISQUE EN EPIDEMIOLOGIE ANIMALE

### 2.1 GENERALITES SUR L'ANALYSE DE RISQUE

De nombreuses définitions ont été données à l'analyse de risque (*risk analysis* en anglais). Nous retiendrons celle de AHL et al. (1993) reprise par CERF et al. (1996). L'analyse de risque est définie comme « une démarche scientifique faite dans le but d'identifier les dangers connus ou potentiels, d'en apprécier les risques, de les gérer et de communiquer à leur propos ». Cette définition possède le mérite de présenter clairement les quatre composantes de l'analyse de risque ; après l'identification du danger, le risque est apprécié, puis il convient de gérer ce risque, tout en communiquant à son propos (figure 7).

L'analyse de risque est un outil de choix d'aide à la décision en épidémiologie (TOMA et al, 2002).



**Figure 7 : Composantes de l'analyse de risque**

Source : OIE, 2005

## 2.1.1 Définitions des principaux concepts

### 2.1.1.1 Le Danger

Le mot danger (*hazard* en anglais) fréquemment utilisé dans le langage courant, prend, dans le contexte d'analyse de risque, une signification particulière. Il correspond à une notion *qualitative*.

Un danger est alors représenté par des agents biologiques comme des virus (exemple : le virus de la fièvre aphteuse), des bactéries (exemple : *Trichinella spiralis*), des substances chimiques (exemple : anabolisants) ou des particules (exemple : radionucléides) pouvant avoir un effet néfaste pour la santé (TOMA et al, 2002). Pour d'autres, le danger correspond à la maladie elle-même (la fièvre aphteuse, la salmonellose, la trichinellose, etc.).

Dans le cadre de notre travail, le danger est représenté par le virus H5N1 hautement pathogène à l'origine de l'épizootie de l'Influenza Aviaire.

### 2.1.1.3 Le Risque

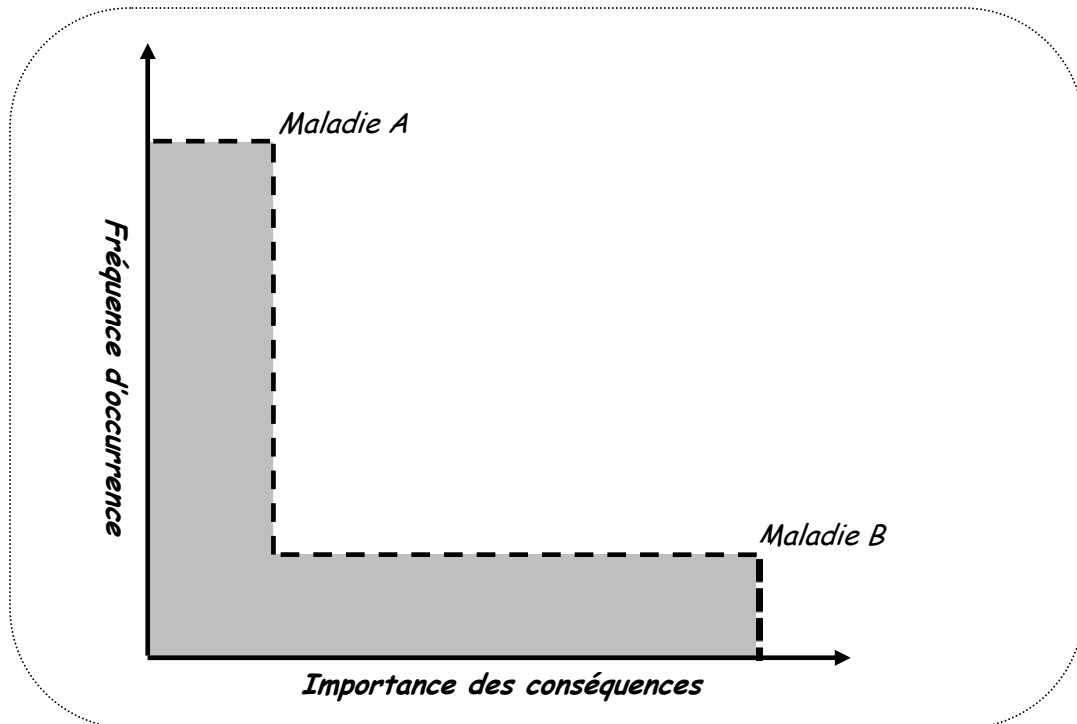
Le risque (*risk* en anglais) est quant à lui une notion quantitative.

Le risque se définit comme étant la « probabilité de la survenue d'un danger, combinée à l'importance de ses conséquences indésirables ».

Dans la notion du risque existent donc deux composantes (figure 8, page 25) :

- d'une part, la fréquence d'occurrence du danger (d'où découle la probabilité de survenue) ;
- d'autre part, l'importance des conséquences du danger (c'est-à-dire la gravité).

Selon les dangers, la fréquence peut être faible, moyenne ou élevée ; il en est de même pour les conséquences, en termes de morbidité, de mortalité et de pertes économiques (TOMA et al, 2002).



**Figure 8 :** Schéma illustrant les deux composantes du risque (fréquence et conséquences) pour les maladies A et B

Source : TOMA, 2002

L'appréciation des conséquences étant souvent délicate à réaliser, cette partie est fréquemment laissée de côté dans les démarches entreprises. Par ailleurs, la manifestation du danger nécessite, d'une part, la présence de l'agent pathogène et d'autre part, celle d'organismes réceptifs. Ainsi, le risque résultant de l'introduction du virus de la peste porcine par exemple dans un pays dépourvu de porc serait nul (TOMA et al., 2001).

### ***2.1.1.3 Les composantes de l'analyse de risque***

Les quatre composantes de l'analyse de risque sont représentées sur la figure 7 (page 23).

#### **2.1.1.3.1 L'identification du danger**

Un certain nombre de dangers sont aujourd'hui bien connus, tant dans le domaine alimentaire que dans celui de la santé animale (les toxi-infections alimentaires collectives dues à des salmonelles ou à des staphylocoques, la listériose, le syndrome hémolytique et urémique lié à E. coli vérotoxino-gènes,

les maladies carcinogènes dues à l'ingestion de résidus chimiques comme les pesticides ou les aflatoxines, les épizooties de fièvre aphteuse ou de peste porcine provoquées par la réintroduction de virus dans des régions indemnes, etc.). D'autres le sont moins. C'est ainsi, par exemple, que l'on connaît mal aujourd'hui les dangers potentiels liés à l'ingestion d'organismes génétiquement modifiés (TOMA et al, 2002).

A chaque type de danger correspond une analyse de risque. Ainsi, une marchandise donnée peut conduire à autant d'analyses de risque qu'elle peut comporter de dangers.

La démarche peut être arrêtée à ce stade si l'identification des dangers ne permet d'associer aucun danger potentiel à l'action envisagée.

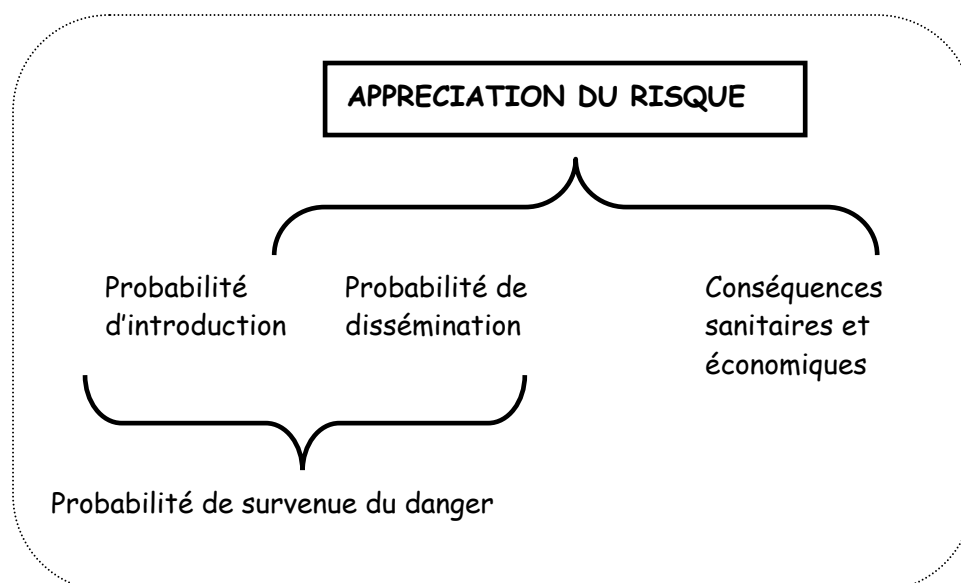
#### 2.1.1.3.2 L'appréciation du risque

Pour pouvoir apprécier ou estimer le risque, il est nécessaire de disposer de plusieurs informations dont la synthèse aboutit au risque estimé.

La combinaison de la probabilité d'introduction ou d'émission et de la probabilité de dissémination ou d'exposition aboutit à la probabilité de survenue ou émergence du danger (Figure 9, page 27).

La combinaison de la probabilité d'émergence du danger avec les conséquences sanitaires et économiques correspond au niveau estimé du risque (POUILLOT et al., 2002 ; TOMA et al., 2002).

Le risque est généralement estimé en termes qualitatifs. Cette estimation inclut la probabilité de voir un événement indésirable se produire et l'ampleur des dommages qu'il occasionnera (MURAY, 2002).



**Figure 9: Les composantes de l'appréciation du risque**

Source : TOMA, 2002

#### 2.1.1.3.4 La gestion du risque

La gestion du risque est un « processus d'identification, de sélection et de mise en œuvre de mesures permettant de réduire le risque » (OIE, 2005).

La gestion du risque se décompose en trois étapes qui sont :

- *la définition des options de réduction du risque* qui consiste à établir la liste de toutes les méthodes permettant de contrôler le risque.
- *l'estimation du risque réduit* qui consiste à déterminer la probabilité de survenue du danger et de ses conséquences, une fois les options de réduction du risque mise en œuvre.
- *l'évaluation du risque réduit* qui consiste, en principe, à comparer le risque réduit, grâce aux mesures mises en œuvre, avec le risque initial et surtout avec le risque acceptable.

La gestion du risque est une étape dévolue aux décideurs. A l'issue de cette démarche, ces derniers ont à leur disposition les informations nécessaires pour prendre une décision éclairée.

#### 2.1.1.3.5 La communication relative au risque

La communication relative au risque correspond à un « échange d'informations et d'opinions concernant le risque, entre les responsables de l'estimation du

risque, les responsables de la gestion du risque et les autres parties intéressées telles que les milieux professionnels et le public » (TOMA et al, 2002).

Contrairement à une opinion parfois admise, la communication relative au risque n'est pas une opération finale, à sens unique, vers les décideurs, les milieux professionnels et le public. Il s'agit d'un échange entre les différentes parties impliquées dans l'analyse de risque, et cela tout au long de la démarche (figure 7, page 23).

### **2.1.2 Le risque acceptable**

La notion de risque acceptable implique d'une manière claire le rejet du risque nul et, donc, l'acceptation implicite d'un certain risque que les mesures de gestion maintiennent à un niveau bas.

Le risque acceptable correspond à un « niveau de risque jugé compatible avec la santé, compte tenu d'un ensemble de données épidémiologiques, sociales et économiques ». (TOMA et al., 2002).

Par rapport aux importations, théoriquement, la détermination du niveau de risque acceptable devrait être fondée essentiellement sur le rapport avantages / risques. Le risque acceptable pourrait être d'autant plus élevé que les avantages de l'importation le seraient et que le rapport avantages / risques le serait.

Compte tenu des habitudes dans ce domaine, il est possible d'exprimer le niveau du risque acceptable en termes de probabilité d'introduction de l'agent pathogène (et non pas en pertes économiques). La détermination du niveau de probabilité d'introduction acceptable devrait prendre en compte deux types de facteurs : d'une part, des facteurs conditionnant la gravité économique et / ou médicale de la maladie et d'autre part, la situation épidémiologique de la maladie dans le pays importateur.

### **2.1.3 Les approches qualitatives et quantitatives**

La méthodologie générale d'une analyse qualitative ou d'une analyse quantitative est semblable. Les mêmes types d'informations sont nécessaires.



Simplement, dans une analyse qualitative, on se contente d'informations pas toujours précises, non chiffrées. Or, dans une analyse quantitative, on essaie d'obtenir des informations chiffrées, même si elles sont approximatives ou dépendent parfois de dire d'experts.

## 2.2 L'ANALYSE QUALITATIVE DU RISQUE

L'appréciation qualitative du risque n'inclut pas la quantification des paramètres, mais utilise des échelles descriptives qui qualifient le niveau de chaque paramètre.

Dans l'analyse qualitative, les évaluations retenues sont au nombre de cinq (ZEPEDA, 1998 ; TOMA et al., 2002) :

- **nulle** : la survenue de l'événement n'est pas possible ;
- **négligeable** : la survenue de l'événement ne serait possible que dans des circonstances exceptionnelles ;
- **faible** : la survenue de l'événement est peu élevée, mais possible dans certaines circonstances ;
- **modérée** : la survenue de l'événement est nettement possible ;
- **élevée** : la fréquence de probabilité de survenue de l'événement est grande et constitue donc une possibilité nette ;
- **très élevée** : la survenue de l'événement est certaine.

L'appréciation qualitative est utilisée comme évaluation initiale pour identifier les situations exigeant un examen plus détaillé, et surtout lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'informations disponibles pour les paramètres devant être quantifiés.

L'analyse qualitative du risque a pour avantage d'être sans nul doute beaucoup plus simple que la méthode quantitative et donc accessible à un grand nombre de personnes. Néanmoins, la fragilité de cette démarche réside dans la part de subjectivité importante qu'elle comporte.

### 2.3 L'ANALYSE QUANTITATIVE DU RISQUE

L'analyse quantitative du risque nécessite quant à elle une approche numérique. C'est-à-dire une quantification de chacun des paramètres nécessaires à l'appréciation du risque.

L'objectif est de parvenir à une estimation quantifiée du risque global qui sera ensuite comparé avec le risque jugé acceptable (VOSE, 2000 ; TOMA et al., 2002).

Si le risque estimé est inférieur au risque jugé acceptable, l'analyse de risque peut être arrêtée à ce stade là.

Si le risque estimé est supérieur au risque jugé acceptable, le décideur choisit soit d'arrêter l'analyse de risque et de fournir une réponse négative, soit de passer à la gestion du risque.

Il s'agit d'une méthode plus précise et moins subjective, mais également beaucoup plus complexe, qui nécessite la connaissance détaillée de tous les paramètres nécessaires à l'évaluation. Elle est donc réservée à un nombre de situations forcément plus réduit.

Les deux démarches proposent une étude détaillée et structurée de tous les paramètres devant être pris en compte dans la décision. C'est cette méthode organisée d'analyse de tous les paramètres nécessaires pour la décision qui constitue véritablement un outil utile aux décideurs, probablement plus que les résultats proprement dits de chacune des méthodes.

Il a été établi que le risque d'émergence de l'Influenza Aviaire Hautement pathogène dans un pays repose sur le système de production avicole, les échanges commerciaux des volailles et produits avicoles mais aussi l'avifaune sauvage qui constitue le réservoir naturel du virus (OIE, 2007). Le chapitre suivant présente le secteur avicole et l'avifaune qui sont deux entités qui mettent le Sénégal sur la liste des pays à risque pour l'émergence éventuelle de l'épizootie.

## CHAPITRE 3 : LE SECTEUR AVICOLE ET L'AVIFAUNE AU SENEGAL

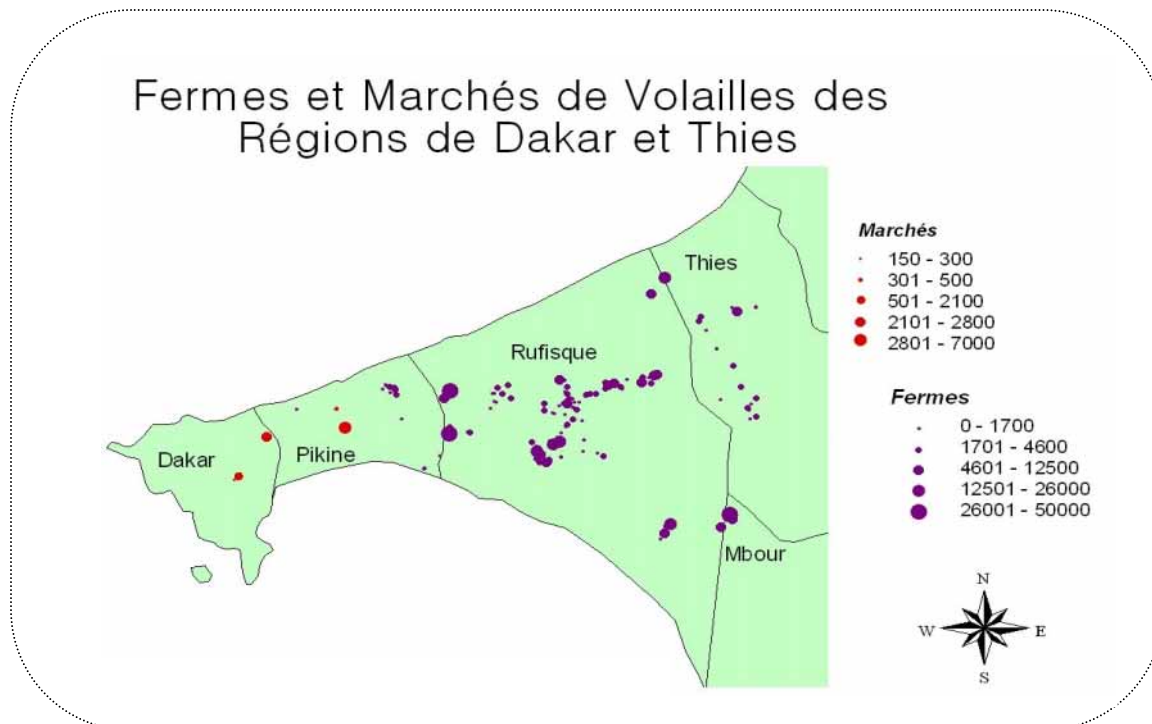
### 3.1 LE SECTEUR AVICOLE

L'aviculture à travers le monde s'est développée dans le but de fournir à la population humaine des produits de haute valeur nutritive et bon marché (THAPON et al., 1994).

L'élevage des espèces à cycle court, comme les volailles (poulets, canards, pigeons, pintades, dindons), représente ainsi une des alternatives pour nourrir la population sénégalaise à croissance rapide (GUEYE et al., 1997).

Au Sénégal, comme dans presque tous les pays en voie de développement, la filière avicole est subdivisée en deux types de production distincts (GUEYE et al., 1997). Il y a, tout d'abord, l'aviculture familiale ou traditionnelle qui est surtout pratiquée en milieu rural ou villageois mais également dans les zones périurbaines et urbaines. Elle exploite surtout les races locales rustiques et adaptées aux conditions, difficiles (climatiques, techniques et environnementales,...) (DOUMBIA, 2002). Secondairement, on a l'aviculture moderne ou semi-industrielle qui est, quant à elle, localisée surtout dans et aux alentours des grandes villes comme Dakar et Thiès qui regroupent des établissements possédant des effectifs importants de volaille (figure 10, page 32).

D'après les statistiques du CNA, les effectifs ont été estimés à 21.526.900 têtes pour l'aviculture familiale et 6.134.900 pour l'aviculture moderne, soient respectivement 78% et 22% du cheptel avicole national. Cela dénote l'apport important de l'aviculture familiale dans la production avicole au Sénégal (SENEGAL, CNA, 2006).



**Figure 10 : Fermes et marchés de volailles des régions de Dakar et Thiès**  
**Source : SENEGAL, CNA, 2006**

Fondamentalement ces deux types de production peuvent se caractériser en quatre systèmes d'élevage au Sénégal et selon GUEYE (op. cit.), ces quatre systèmes sont définis comme suit :

- système d'élevage en plein air ou basse-cour non améliorée (*free-range system* ou *unimproved backyard system*, en anglais) avec les volailles qui sont en divagation, sans distribution régulière d'eau ou d'aliment et avec de rares ou médiocres abris nocturnes (Figure 11, page 33).



**Figure 11 : Elevage en plein air**

**Source:** GUEYE A., 2003

- Système d'élevage en basse-cour améliorée (*'improved backyard system'*) dans lequel on a une distribution régulière d'eau, une alimentation complémentaire, un abri amélioré, des soins pour les poussins dans les premières semaines d'âge. La vaccination contre la maladie de Newcastle et les autres pathologies aviaires (p.ex. variole, choléra, maladie de Gumboro, coccidioses) est effectuée si nécessaire ainsi que le traitement contre les parasites.
- Système d'élevage semi-intensif (*'semi-intensive system'*) qui est comme le précédent, mais avec, par contre, l'utilisation de races génétiquement améliorées et de rations équilibrées.
- Système d'élevage intensif à petite ou grande échelle (*'small or big scale intensive system'*) qui est comme le système semi-intensif mais avec d'autres améliorations dans les conditions générales d'élevage.

Ces quatre systèmes peuvent être rencontrés en aviculture familiale, sauf le système intensif. Dans les très rares cas où le système intensif est pratiqué en aviculture familiale, l'option à petite échelle est adoptée (5 à 15 sujets) (KOE, 2001).

Il ne fait aucun doute que l'adoption d'un ou de plusieurs système(s) de production est largement déterminée par la disponibilité des ressources et des intrants (p.ex. volailles génétiquement améliorées, provendes, vaccins, produits vétérinaires, logement, équipements et temps/attention). Ainsi, le plus grand nombre d'aviculteurs adoptent les systèmes d'élevage suivants : plein air, basse-cour améliorée, et semi-intensif, dans l'ordre décroissant.

Dans l'aviculture familiale, La prophylaxie sanitaire est, dans la plupart des cas, absente. Les contraintes d'ordre sanitaire sont essentiellement dues aux mauvaises conditions d'élevage des volailles mais aussi au fait que les aviculteurs familiaux sont généralement dotés de peu de ressources financières.

En effet, ces mauvaises conditions d'élevage fragilisent les volailles et les rendent sensibles aux pathologies. Par conséquent, les pertes dues aux maladies infectieuses constituent la principale contrainte à l'essor de l'aviculture familiale (MUSABIMANA, 2005).

La persistance de ces pathologies en milieu villageois est la conséquence du mélange permanent d'animaux d'espèces et d'âges différents. Cette pratique favorise la transmission des maladies interspécifiques. Ainsi, le canard peu sensible à la maladie de Newcastle constitue le réservoir sain, dangereux pour les poules qui elles-mêmes constituent le réservoir des parasites de la trichomonose responsable de mortalités chez les canards et les dindons. Ce sont les jeunes animaux, plus sensibles, qui sont affectés (MAHAMAT, 2002).

Le conséquence liée aux conditions d'élevage précaires et aléatoires en aviculture familiale est la présence de maladies telles que: la pseudo peste aviaire, le choléra aviaire, la maladie de Gumboro, la coccidiose et les maladies parasitaires (BOYE, 1990 cité par MAHAMAT, *op.cit.*). Cependant, selon COURTECUISSÉ et al. (1990) cités par MUSABIMANA (*op. cit.*), la pseudo peste aviaire ou maladie de Newcastle demeure la principale cause de mortalité en aviculture familiale. La prophylaxie est presque inexistante et se résume en l'administration de quelques préparations issues de la

pharmacopée traditionnelle. Ceci explique la vulnérabilité des oiseaux aux épizooties (BANKOLE, 2000).

L'aviculture moderne (Figure 12) utilise les poussins d'un jour provenant des multiplicateurs de souches sélectionnées. Les volailles sont nourries avec des aliments complets ou des aliments supplémentaires produits par des industries spécialisées. De plus, cette aviculture applique scrupuleusement les mesures de lutte contre les principales maladies avicoles (prophylaxie, traitements) et utilise des équipements modernes et des techniques perfectionnées (DIOP, 1982).



**Figure 12 : Elevage moderne**

**Source:** GUEYE A., 2003

En fonction des objectifs, l'aviculture moderne connaît au Sénégal trois types de spéculation qui sont :

- La spéculation «chair» qui consiste à n'élever que des poulets de chair ;
- La spéculation «ponte» qui consiste à n'élever que des poules pondeuses ;
- La spéculation «mixte» un élevage qui est l'association de deux spéculations précédentes (HABYARIMANA, 1998).

Actuellement, à ces trois spéculations s'est ajouté l'élevage des reproducteurs bien qu'il soit encore au stade embryonnaire. Ce quatrième

type de spéculation est conduit par les sociétés telles que la SEDIMA, le Complexe Avicole de Mbao (CAM), la PRODAF et la SEEMAAP.

Les contraintes sanitaires en aviculture moderne sont constituées par :

- Les facteurs chimiques d'origine soit exogène provenant des usines ou des véhicules (pollution...), soit endogène provenant des animaux eux-mêmes et résultant de la dégradation de la litière ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et le plus redoutable des 3 est le  $\text{NH}_3$ )
- La maladie de Gumboro qui est l'une des pathologies les plus importantes chez les poulets de chair et les poulettes. Pour ces deux types de spéculation, la maladie de Newcastle reste cependant la pathologie la plus meurtrière (RESESAV, 2000). La Coccidiose est présente aussi bien chez les poulets de chair, les poulettes que chez les pondeuses. De plus, elle est l'entité parasitaire la plus importante avec des taux de mortalité variant de 2 à 5 %.

Après cette brève description du secteur avicole au Sénégal, faisons connaissance du secteur de l'avifaune pour en décliner l'importance dans notre thématique.

## **3.2 LE SECTEUR DE L'AVIFAUNE**

### **3.2.1 Les parcs ornithologiques**

Le Sénégal abrite des parcs qui chaque année hébergent des millions d'oiseaux migrateurs.

Parmi les sites ornithologiques d'accueil, on distingue (SENEGAL, CONAGA, 2007) :

- le parc national des oiseaux du Djoudj dans la région de Saint-Louis ;
- le parc national de la Langue de Barbarie dans la région de Saint-Louis ;
- la réserve spéciale de Faune de Guembeul ;
- le parc national du Delta du Saloum dans la région de Fatick ;
- le parc zoologique de Hann dans la région de Dakar ;
- le parc national de la basse Casamance dans la région de Ziguinchor ;
- la réserve naturelle communautaire de la Somone ;



- la réserve ornithologique de Kalissaye.

Le Parc National des Oiseaux de Djoudj (PNOD) se trouve à 60 km au nord de la région de Saint-Louis, sur une des méandres du fleuve Sénégal.

Englobant une partie du fleuve, avec de nombreux canaux, criques, lacs, bassins, marécages et bouquets de roseaux, ainsi que les zones environnantes de savane boisée, le parc s'étend sur 12 000 ha et dispose d'un plan d'eau permanent, ce qui attire de nombreuses espèces d'oiseaux.

Chaque année, environ 3 millions d'oiseaux transitent par le parc où plus de 400 espèces ont été dénombrées.

Le Parc National de la Langue de Barbarie (PNLB) constitue l'estuaire du fleuve Sénégal avec deux petites îles et une partie continentale. Il est implanté à une vingtaine de kilomètres au Sud de Saint-Louis avec une superficie de 2 000 hectares. C'est le refuge de nombreux oiseaux aquatiques, essentiellement des pélicans gris et blancs, des mouettes à tête grise, des goélands railleurs et autres *Laridae* (sternes royale, caspienne, fuligineuse) ainsi que de nombreux échassiers migrateurs.

La Réserve Spéciale de Faune de Guembeul est située à une douzaine de kilomètres au Sud de la ville de Saint-Louis, à l'Est de la route menant à Gandiole. D'une superficie de 720 hectares, elle est composée de lagunes, de marécages et d'une forêt sèche. Cette réserve est un site d'hivernage pour des milliers d'oiseaux dont l'avocette, la barge à queue noire, le pluvier argenté, la spatule d'Europe, etc.

Situé à 80 km à l'Ouest de Kaolack, le Parc National du Delta du Saloum (PNDS), d'une superficie de 76 000 ha, dont 59 000 ha de forêts classées, est le deuxième parc du Sénégal, après celui du Niokolo Koba. Les principaux biotopes sont des vasières à mangrove et à tannes, des côtes et des îlots sableux, le milieu marin et la savane boisée soudanienne. On y rencontre de nombreux oiseaux nicheurs : flamant nain, pélican gris, héron goliath, goéland railleur, mouette à tête grise, sternes royale et caspienne, aigrette dimorphe, barge à queue noire, avocette et de nombreux limicoles paléarctiques.

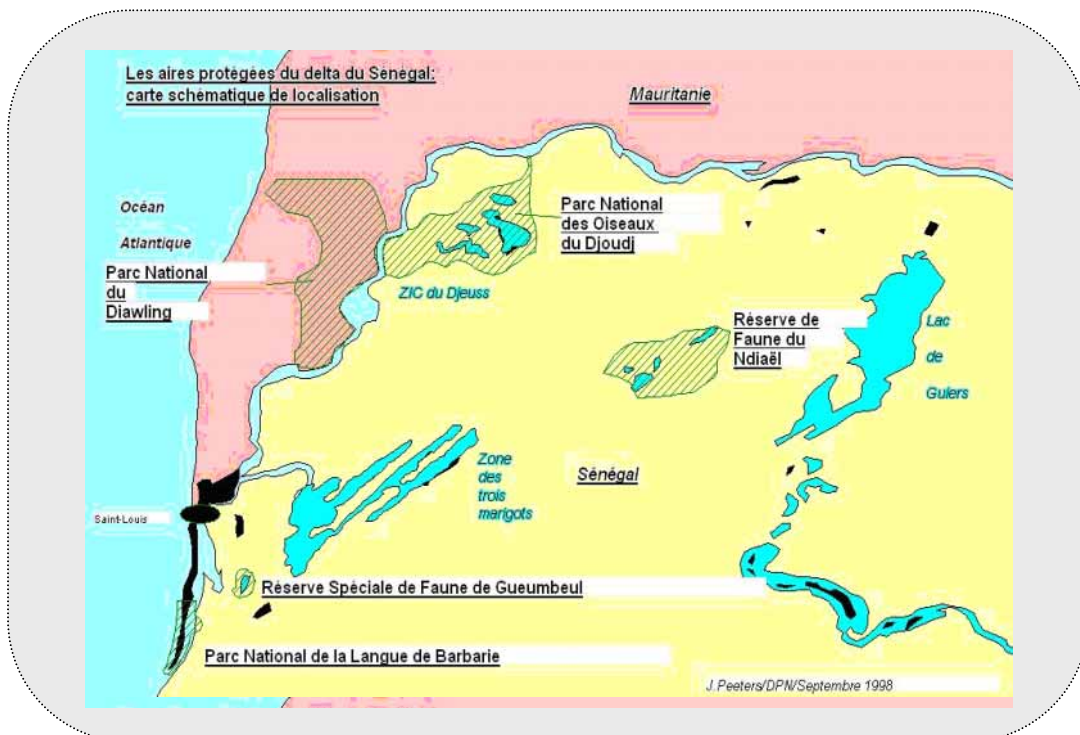
Le Parc Forestier et Zoologique de Hann est situé dans une zone marécageuse à seulement 6 km du centre ville de Dakar. Il contient d'importantes ressources en eau douce et regorge aussi d'effectifs importants d'oiseaux issus de la migration (canard colvert, oie blanche...).

Le Parc National de la Basse Casamance (PNBC) couvre une superficie de 5 000 ha de forêt guinéenne et de savane boisée, ainsi que de mangrove. On y trouve plus de deux cent espèces d'oiseaux.

La Réserve Naturelle Communautaire de la Somone est une lagune à vasière de mangroves avec une immense richesse en biodiversité (oiseaux migrateurs, ressources halieutiques).

Située également en Casamance et avec 16 ha de côtes et îlots sableux, la Réserve Ornithologique de Kalissaye présente des colonies nicheuses de sterne caspienne, sterne royale, pélican blanc, etc

Il convient de signaler que l'essentiel des effectifs et des mouvements des oiseaux se concentrent au niveau des aires protégées du delta du Sénégal représentées dans la figure 13 ci-après (WETLANDS INTERNATIONAL, 2007).



**Figure 13: Les aires protégées du Delta du Sénégal**

Source : SENEGAL, CONAGA, 2007

### 3.2.2 Les flux migratoires

En raison de leur aptitude au vol, les oiseaux ont pu coloniser des régions nordiques où ils ne disposent pas de nourriture en quantité suffisante toute l'année. Ainsi, pendant la saison froide, ils migrent vers des régions à climat plus favorable et, plutôt que d'affronter les rigueurs de l'hiver, beaucoup d'oiseaux s'envolent vers les climats plus doux des contrées situées plus au Sud.

La migration est un mouvement cyclique saisonnier de certains oiseaux qui se déplacent entre une aire de reproduction et une aire d'hivernage.

La migration d'une espèce est donc souvent en relation avec son régime alimentaire et la quantité de nourriture disponible. La plupart des oiseaux insectivores sont migrateurs. Ils partent habituellement quand le nombre d'insectes diminue dans le site et où ils y sont forcés par la glace et la neige.

Avant la migration, les oiseaux doivent accumuler des réserves d'énergie sous forme de graisse, qui leur permettront de faire face aux efforts intenses du voyage. Ils ne font escale (*stopover*) que dans des lieux riches en nourriture.

La migration peut être de longue distance où la quasi-totalité des effectifs migre et vole le plus souvent de nuit. Elle peut être de courte distance avec les oiseaux qui se déplacent vers une région plus ou moins semblable à leur zone de nidification mais pas très éloignée.

Concernant les itinéraires de migration, le plus souvent, tous les membres d'une espèce suivent la même direction, par exemple celle de l'Afrique. Mais, pour maintes espèces, certaines populations empruntent des itinéraires particuliers.

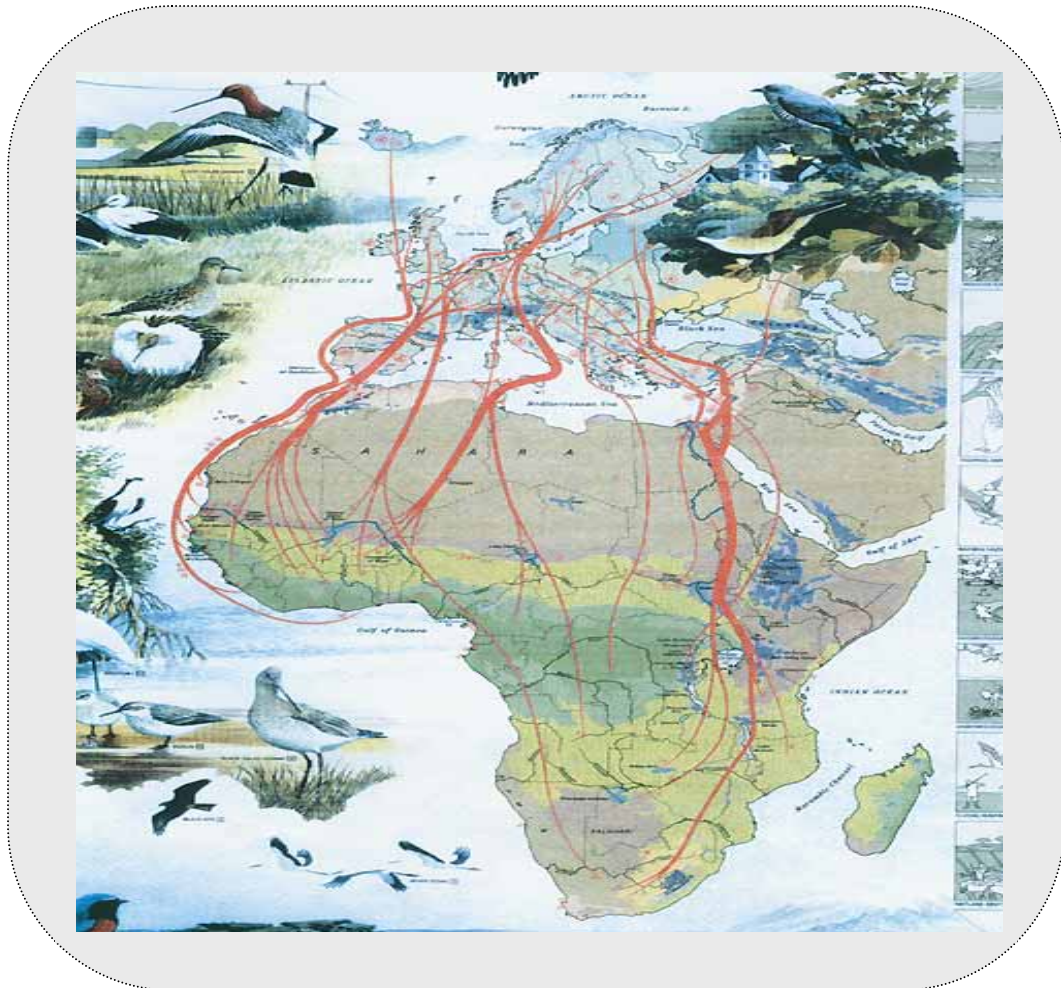
La distance de vol de ces exilés de l'hiver varie considérablement. La plus grande migration est probablement celle de la sterne arctique qui parcourt 15 000 à 20 000 km. De nombreux oiseaux européens qui vont en Afrique franchissent 9 000 à 10 000 km dans chaque sens.

En Afrique, on distingue deux types de migrations :

- migration Paléarctique vers l'Afrique : mouvements d'oiseaux d'eau entre le continent africain et le paléarctique en passant par l'Europe (figure 14, page 41) ;
- migration Intra - Africaine : mouvements d'oiseaux à l'intérieur du continent et autour de ses côtes en fonction d'un phénomène de déclenchements locaux et de modèles climatiques continentaux, en particulier les précipitations (WETLANDS INTERNATIONAL, 2006).

En effet, il y a une part importante des populations d'oiseaux d'eau se reproduisant dans le Paléarctique occidental qui viennent passer l'hiver, en totalité ou en partie, en Afrique de l'Ouest (TROLLIET et al., 2003).

Notons que la faune ornithologique du Sénégal est alimentée chaque année en oiseaux qui sont issus de la migration paléarctique mais aussi de la migration intra-africaine du fait que les sites d'accueil des ces oiseaux se situent soit au carrefour des voies migratoires pour certaines espèces migratrices, soit constituent leur lieu de prédilection pour le repos.



**Figure 14 : Migration Paléarctique - Afrique**  
**Source : WETLAND INTERNATIONAL, 2006**

Chaque année, un dénombrement est effectué au Sénégal par l'ONG Wetlands International pour une étude typologique des espèces au niveau des différents sites ornithologiques.

### **3.2.3 Le dénombrement des oiseaux d'eau**

Au niveau international, le dénombrement des oiseaux d'eau a débuté en 1967 alors qu'en Afrique, cela n'a été initié qu'en 1991 avec la participation de 15 pays.

Dans 100 pays des cinq régions du monde, on estime chaque année à plus de 35 millions le nombre d'oiseaux d'eau.

Au niveau de l'Afrique de l'Ouest, le dénombrement porte sur trois principaux ensembles de zones humides qui sont liés aux grands bassins hydrographiques.

D'Ouest en Est, on distingue le Delta du Sénégal à califourchon sur le Sénégal et la Mauritanie, le Delta intérieur du Niger au Mali et le Bassin du lac Tchad. Ce dernier couvre quatre pays à savoir le Tchad, le Cameroun, le Nigéria et le Niger (TROLLIET et al, 2003) (figure 15, page 43).

On rencontre plus de 150 espèces oiseaux d'eau en Afrique de l'Ouest et dans la région Afrique- Eurasie. Parmi ces oiseaux migrateurs, les limicoles (bécasseaux et pluviers), dominant (28,9% par espèce) suivis des Anatidae (Oies, canards et cygnes) avec 21,7% (WETLANDS INTERNATIONAL, 2006).

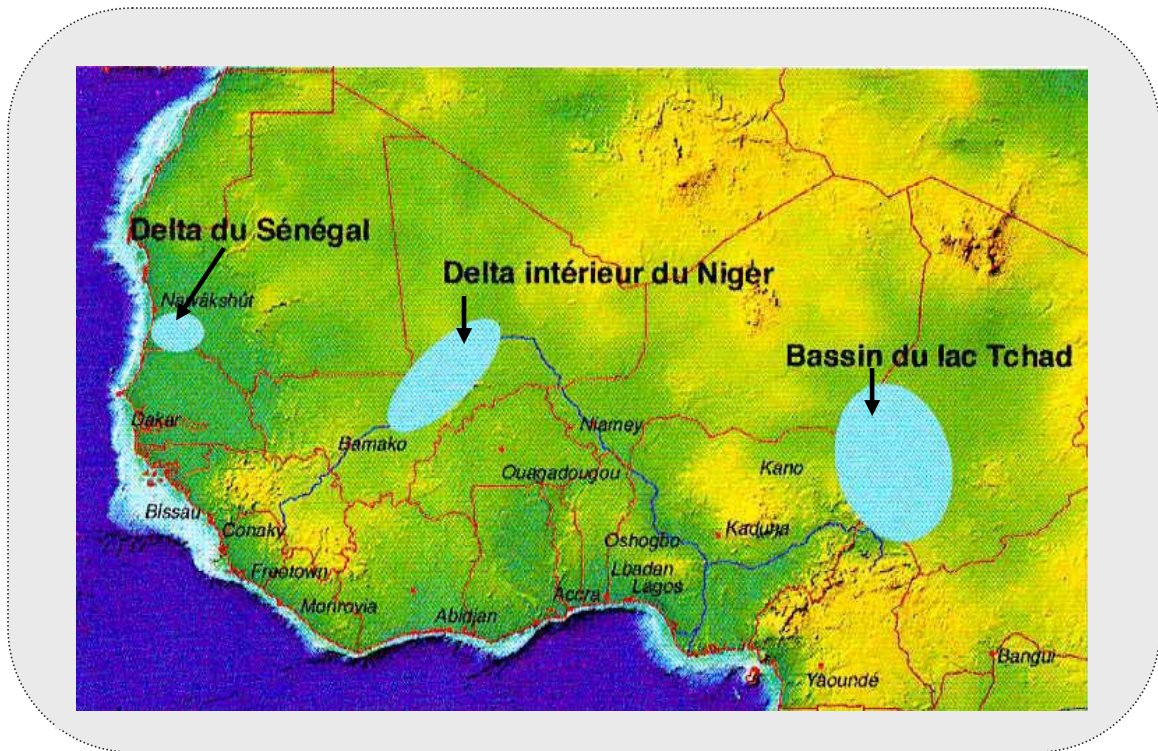
Au niveau du Delta du Sénégal, les limicoles se distinguent en limicoles continentaux représentés par les combattants (plus de 200 000 individus) et qui proviennent de toute l'aire de reproduction de l'espèce, c'est-à-dire le Nord de l'Eurasie, et les limicoles côtiers (plus 532 000 individus).

Parmi les limicoles côtiers, on compte essentiellement le bécasseau cocorli, le bécasseau variable, la barge rousse et le bécasseau maubèche.

Les Anatidés quant à eux se distinguent en deux groupes à savoir :

- les canards paléarctiques estimés à plus de 245 000 individus, ils sont essentiellement représentés par la sarcelle d'été, le canard pilet et le canard souchet ;
- les canards éthiopiens estimés à plus de 31 400 individus avec le dendrocygne veuf comme étant l'espèce la plus abondante (environ 85%). Les autres espèces présentes sont le dendrocygne fauve, le canard casqué, l'oie de Gambie (5 % pour chacune de ces trois espèces) ainsi que l'oie d'Egypte et la sarcelle à oreillons, qui sont peu communes (DODMAN et al., 2003 ; TROLLIET et al., 2003).





**Figure 15 : Localisation des trois principaux ensembles de zones humides en Afrique**

**Source** : TROLLIET et al, 2003

En somme, nous pouvons dire que dans le secteur avicole sénégalais qui est essentiellement constitué de l'aviculture familiale où les mesures de biosécurité ne sont guère appliquées et les sites ornithologiques qui accueillent des effectifs importants d'oiseaux migrateurs, sont deux facteurs de risque importants à considérer pour l'émergence éventuelle de l'IAHP au Sénégal.

C'est la raison pour laquelle le gouvernement sénégalais, prenant la menace au sérieux, a mis en place un dispositif de prévention et de lutte contre la grippe aviaire qui a pour mission première d'empêcher l'introduction du virus sur le territoire sénégalais national.

### **3.3 LE COMITE NATIONAL DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LA GRIPPE AVIAIRE (CONAGA)**

#### **3.3.1 Présentation générale**

Face à l'inquiétante circulation à travers le Monde de l'IAHP, qui présage d'une importante menace mondiale pour l'économie de la filière avicole et la santé publique, le Conseil des Ministres du Sénégal, en sa session du 20 octobre 2005, a pris un certain nombre de mesures conservatoires parmi lesquelles:

- l'arrêt des importations de volailles, d'œufs de consommation et d'oiseaux sauvages ;
- la mise sur pied d'un Comité National de prévention et de lutte contre la GA (CONAGA) ;
- la préparation d'un plan de prévention et de lutte contre la maladie
- la mobilisation des compétences scientifiques pour éclairer les techniciens sur les stratégies à mettre en place pour faire face à ce risque de pandémie.

Faisant suite à cet engagement, un plan de prévention et de lutte contre la GA a été élaboré pour servir de stratégie nationale de prévention et de riposte contre la maladie. Sa mise en œuvre a été confiée au CONAGA mis en place à cet effet au sein du Ministère de l'Elevage par Arrêté 005884 du 24 octobre 2005 du Premier Ministre. L'objectif principal de ce plan est de contribuer au renforcement de la sécurité sanitaire des populations et de l'économie de la filière avicole par la surveillance, la prévention et la riposte contre l'introduction et l'expansion de la GA au Sénégal. Les objectifs assignés au CONAGA portent sur la coordination des interventions des différentes structures impliquées pour prévenir et lutter contre la GA au Sénégal (SENEGAL, CONAGA, 2007).

#### **3.3.2 Résumé du plan national**

L'objectif principal du programme est de contribuer au renforcement de la sécurité sanitaire des populations et de l'économie de la filière avicole par la



surveillance, la prévention et la lutte contre l'introduction et l'extension de la pandémie de Grippe aviaire au Sénégal.

Les interventions prévues sont :

- la mise en œuvre de mesures d'urgence et de prévention contre la GA ;
- la surveillance épidémiologique du virus de la GA ;
- la mise en place d'un plan d'urgence, de riposte et d'éradication de la GA ;
- le déroulement d'un plan de communication.

### ***3.3.2.1 Les mesures d'urgence***

Les mesures d'urgences préconisées pour faire face à l'introduction de la GA sont la mise en place d'un Comité national et des Comités régionaux et locaux de Prévention et de Lutte contre la GA et l'élaboration d'un plan d'intervention axé sur :

- la suspension temporaire des importations de volailles vivantes, de produits avicoles et de matériels avicoles usagés ainsi que le renforcement du contrôle vétérinaire aux frontières ;
- la constitution de stocks de sécurité de vaccins contre l'infection humaine de la GA, des vaccins aviaries, de médicaments anti-viraux et de produits de désinfection ;
- la mise à niveau technique et sécuritaire des laboratoires de diagnostic (LNERV / ISRA et CNR grippe de l'Institut Pasteur de Dakar) ;
- la mise à dispositions des techniciens (vétérinaires, agents en charge de faune sauvage et agents de la santé humaine) du plateau technique nécessaire pour réaliser la collecte et l'acheminement des prélèvements de qualité dans les conditions de sécurité requises.

### ***3.3.2.2 Surveillance épidémiologique de la GA***

La surveillance épidémiologique de la GA va concerner les oiseaux sauvages et domestiques, et les humains.

#### 3.3.2.2.1 La surveillance chez les oiseaux sauvages et domestiques

Elle s'appuie sur le Système National de Surveillance Epidémiologique des Maladies Animales qui existe déjà.

En raison de la focalisation de la menace potentielle sur les oiseaux sauvages, les interventions à mener dans le cadre de cette surveillance épidémiologique ont été concentrées en priorité au niveau des sites ornithologiques à grande concentration d'oiseaux migrateurs. Les villages ou agglomérations satellites de ces parcs ont été pris en compte.

#### 3.3.2.2.2 La surveillance chez les humains

Pour une détection précoce de la circulation du virus chez les humains, les postes de santé des districts sanitaires satellites des sites d'observation seront mis en alerte pour une surveillance active de la circulation des virus grippaux de type A chez des patients en consultation pour une infection respiratoire aigüe. A ce niveau, des consignes pratiques sont édictées aux techniciens de la santé. Ils auront pour charge de donner des conseils et des informations utiles aux visiteurs et patients. Les outils de communication nécessaires seront élaborés.

#### ***3.3.2.3 Plan d'intervention d'urgence, de lutte et d'éradication de la grippe aviaire***

Afin d'éviter l'introduction ou l'extension du virus sur le territoire national, un certain nombre de dispositions sont envisagées dont la prophylaxie médicale et sanitaire, l'alerte précoce, le contrôle et l'éradication de la maladie.

##### *Le système d'alerte précoce*

Dans le cadre de la prévention de l'extension de la contamination et en vue de préparer une mobilisation des moyens humains et des moyens techniques d'intervention dans des meilleurs délais lors de la confirmation au laboratoire d'un éventuel foyer qui aurait à apparaître, un système d'alerte précoce des services impliqués et des populations sera mis en œuvre.

Ce système aura pour objet d'alerter les services de terrain en vue de la mobilisation des moyens et de la prise de mesures de lutte qui concernent la prophylaxie médicale et sanitaire.

### Prophylaxie médicale

Pour les personnes exposées ou à risque, notamment ceux officiant dans les sites de contrôle actifs comme les infirmiers de postes de santé, les agents des postes vétérinaires, les agents des parcs nationaux, le personnel de laboratoire, il sera procédé à une vaccination contre la grippe humaine. Des stocks de vaccins contre la grippe humaine et de médicaments antiviraux (Oseltamivir), seront mis à la disposition des structures sanitaires des sites d'observation à risques et pourront être administrés aux personnes selon un programme établi par le comité de lutte.

Pour les volailles domestiques, des stocks de vaccins seront constitués d'urgence pour être utilisés dans le cadre d'un programme précis d'accompagnement de la campagne d'éradication du virus sauvage.

### Prophylaxie sanitaire

**En cas d'apparition de foyers de GA chez les volailles domestiques, des dispositions spéciales seront prises au niveau des élevages avicoles, afin de prévenir la contamination des personnes en contact permanent avec les oiseaux et pour éviter la dissémination du virus vers d'autres exploitations avicoles.**

Pour le contrôle voire l'éradication du virus dans le cadre du plan d'intervention d'urgence, les mesures envisagées sont :

- La mise en quarantaine systématique des foyers identifiés ;
- L'abattage des volailles malades et exposées ;
- L'incinération ou l'enfouissement des cadavres entre deux couches de chaux vive ;
- Le nettoyage et la désinfection des locaux et du matériel d'élevage ;
- L'application d'un vide sanitaire dont la durée sera établie par le Comité de coordination.

Ces dispositions seront aussi valables pour les élevages industriels en claustration que pour les élevages villageois en liberté. Le programme prendra en charge l'indemnisation des aviculteurs victimes d'abattages sanitaires, la prise en charge des frais liés à l'incinération ou à l'enfouissement des cadavres, au nettoyage, à la désinfection des locaux et matériels, à l'intéressement des personnes chargées de l'abattage, de l'assainissement et à l'achat de stocks de vaccins aviaires.

**En cas d'apparition de foyers de grippe aviaire au niveau des oiseaux sauvages**, des dispositions seront prises au niveau des sites ornithologiques pour en éviter l'accès par des personnes étrangères sans protection, de même que l'application de mesures de biosécurité en vue de l'endiguement du foyer. Le confinement des volailles est également préconisé afin d'éviter l'extension de la contamination. Des enquêtes épidémiologiques seront entreprises chez les personnes exposées et à risque en vue de la détection et de la prise en charge précoce de cas humains éventuels.

**En cas d'apparition de la forme humaine**, une prise en charge sera effective. En outre, des mesures de précaution seront préconisées pour les personnes impliquées dans le programme et exposées à des volailles infectées. Il s'agira des dispositions de biosécurité et de protection individuelle pour le personnel d'intervention. Pour les populations des zones infectées, un programme de vaccination contre la grippe humaine et de traitements préventifs avec des antiviraux sera mis en place très rapidement. Les personnes reconnues atteintes seront prises en charge au niveau des services de santé avec l'observation de toutes les précautions d'usage.

#### ***3.3.2.4 Plan de communication***

Ce plan de communication a pour objet, d'une part, d'informer la population sur les risques sanitaires que présente la contamination de l'homme et les importantes pertes économiques liées à la présence du virus pour les exploitations avicoles. D'autre part, il a pour objet de vulgariser et de recommander les mesures de précautions à prendre pour prévenir la maladie. Cette démarche devrait permettre une bonne adhésion des populations et une

facilitation de l'application de mesures ardues et souvent douloureuses de lutte contre la GA. Les cibles de la Communication sont les populations en particulier celles des zones rurales, les aviculteurs, les techniciens, les chasseurs, les pêcheurs et le personnel des exploitations avicoles et des sites ornithologiques.

Les divers supports de communication sont prévus, notamment : la télévision, les radios locales et communautaires, les bulletins d'information hebdomadaires, les articles de presse écrite, les affiches, dépliants et guides pratiques. Des ateliers et tables rondes scientifiques, des fora avec les chasseurs, les pêcheurs, les aviculteurs et les populations locales sont prévus.

En conclusion, le Sénégal est un pays qui réunit tous les facteurs de risque pour une émergence éventuelle de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.

Le Plan National de Prévention et Lutte contre l'Influenza Aviaire élaboré et implémenté par le CONAGA a joué un grand rôle dans la surveillance de l'introduction de l'épizootie sur le territoire sénégalais.

Seule la connaissance du niveau de risque est indispensable et permet l'optimisation de la stratégie de prévention et de lutte. Cette étude a été conduite dans ce cadre en commençant par une collecte de données auprès des structures administratives et des personnes ressources puis ces données ont été traitées. Les chapitres suivants présentent les résultats que nous discuterons et qui seront suivis de recommandations.

## **IIème Partie**

### **ANALYSE DU RISQUE D'EMERGENCE AU SENEGAL DE L'INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGENE**

## CHAPITRE 1 : MATERIEL ET METHODES

### 1.1 CADRE DE L'ETUDE

Notre étude d'analyse de risque d'émergence de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène porte sur la région de Dakar où se concentrent les principaux opérateurs de la filière avicole du Sénégal et par où transite l'essentiel des importations des volailles et produits dérivés et sur la région de Saint-Louis où se localise le parc des oiseaux du Djoudj qui fait l'objet d'une observation renforcée à cause de l'importance des oiseaux migrateurs qui y passent chaque année. Pour ce qui est de la surveillance épidémiologique, l'ensemble du territoire sénégalais a été pris en considération.

### 1.2 ENQUETES

La collecte des données a été conduite auprès des instances telles que le CONAGA, le CNA, la DIREL, le Ministère de l'élevage et les Services d'Inspection Vétérinaire Frontaliers (SIVF) pour toutes celles relatives à la production avicole et l'importation de volailles et produits dérivés au Sénégal.

Les données portant sur l'avifaune au Sénégal ont été recueillies au niveau du CONAGA, du bureau régional de Wetlands International, de la direction des Eaux et Forêts et de la Direction des Parcs Nationaux.

Ces données ont été complétées par celles fournies par la recherche bibliographique et webographique, des séminaires de formation sur la grippe aviaire auxquels nous avons participé et aussi par des entretiens avec les experts (Annexe III).

Au préalable, nous avons identifié et fait valider les différents paramètres intervenant dans l'analyse de risque lié aux importations des volailles et produits dérivés et aux oiseaux migrateurs que nous présentons dans l'annexe II.

Suite à certaines difficultés liées surtout à la disponibilité et à l'actualisation de certaines données, la collecte a perduré dans le temps. Elle a eu lieu durant la période allant de décembre 2006 à juin 2007.

## 1.3 METHODES

### 1.3.1 Méthodologie de la surveillance épidémiologique de l'influenza aviaire au Sénégal

Un dispositif de surveillance épidémiologique de l'influenza aviaire a été mis en place pour la surveillance de la circulation du virus chez les oiseaux et s'est appuyé sur le système National de Surveillance épidémiologique des maladies animales.

Les sites d'observation retenus dans le cadre de cette surveillance sont essentiellement les parcs ornithologiques et les villages et agglomérations satellites de ces parcs.

Ces sites sont le Parc National des oiseaux du Djoudj, le Parc de la Langue de Barbarie, la réserve spéciale de Faune de Gueumbeul, le Parc National du Delta du Saloum, le Parc Zoologique de Hann, le Parc des îles de Madeleine, le Parc de la basse de Casamance, la Réserve naturelle communautaire de Somone, la réserve ornithologique de Kalissaye.

Une double surveillance passive et active a été menée au niveau de ces différents sites.

#### *1.3.1.1 Surveillance active*

Au niveau des sites d'observation, une surveillance active a été menée sur les oiseaux sauvages avec la mise en place de poulaillers sentinelles. La surveillance des exploitations avicoles localisées aux abords des parcs a été aussi prise en compte.

La surveillance de la faune sauvage a consisté essentiellement au renforcement des patrouilles des randonnées d'observation et à la réalisation de screening.

Deux missions de screening ont été ainsi conduites dans le cadre du TCP-FAO 3016 « Aide d'urgence pour la détection de Grippe Aviaire en Afrique de l'Ouest et du Centre ». La première a été conduite par le CIRAD et la seconde par le CONAGA.



Notons que le programme de surveillance de la faune domestique a débuté du 05 au 09 décembre 2006 dans la région de St-Louis, chez la volaille domestique et les chevaux au niveau des villages de Flamant, Débi, Tiguet et Diadiam III localisés autour du parc de Djoudj et des villages de Mouit et de Moumbaye localisés autour du parc de la langue de Barbarie.

Cette campagne a été couplée à des séances de vaccination de la volaille contre la maladie de Newcastle et des chevaux contre la peste équine.

Par ailleurs la surveillance active de l'influenza aviaire a concerné aussi les importations de poussins reproducteurs et d'œufs à couver et la faune domestique des sites sentinelles.

#### ***1.3.1.2 Surveillance passive***

La surveillance passive consiste en des visites des élevages avicoles par les chefs de postes vétérinaires, les agents du Centre National d'Aviculture de Mbao, les vétérinaires privés du Collectif des Techniciens en Aviculture (COTAVI) lors de leurs activités routinières, lors de rumeurs ou en cas de suspicion de foyer de grippe aviaire.

Lors de la visite, les volailles font l'objet d'un examen clinique pour rechercher les symptômes évocateurs de la grippe aviaire. Les volailles suspectes, malades ou mortes font l'objet de prélèvements pour le diagnostic de laboratoire.

#### **1.3.2 Méthodologie d'analyse de risque**

La méthodologie générale adoptée pour l'analyse de risque est celle recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE, 2004). Elle est semblable aussi bien pour l'analyse qualitative que pour l'analyse quantitative.

Nous nous sommes arrêtés à une appréciation qualitative du risque car il y a encore beaucoup de données quantitatives non disponibles. Celles-ci doivent être introduites dans les modèles pour une appréciation quantitative exhaustive.

Nous avons utilisé la démarche proposée par ZEPEDA et validée par l'OIE pour caractériser les probabilités de manière qualitative.

ZEPEDA (1998), propose en effet d'analyser tous les paramètres composant les modèles en utilisant toutes les informations disponibles et cela conduit à l'estimation de la probabilité d'occurrence du danger.

Pour ce fait, six (6) qualificatifs avec des fourchettes correspondantes ont été retenus pour caractériser les probabilités à savoir Nulle, Négligeable, Faible, Modérée, Elevée et Très élevée.

La matrice de combinaison de probabilités est présentée dans l'annexe VII.

Le croisement des qualificatifs se fait suivant la logique ci-après :

- deux probabilités de même qualificatif conduisent au qualificatif inférieur (*faible x faible = négligeable*) ;
- deux probabilités voisines conduisent à la fourchette inférieure de la probabilité la plus basse (*faible x modérée = négligeable à faible*) ;
- deux probabilités non voisines (mais non opposées) conduisent à la probabilité la plus faible (*faible x élevée = faible*) ;
- deux probabilités opposées conduisent à la fourchette supérieure de la probabilité la plus faible (*négligeable x élevé = négligeable à faible*).

La combinaison de probabilités peut également se faire en incluant une, voire deux fourchette(s).

Les facteurs de risque à l'origine de la dissémination (exposition) du virus de l'IAHP dans les différents types de production avicole sont récapitulés dans le tableau en Annexe I.

### **1.3.3 Construction de modèles événementiels ou *Pathways***

La construction de modèles événementiels est l'étape préliminaire dans l'analyse de risque qui permet de représenter schématiquement les différents événements qui constituent la situation faisant l'objet de l'analyse (OIE, 2004).

Nous allons procéder à la construction de modèles pour l'introduction du virus à travers l'importation légale des poussins reproducteurs (PR) et des œufs à couver (OAC) et pour la dissémination du virus H5N1 au Sénégal.

### ***1.3.3.1 Modèle événementiel d'introduction du virus H5N1 au Sénégal à travers l'importation légale des PR et des OAC***

Le modèle a été construit en prenant en compte les considérations suivantes.

Les fermes ou couvoirs candidats à l'exportation au Sénégal sont supposés en conformité avec le chapitre 2.7.12.1 du Code des animaux terrestres de l'OIE (OIE, 2007). Effet, ces établissements doivent être indemnes de l'IAHP à déclaration obligatoire, comme cela est défini dans le Code.

Nous avons considéré que les poussins reproducteurs (PR) et les œufs à couver (OAC), seuls produits agréés, importés au Sénégal peuvent être exposés au virus H5N1 et être contaminés soit dans des couvoirs ou fermes d'exploitation agréées à l'exportation ou soit durant le transport vers le Sénégal.

Au Sénégal, l'importation des PR et OAC se fait par voie aérienne.

Dès leur arrivée au niveau de l'aéroport, les PR et OAC sont pris en charge par le Service d'Inspection Vétérinaire Frontalier (SIVF) de l'aéroport qui est sous la tutelle directe de la Direction de l'Elevage (DIREL).

L'inspection que fait le SIVF consiste à un contrôle d'identité pour vérifier la conformité des produits avec la documentation fournie, un contrôle physique pour apprécier l'état général des produits. S'il ya manque de conformité ou un doute quelconque sur l'état des produits, le SIVF diligente une enquête et des examens approfondis, par l'envoi des échantillons au laboratoire (environ 10 poussins). Pendant ce temps, les produits suspects sont gardés et surveillés par le SIVF.

Un certificat zoosanitaire ainsi qu'un certificat de salubrité, les deux délivrés par les services vétérinaires du pays d'origine, accompagnent les PR et les OAC (Annexe V). Ce certificat doit attester que les PR et les OAC proviennent d'élevages agréés et indemnes de maladies contagieuses, notamment l'influenza aviaire et la maladie de Newcastle. Les OAC doivent être aussi accompagnés d'un certificat de désinfection également délivrés par les services vétérinaires du pays d'origine (Annexe VI).

Il faut associer à ces certificats, une lettre de transport aérien autorisant l'embarquement en avion des produits. Par ailleurs l'importateur doit présenter au SIVF une lettre autorisant l'importation délivrée par la Direction de l'Elevage du Sénégal.

Après remplissage des formalités requises, les OAC et les PR sont libérés aux importateurs, qui de droit. Ces importateurs étant constitués des couvoirs et des fermes commerciales ou privés à savoir la SEDIMA, le CAMAF, le CAM, le PRODAF, l'AVIPRO, l'AVIVET, le CENAV et la SEDPA.

Pour les OAC, il est également prévu :

- la désinfection du véhicule de transport des œufs ;
- le contrôle de la désinfection des œufs au couvoir ;
- l'incinération des emballages ;
- le contrôle des poussins à l'éclosion ;
- le relevé des noms et adresses des destinataires des poussins.

L'application de ces mesures est sous la responsabilité du Complexe Avicole de Mbao (CAM).

Quant aux PR, à la suite du dédouanement, le SIVF de l'aéroport est relayé par le complexe avicole de MBAO (CAM) qui suit un protocole bien établi dans le cadre de la surveillance des PR au niveau des fermes importatrices.

En effet, le protocole de surveillance du CAM consiste à :

- la supervision des opérations relatives à la destruction des emballages et à la désinfection des véhicules de transport ;
- la prise de deux prélèvements de 6 poussins et de matières fécales pour les besoins d'analyses de laboratoire (LNERV) les jours 1 et 15 suivant la date d'arrivée, au frais de l'importateur ;
- l'examen clinique et le relevé d'éventuelles mortalités des jours 1, 15 et 30 suivant la date d'arrivée.

Nous avons ainsi identifié trois postes de contrôle qui sont situés respectivement au niveau des exploitations agréés pour l'exportation, du SIVF et des fermes importatrices.

Les volailles et autres produits dérivés interdits d'importation au Sénégal sont directement saisis et détruits une fois interceptés à l'aéroport ou partout ailleurs dans le pays. La destruction se fait par incinération systématique des produits et tous les frais inhérents sont couverts par l'importateur qui peut même être passible des poursuites judiciaires pour infraction à la loi

### ***1.3.3.2 Modèle événementiel de dissémination au Sénégal du virus H5N1***

Comme précédemment, le modèle a été construit en prenant en compte les considérations suivantes.

L'essentiel des importations avicoles au Sénégal passe par le port et aéroport après le contrôle du SIVF, et l'approvisionnement des autres marchés du pays est tributaire des importateurs de Dakar.

Le commerce interne serait à l'origine du risque de dissémination du virus au niveau des fermes, marchés et villages. Ces lieux sont des zones où l'exposition des hommes et des volailles au virus pourrait être très élevée.

Les marchés secondaires ou terminaux de grandes villes et les marchés locaux appelés *louma* en wolof sont pris en compte.

Certains lieux de vente comme les supermarchés, les superettes, les boucheries et les boutiques sont supposés être à faible niveau d'exposition au virus H5N1.

Les *bana-bana* ou collecteurs et les éleveurs joueraient un rôle capital dans la dissémination du virus IAHP en le transportant de fermes commerciales ou couvoirs aux marchés, de marchés en marchés et de marchés aux villages.

Notons aussi que les déplacements des individus et des animaux à l'intérieur des villages et entre villages augmenteraient le risque de dissémination du virus. Les villages, comptent presque exclusivement un élevage de Basse cour, la circulation du virus y serait considérable.

L'opinion des experts nous a suggéré les différents paramètres à prendre en considération pour l'appréciation de la probabilité de dissémination du virus

H5N1 à savoir : les mesures de biosécurité mises en place, la capacité de survie du virus, les voies et modalités de transmission et la durée de contact.

### **1.3.4 Méthodologie d'estimation du risque d'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers les importations**

Pour pouvoir estimer le risque d'émergence de l'IAHP au Sénégal, nous avons apprécié la probabilité d'émergence du danger qui se décompose en probabilité d'introduction ou émission du virus multipliée par la probabilité de dissémination ou exposition que nous avons combinée avec les conséquences économiques et/ou hygiéniques éventuelles au Sénégal.

#### ***1.3.4.1 Probabilité d'introduction ou émission au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des PR infectés ( $pI_{PRi}$ )***

Pour qu'il y ait introduction du virus, nous avons considéré trois (3) étapes qui vont se dérouler successivement.

Il s'agit de l'infection des PR à l'origine ou pendant le transport ( $I\alpha$ ), la survie des PR à l'infection ( $I\beta$ ) et la non détection de l'infection par le SIVF du Sénégal ( $I\gamma$ ).

Ainsi, la probabilité  $pI_{PRi}$  est le produit des probabilités de ces 3 étapes :

$$pI_{PRi} = pI\alpha_{PRi} * pI\beta_{PRi} * pI\gamma_{PRi}$$

La figure 16 (page 59) montre comment ces 3 étapes conduisent à l'appréciation de la probabilité d'introduction du virus H5N1 au Sénégal. Nous avons considéré que  $I\gamma_{PRi}$  est précédé d'une sous étape qui est le contrôle par le SIVF mais qui ne s'applique pas à tous les PR importés.

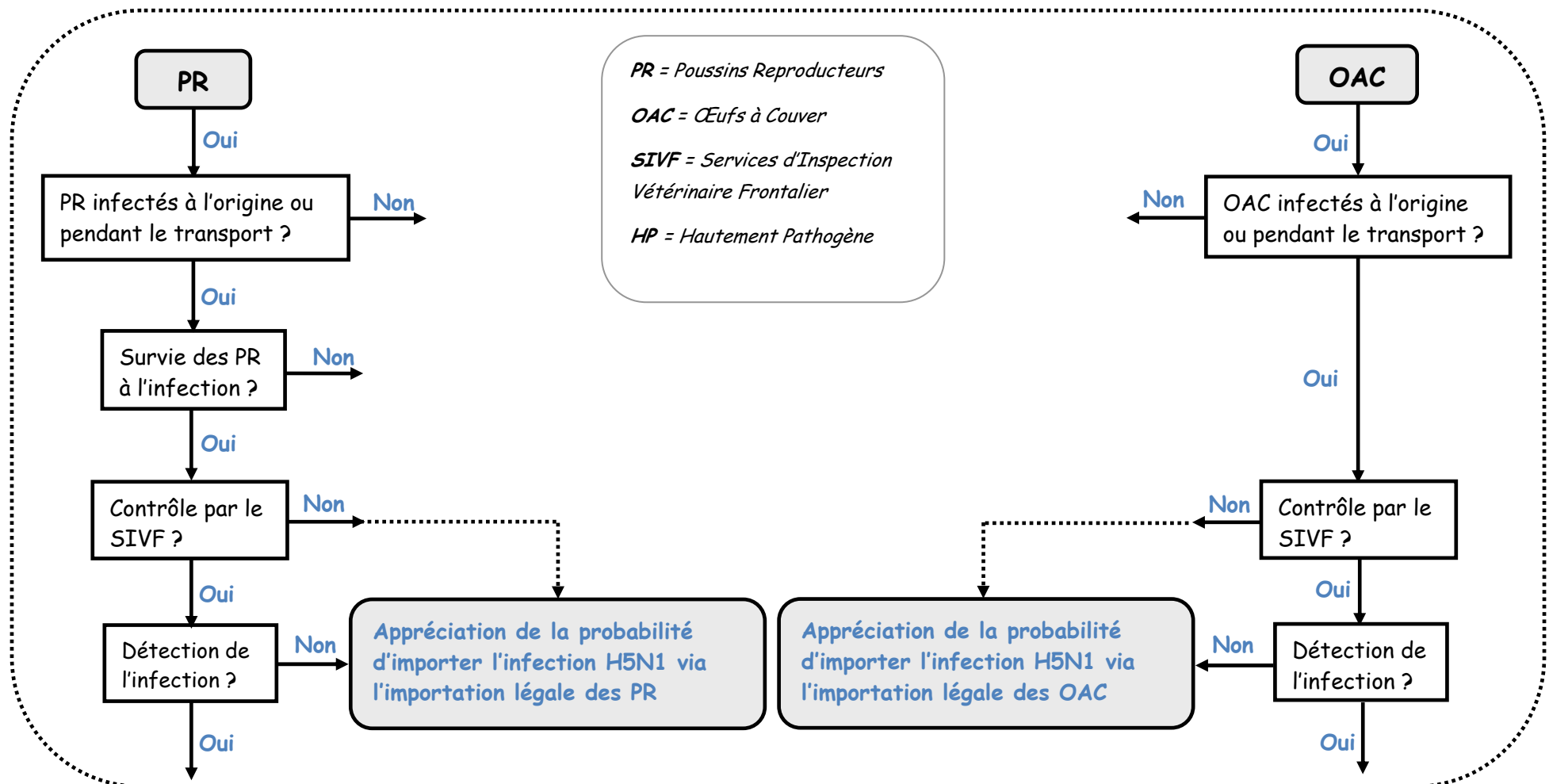
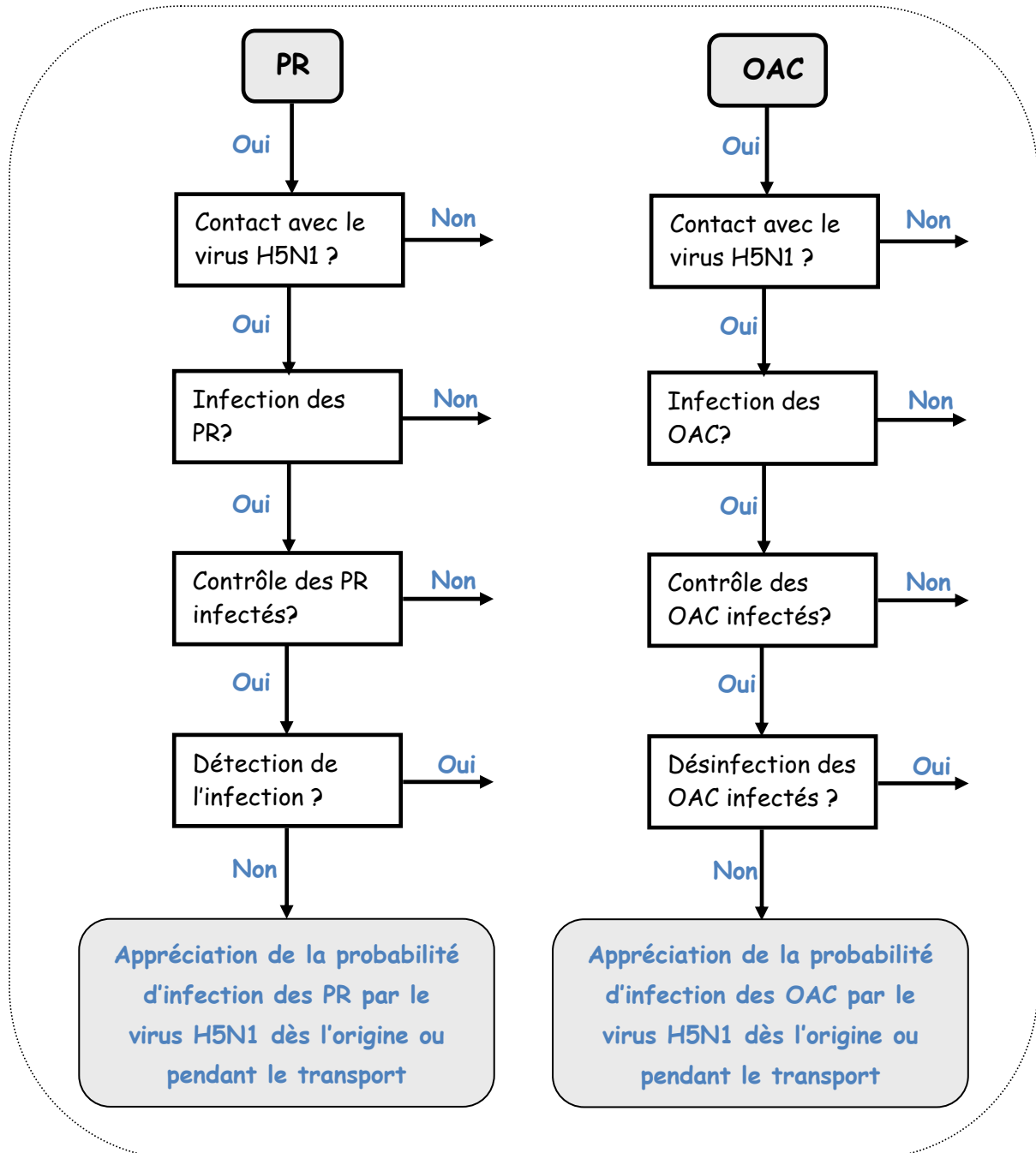


Figure 16 : Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des PR et OAC à partir d'un pays agréé

### 1.3.4.1.1 Probabilité d'infection des PR à l'origine ou pendant le transport (pIa)

La figure 17 illustre la démarche pour apprécier la probabilité d'infection des PR dès l'origine ou pendant le transport.



**Figure 17: Probabilité d'infection des PR et des OAC par le virus H5N1 dès l'origine ou pendant le transport**

Notons que le contrôle dont fait cas cette figure est celui qui se passe au niveau des exploitations agréées pour l'exportation dans les pays exportateurs.



Dans cette figure est envisagé le scénario selon lequel un PR entre en contact avec le virus H5N1 soit dans un environnement infecté, soit par le biais des oiseaux migrateurs infectés ou soit par le biais de la volaille domestique infectée. Le PR s'infecte, subit le contrôle et échappe à la détection.

#### 1.3.4.1.2 Probabilité de survie des PR à l'infection pendant le transport ( $p_{I\beta}$ )

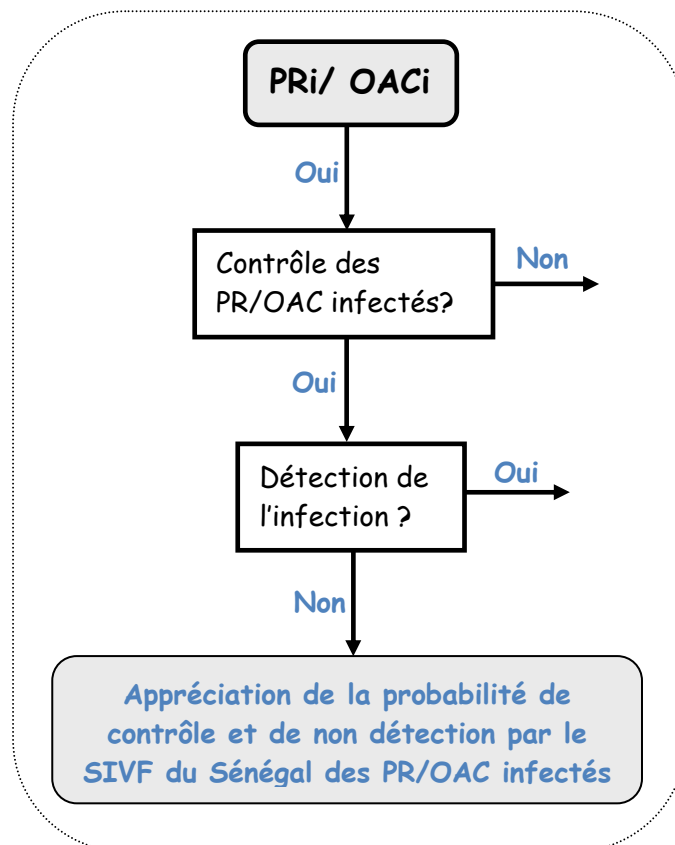
Un seul scénario selon lequel tous les PR survivent à l'infection pendant le transport a été envisagé.

#### 1.3.4.1.3 Probabilité de contrôle au niveau du SIVF du Sénégal et de non détection de l'infection ( $p_{I\gamma}$ )

Pour estimer cette probabilité, deux scénarii se présentent à savoir :

**Scénario 1** : Un PR infecté échappe au contrôle du SIVF ( $I\gamma'$ ) (figure 16, page 59).

**Scénario 2** : Un PR infecté est contrôlé mais n'est pas détecté ( $I\gamma''$ ) (figure 18).



**Figure 18: Probabilité de contrôle et de non détection par le SIVF du Sénégal des PR et OAC infectés**

### 1.3.4.2 Probabilité d'introduction ou d'émission au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des OAC infectés ( $pI_{OACi}$ )

Pour qu'il y ait introduction du virus, nous avons considéré deux (2) étapes qui doivent se succéder.

Il s'agit de l'infection des OAC à l'origine ou pendant le transport ( $I\delta$ ) et la non détection de l'infection par le SIVF du Sénégal ( $I\epsilon$ ).

Comme pour  $I\gamma$ , nous avons considéré que  $I\epsilon$  est précédé d'une sous étape qui est le contrôle par le SIVF mais qui ne s'applique pas à tous les OAC importés (Figure 16, page 59).

Ainsi, la probabilité  $PI_{OACi}$  est le produit des probabilités de ces deux étapes :

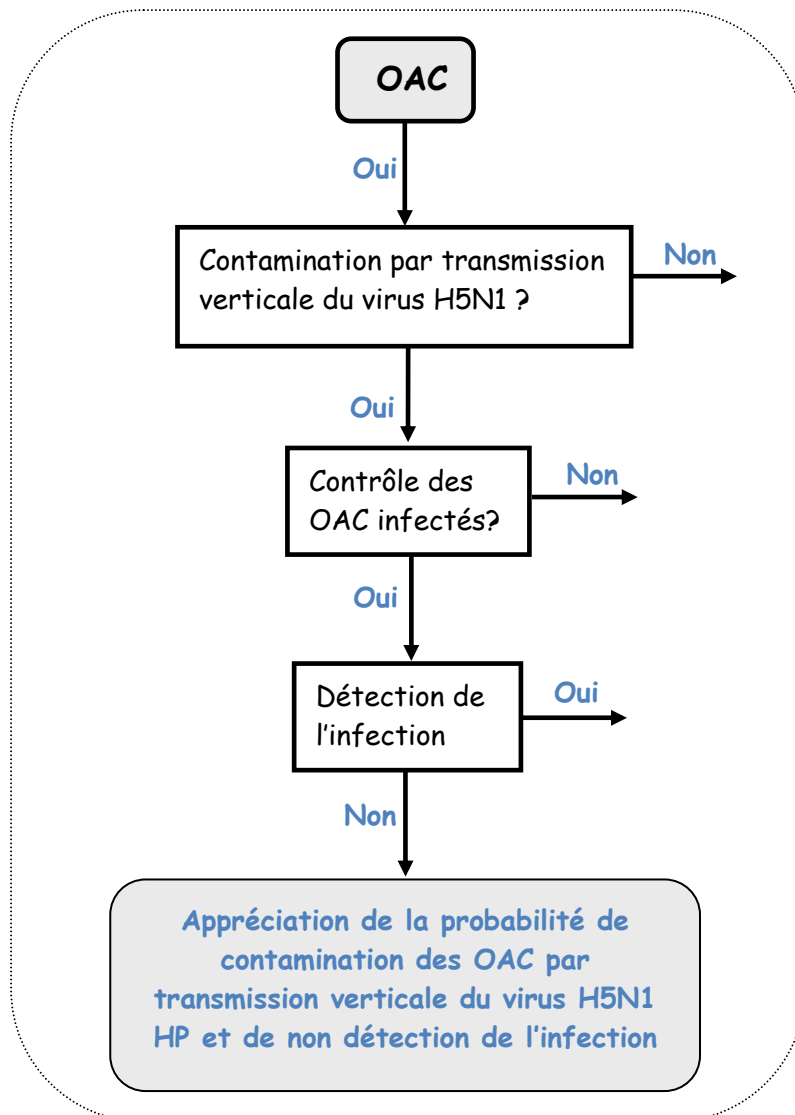
$$pI_{OACi} = pI\delta * pI\epsilon$$

#### 1.3.4.2.1 Probabilité de contamination des OAC à l'origine ou pendant le transport ( $pI\delta$ )

Pour estimer cette probabilité, nous avons considéré deux scénarii :

**Scénario 1** : Un OAC au hasard entre en contact avec le virus soit dans un environnement infecté par le virus H5N1, s'infecte et il échappe à la désinfection après contrôle ( $I\delta'$ ) (figure 17, page 60).

**Scénario 2** : Un OAC au hasard est contaminé par transmission verticale à partir d'une poule pondeuse, il est contrôlé mais il n'y a pas de détection de l'infection ( $I\delta''$ ) (figure 19, page 63).



**Figure 19 : Probabilité de contamination des œufs à couvrir par transmission verticale du virus et de non détection de l'infection**

#### 1.3.4.2.2 Probabilité de contrôle des OAC infectés au niveau du SVIF et de non détection de l'infection ( $p_{I\varepsilon}$ )

Deux scénarii  $I\varepsilon'$  et  $I\varepsilon''$  se présentent comme pour les PR (voir probabilité de contrôle de PR par le SIVF et de non détection) (figure 16, page 59).

**Scénario 1 ( $I\varepsilon'$ ) :** L'OAC<sub>i</sub> échappe au contrôle du SIVF

**Scénario 2 ( $I\varepsilon''$ ) :** L'OAC<sub>i</sub> est contrôlé mais n'est pas détecté

### **1.3.4.3 Probabilité d'introduction ou émission au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation illégale des volailles et produits dérivés infectés ( $pI_{VPDi}$ )**

Nous entendons par importation illégale, toute importation qui viole l'arrêté ministériel régulant les importations des volailles et produits dérivés au Sénégal (Annexe VI).

Pour estimer la probabilité d'introduction du virus par l'importation illégale, nous avons considéré deux scénarii :

**Scénario 1 ( $I\theta'$ ):** Les importations transitent par la frontière maritime ou aérienne.

**Scénario 2 ( $I\theta''$ ):** Les importations transitent par la frontière terrestre.

Sachant que :

$$pI_{VPDi} = pI\theta'_{VPDi} \text{ ou } pI_{VPDi} = pI\theta''_{VPDi}$$

### **1.3.4.4 Probabilité de dissémination au Sénégal du virus H5N1 ( $pD$ )**

Nous avons considéré dans le cadre de notre travail que les voies de dissémination du virus sont pareilles quelle que soit la nature du produit contaminé (Importations légales et illégales).

La figure 20 (page 65) illustre la démarche pour apprécier la probabilité de dissémination du virus H5N1 au Sénégal.

Considérant le fait que le contact prolongé et étroit entre le virus et la volaille domestique est assorti d'une probabilité d'infection de la volaille, nous avons pris comme hypothèse que tout contact prolongé et étroit avec le virus se traduit par l'infection.

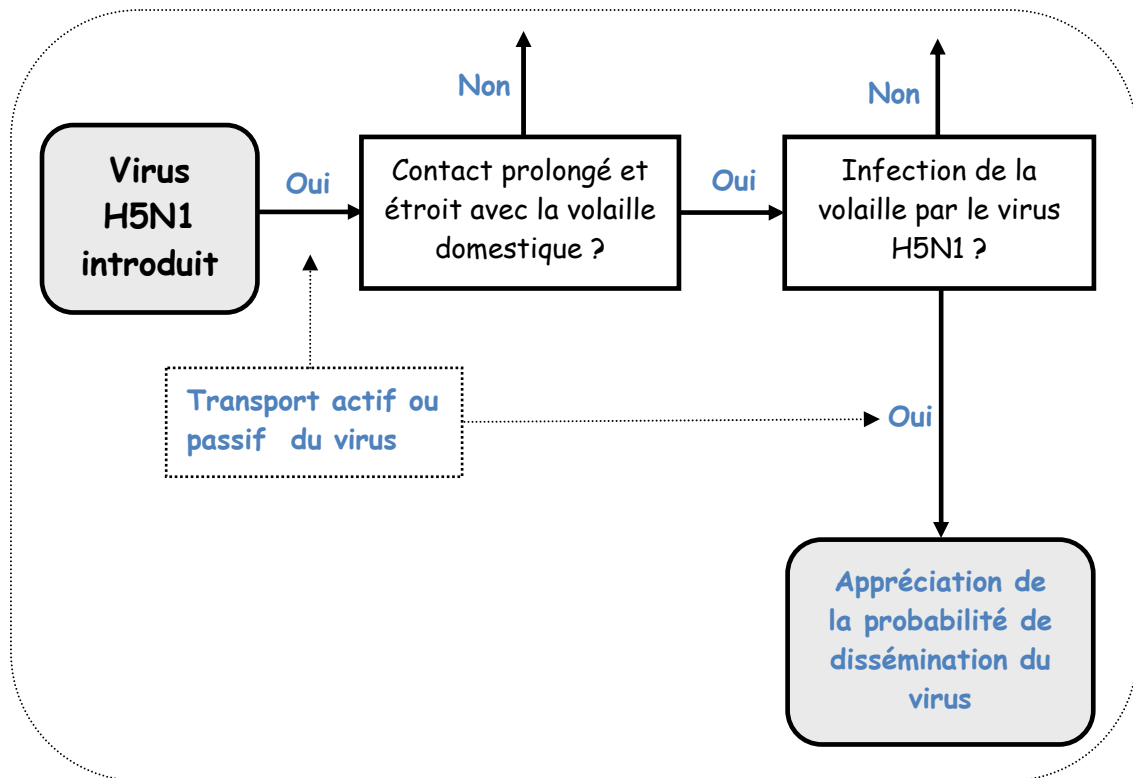


Figure 20 : Probabilité de dissémination du virus H5N1 au Sénégal

Pour estimer la probabilité de dissémination du virus H5N1 au Sénégal, nous avons considéré cinq scénarii (figure 24, page 82) à savoir :

**Scénario 1 :** Dissémination du virus à partir des couvoirs et des fermes commerciales publiques ou privées ( $D_1$ ).

**Scénario 2 :** Dissémination du virus à partir des marchés ( $D_2$ ).

**Scénario 3 :** Dissémination du virus à l'intérieur des villages ( $D_3$ ).

**Scénario 4 :** Dissémination du virus par les déplacements des éleveurs et des animaux entre villages ( $D_4$ ).

**Scénario 5 :** Dissémination du virus par l'intermédiaire des collecteurs ( $D$ ).

Ainsi :

$pID = pID'$  ou  $pID = pID''$  ou  $pID = pID'''$  ou  $pID = pDI''''$  ou  $pID = pID''''$

#### ***1.3.4.5 Appréciation des conséquences liées à l'émergence de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène au Sénégal (C)***

Pour apprécier les conséquences liées à l'émergence d'IAHP, nous avons considéré les 2 scénarii suivants :

**Scénario 1** : Emergence de la grippe aviaire avec des conséquences socio-économiques ( $C_1$ ).

**Scénario 2** : Emergence de la grippe aviaire avec des conséquences aussi bien socio-économiques qu'hygiéniques ( $C_2$ ).

La probabilité d'occurrence du scénario 2 est la combinaison de probabilités d'occurrence de deux événements qui le constituent.

L'homme comme la volaille serait touché par l'IAHP à partir essentiellement des différentes voies de dissémination du virus identifiées à la page précédente.

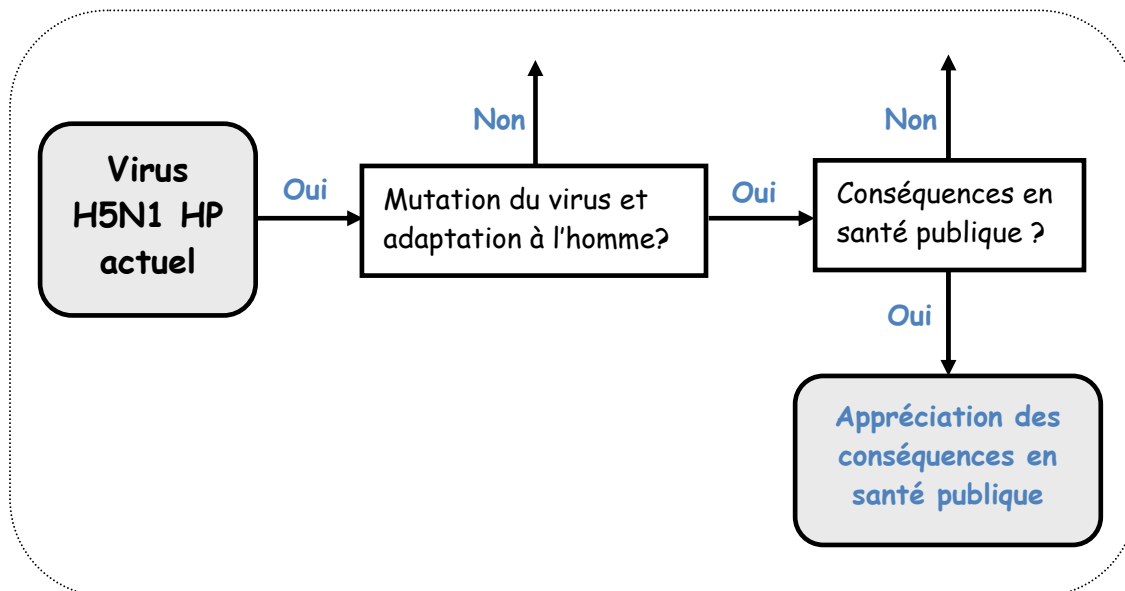
Signalons qu'il a été distingué deux cas de figure en situation d'infection humaine par des virus Influenza aviaires en fonction des caractéristiques biologiques du virus Influenza impliqué ainsi que les caractéristiques épidémiologiques attendues de cette infection.

Les deux cas de figures sont les suivants :

- *Une infection humaine par un virus IAHP tel que le H5N1 actuel (le nombre de cas humains attendus serait très faible);*
- *Une infection humaine par un virus Influenza humain réassortant ou mutant à potentiel pandémique (le nombre de cas humains attendus pourrait être très élevé et la contamination interhumaine pourrait être considérable).*

Notons que le 1<sup>er</sup> cas de figure est un fait avéré alors que le 2<sup>ème</sup> est une hypothèse assortie d'une probabilité d'occurrence que nous allons essayer de déterminer.

Pour apprécier les conséquences hygiéniques en cas d'infection humaine par le virus mutant, nous avons considéré figure 21 ci-dessous qui illustre les différentes conditions requises.



**Figure 21 : Appréciation des conséquences hygiéniques en cas de pandémie de grippe**

Des systèmes de scénarii ont été montés par la suite et pour caractériser le risque global d'émergence de l'IAHP dans les différents systèmes établis, nous avons combiné les probabilités d'occurrence des scénarii composant chaque étape en utilisant à chaque fois la matrice de combinaison de probabilités présentée en Annexe VII.

### **1.3.5 Méthodologie d'estimation du risque d'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène à travers l'avifaune**

Nous avons dans un premier temps procédé au choix des espèces migratrices Ansériformes et Charadriiformes présentes au niveau du PNOD et qui présentent un risque élevé de portage du virus IA puis à une appréciation du risque d'introduction de l'épizootie au Sénégal.

Le choix des espèces est basé sur l'écologie, la distribution ainsi que le comportement des oiseaux qui sont des données disponibles en ligne sur l'Encyclopédie des Oiseaux et le site officiel de Wetlands International.

Un certain nombre de critères ont été dégagés et évalués sur la base des principes épidémiologiques fournis par la recherche bibliographique et l'opinion des experts.

Ces critères sont :

- Degré de mixage durant la migration (période d'hivernage)

Les espèces se mixant souvent avec d'autres espèces aquatiques sont considérées comme étant facilement infectées par le virus IA car le contact entre ces espèces faciliterait la transmission du virus.

Cependant, nous pouvons aussi considérer que les espèces n'entrant pas en contact étroit avec d'autres espèces présentent un faible risque d'infection.

Le degré de mixage avec d'autres espèces peut être codifié de la façon ci-après :

- **m** : Degré élevé et/ou moyen ;
- **0** : Faible degré et/ou pas de mixage

- Grégarité durant la migration (période d'hivernage)

Les principes épidémiologiques et l'opinion des experts suggèrent que les espèces à grégarité élevée sont plus susceptibles d'être infectées avec le H5N1 si le contact étroit entre les oiseaux peut conduire au passage du virus dans la volée.

Nous avons attribué des codes pour l'évaluation de la grégarité:

- **3** : Plusieurs centaines à des milliers d'individus avec une densité élevée (moins de 2 mètres entre les individus) ;
- **2** : Des dizaines à des centaines d'individus avec une densité moyenne (2-5 mètres entre les individus) ;
- **1** : Quelques dizaines d'oiseaux avec densité faible (plus de 5 mètres entre les individus) ;
- **0** : Oiseaux solitaires ou quelques oiseaux ensemble.



Les oiseaux ont été ainsi sélectionnés s'ils présentent un niveau de grégarité élevée (3 ou 2) et un degré de mixage élevé et/ou moyen car nous estimons que les oiseaux migrateurs répondant à ces deux critères présentent un risque plus important.

Cette sélection des espèces n'a concerné que les ordres des Ansériformes et Charadriiformes recensés au niveau du DJOUDJ à la mi-janvier 2006 et nous ne nous sommes intéressés qu'aux classes les plus représentatives à savoir les Anatidés (Ansriformes), les Laridés et les Limicoles (Charadriiformes) (Annexe IX).

### **1.3.6 Saisie et traitement des données**

La saisie des données a été effectuée sous le tableur Microsoft Office EXCEL 2007. Egalement, ce tableur nous a permis de traiter les données, d'établir les tableaux et les figures tout au long du travail.

## CHAPITRE 2 : RESULTATS

### 2.1 PRODUCTION AVICOLE AU SENEGAL

#### 2.1.1 Production de poussins d'un jour

Avec les mises en élevage en 2006, la production locale des couvoirs a fourni 8 568 527 poussins avec 1 511 895 poussins ponte et 7 056 632 poussins chair.

Comparativement à l'année 2005 où la production locale s'élevait à 6 752 167 poussins, on constate une hausse en valeur absolue de 1 816 360 sujets, soit 27 % en valeur relative.

Le tableau III ci-dessous montre que la part de la production nationale de poussins nés au Sénégal (poussins nés des œufs à couver importés et poussins 100% sénégalais) a connu une hausse par rapport à l'année 2005, avec un taux de 100 % en 2006 contre 97,4 % en 2005.

**Tableau III : Origine des poussins**

Type de poussins	Commentaires	Quantités	%
Poussins importés	Importés vivant à 1 jour	-	-
Poussins nés d'œufs à couver importés	Déterminés en appliquant un taux d'éclosion de 80% sur les <b>9 614 630</b> œufs importés de janvier à décembre <b>2006</b>	7 691 704	81
Poussins 100% sénégalais	Nés de reproducteurs élevés au Sénégal	1 774 804	19
<b>Total</b>		<b>9 466 508</b>	<b>100</b>

Source : SENEGAL, CNA, 2007

Cette production locale de poussins concerne aussi bien la filière chair que la filière ponte et a été assurée au cours de l'année 2006 par les sociétés suivantes : SEDIMA (39%), CAMAF (19%), CAM (13%), PRODAF (12%), AVIPRO (5%), AVIVET (5%), CENAV (4%) et SEDPA (2%).

Ces sociétés utilisent les œufs issus des importations.

Les poussins 100 % sénégalais, nés de reproducteurs élevés au Sénégal, ont été essentiellement produits par la SEDIMA et la PRODAF, d'après les données recueillies au niveau du CNA (SENEGAL, CNA, 2006)

### 2.1.2 Production nationale de viande de volaille

A partir des mises en élevage de 2003, 2004 et 2005, des taux de mortalités moyens et des poids moyens, la production nationale en 2006 de viande de volailles a été à 11 299 tonnes représentant à la vente au détail, un chiffre d'affaires de l'ordre de 17 milliards de F.cfa (Tableau IV).

**Tableau IV : Production nationale de viande de volaille en 2006**

	Effectif initial	Taux de mortalité	Effectif final	Poids mort (en kg)	Production nationale (tonnes)
Poulets	6 671 685	(chair) 5%	6 338 101	1,5	9 507
Poules réformées	1 327 918	(poulette) 7%	1 195 126	1,5	1 793
		(ponte) 3%			
<b>Total</b>	<b>7 999 603</b>		<b>7 533 227</b>		<b>11 299</b>

**Source** : SENEGAL, CNA, 2007

La production nationale a connu une hausse en valeur absolue de 1 936 tonnes, soit 23 % en valeur relative par rapport l'année 2005.

Cette production est essentiellement constituée des poulets qui ont été mis en élevage depuis le mois de décembre 2005 à novembre 2006 et des poules réformées issues des mises en élevage de l'année 2004.

### 2.1.3 Production d'œufs

La production d'œufs a concerné les œufs de consommation et les œufs à couvrir. Ainsi pour le compte de l'année 2006, la production nationale d'œufs de consommation a été de 371 millions d'unités, soit un chiffre d'affaires à la vente au détail de l'ordre de 18 milliards de F.cfa.

Les œufs à couver produits localement servent à la production de poussins 100% sénégalais (Tableau III, page 70)

## 2.2 IMPORTATIONS AVICOLES AU SENEGAL

Avec la mise en application de l'arrêté interministériel portant interdiction d'importer des produits de l'aviculture et de matériels avicoles usagers, les importations enregistrées au cours de l'année 2006 ont porté seulement sur les poussins reproducteurs et les œufs à couver (Annexe IV).

### 2.2.1 Importation légale des poussins reproducteurs et des œufs à couver

Ces importations sont consignées dans le tableau V ci-dessous dans lequel nous remarquons que l'essentiel des importations des poussins reproducteurs provient de la Hollande à plus de 45,79 % alors que les œufs à couver proviennent à plus de 97,85 % du Brésil.

**Tableau V: Importation légale des poussins reproducteurs et des œufs à couver**

		Poussins Reproducteurs		Œufs à Couver	
		Quantité	Pourcentage	Quantité	Pourcentage
<b>Origine</b>	Hollande	8 154	<b>45,79 %</b>	-	-
	Brésil	5 750	<b>32 %</b>	9 407 990	<b>97, 85 %.</b>
	USA	2 875	<b>16,15 %</b>	-	-
	France	1 027	<b>5,77 %</b>	187 200	<b>1,95 %</b>
	Belgique	-		19 440	<b>0,2 %</b>
	<b>Total</b>	<b>17 806</b>	<b>100 %</b>	<b>9 614 630</b>	<b>100 %</b>

Source : SENEGAL, CNA, 2007

### 2.2.2

### 2.2.2 Importations illégales

Les importations illégales des volailles et produits dérivés concernent toutes celles violant l'arrêté interministériel du 24 Novembre 2005.

Les données collectées et l'avis des experts montrent que ces importations ont porté essentiellement sur les volailles vivantes et les découpes de volailles bien que ces données sont loin d'être exhaustives et représentatives pour éclairer la situation des importations illégales au Sénégal.

Plusieurs saisies ont été cependant opérées par les services vétérinaires régionales, départementales et celui du port et aéroport au cours de l'année 2006. La plus importante des saisies est celle effectuée par l'inspection régionale des services vétérinaires (IRSV) de Dakar avec 11 200 tonnes de cuisses de poulets pour un chiffre d'affaires équivalant à plus de 18 millions de F.cfa (Tableau VI).

**Tableau VI: Saisies opérées par les services vétérinaires en 2006**

Services de contrôle	Quantités (kg)
IRSV de thiès	214
Service vétérinaire du port de Dakar	750
IRSV de Dakar	11 200
IRSV de Kaolack	900
Service vétérinaire de l'aéroport de Dakar	420
<b>Total</b>	<b>130484</b>

**Source :** SENEGAL, CONAGA, 2007

L'essentiel des fraudes transite par le port et l'aéroport, cependant il ya aucune donnée de disponible statuant de manière élaborée sur l'aspect quantitatif et qualitatif des importations frauduleuses passant par les frontières terrestres.

C'e qui s'explique aussi par la très grande incertitude que présente le commerce informel au Sénégal.

Le relevé des saisies du service d'inspection vétérinaire du port et aéroport montre que les produits proviennent essentiellement du Burkina-Faso et que la plupart des importateurs plaide pour l'ignorance sur l'arrêté interministériel en vigueur.

Les autres produits (très faible volume) proviennent des pays frontaliers au Sénégal à savoir : le Mali, la Gambie, la Mauritanie, la Guinée Conakry et la guinée Bissau.

Le virus de l'IAHP peut pénétrer au Sénégal par les mouvements commerciaux des oiseaux d'élevage ou de leurs produits, mais aussi par l'avifaune, particulièrement celle du parc des oiseaux du Djoudj.

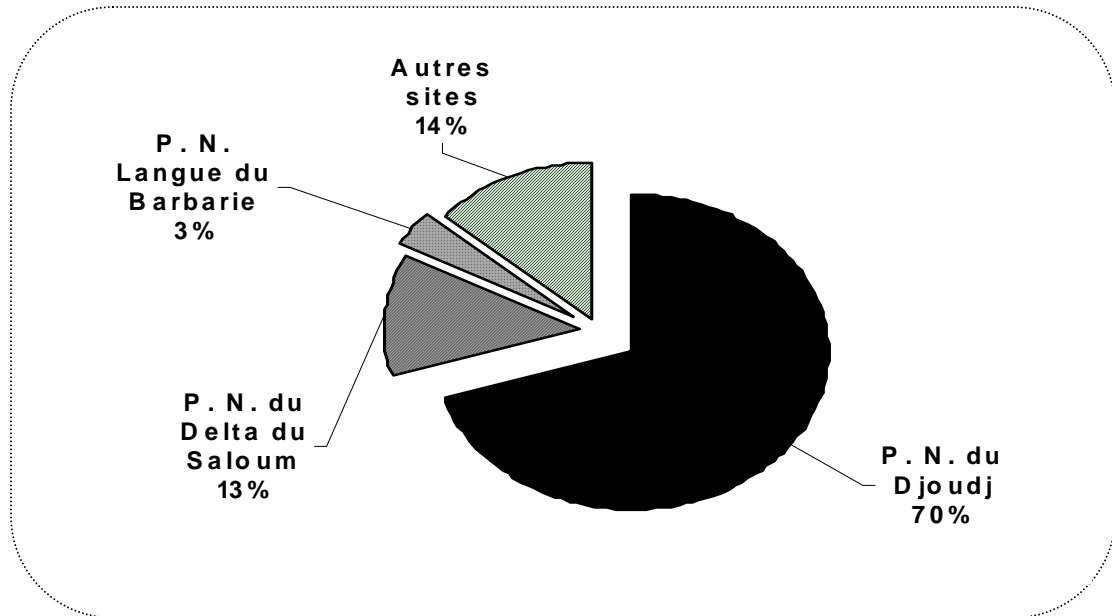
### 2.3 AVIFAUNE AU NIVEAU DU DJOUDJ

Le Parc de Djoudj accueille à lui seul plus de 70% de l'effectif total d'oiseaux migrateurs (WETLANDS INTERNATIONAL, 2006) (Figure 22, page 75).

Au cours de l'année 2006, les oiseaux migrateurs ont battu un record d'affluence au niveau du Djoudj. Sur un total de 462 684 individus, on a dénombré 217 392 piletts et 155 044 sarcelles d'été suivis des canards africains dendrocygnes, canards casqué et oies de Gambie comptant respectivement pour 33 770, 8 993 et 1 600.

Notons que chaque année, les plus abondantes des espèces migratrices sont représentées par la Sarcelle d'été (*Anas querquedula*), le canard pilet (*Anas acuta*) et le dendrocygne veuf (*Dendrocygna viduata*).

Ces espèces appartiennent aux ordres qui sont principalement incriminés dans le portage du virus IAHP à savoir les Anseriformes et les Charadriiformes (voir annexe IX).



**Figure 22: Répartition de l'effectif d'oiseaux migrateurs au Sénégal**  
**Source : WETLANDS INTERNATIONAL, 2006**

Chaque année, les oiseaux en provenance principalement d'Asie centrale et d'Europe séjournent au niveau du Djoudj de novembre à avril où ils sont en contact avec les volailles locales.

Le PNOD est de ce fait considéré comme l'observatoire privilégié pour l'émergence éventuelle des épizooties liées aux virus grippaux de type A.

## **2.4 SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE DE L'INFLUENZA AVIAIRE AU SENEGAL**

Le réseau d'épidémiosurveillance des maladies animales au Sénégal prend en compte les maladies des mammifères comme la PPCB, la PPR, la peste équine... mais aussi la pathologie aviaire parmi la quelle l'IAHP tient une bonne place. Cette surveillance est à la fois passive et active.

### **2.4.1 Surveillance passive**

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette surveillance, 53 alertes de mortalités anormales d'oiseaux sauvages et domestiques ont fait l'objet de rapportage et de prélèvements, au cours de l'année 2006 par les agents des services vétérinaires de terrain, appuyés par les agents du Ministère de

l'Environnement et de la Protection de la Nature. Ces prélèvements ont permis de rechercher systématiquement le virus H5N1 au niveau des laboratoires du LNERV, de l'Institut Pasteur de Dakar et du laboratoire de référence mondial OIE/FAO de Padoue en Italie.

Les résultats des investigations en matière d'IAHP se sont révélés négatifs. Le diagnostic différentiel a permis d'établir sur certains échantillons la circulation des virus de la maladie de Newcastle (ND) et de la maladie de Gumboro.

La surveillance des élevages avicoles est faite dans le cadre du suivi de routine de ces exploitations par le service publique et les services privés, notamment les membres du COTAVI. Les cas rapportés dans le courant de l'année 2006 sont donnés dans le tableau VII ci-dessous.

**Tableau VII: Suspensions rapportées à partir de la volaille domestique**

Localités	Espèces	Dates
Fatick (Commune)	Poule pondeuse	21/02/2006
Sacré Cœur (Dakar)	Poulet local	19/04/2006
Keur Bara (thiès)	Poule pondeuse	19/04/2006
Village de Ouakam (Dakar)	Poulet local	19/04/2006
Tambacounda (Commune)	Poulet de chair	04/07/2006
Thiès (Ecole polytechnique)	Poulet et pintade	24/08/2006

**Source :** SENEGAL, CONAGA, 2007

Jusqu'à présent, tous les prélèvements animaux ont été acheminés au laboratoire de Hann sous forme d'oiseaux entiers malades ou morts. Les techniciens du LNERV se sont chargés de l'euthanasie, de l'autopsie et de la collecte d'échantillons prêts à être analysés.



## **2.4.2 Surveillance active**

Afin de ne plus dépendre des alertes aléatoires comme seul outil de base pour la surveillance de la grippe aviaire, il a été mis en place un protocole de surveillance active des virus grippaux de type A chez les oiseaux sauvages, la volaille domestique, les porcs, les phacochères et les chevaux mais également chez les habitants des sites ornithologiques à risque des régions de St-Louis, de Fatick et de Ziguinchor. Cette démarche permet de gérer le risque lié à la faune aviaire sauvage migratrice et/ou autochtone.

### ***2.4.2.1 Surveillance de la faune sauvage***

La surveillance de la faune sauvage se fait à travers le renforcement des patrouilles des randonnées d'observation au niveau des sites ornithologiques, la réalisation de screening et la réalisation de prélèvements au niveau des zones amodiées et agglomérations satellites des parcs.

#### **Le renforcement des patrouilles des randonnées d'observation**

Afin d'assurer une surveillance des sites ornithologiques, un renforcement des patrouilles des randonnées d'observation a été mis en vigueur par la Direction des Parcs Nationaux, pendant la période allant de Décembre à Avril, au niveau des sites ornithologiques (PNOD, PNLB, PNDS, Réserve communautaire de la Somone et PNBC). Cette période correspond à la saison de présence des oiseaux migrateurs, notamment des oiseaux d'eau, au niveau des différents sites.

Durant l'année 2006, seuls deux prélèvements suspects en provenance du Parc National des Oiseaux du Djoudj et du Parc National de la Langue de Barbarie et trois du Parc Zoologique de Hann ont été envoyés au LNERV (Tableau VIII, page 75).

**Tableau VIII : Suspensions rapportées à partir des parcs nationaux**

Sites ornithologiques	Espèces d'oiseaux	Dates
Parc national des oiseaux du Djoudj	Moineaux (1 spécimen)	15/02/2006
Parc National de la Langue de Barbarie	Mouette et œufs (séries de mortalités)	09/03/2006
Parc zoologique de Hann	Dendocygne (1 spécimen)	05/05/2006
Parc zoologique de Hann	Pigeon Bagadais (1 spécimen)	18/07/2006
Parc zoologique de Hann	Autruche (1 spécimen)	04/07/2006

**Source :** SENEGAL, CONAGA, 2007

Un protocole de surveillance a été élaboré et des comptes rendus journaliers ont été faits à la Direction des Parcs Nationaux à partir des différents sites ornithologiques.

### **La réalisation de screening**

Le screening s'est réalisé en deux phases :

○ Phase I :

Période :	03 au 06 mars 2006
Zones visitées :	PNOD, Zones amodiées du Djoudj, PNLB, Ranch de Bango, Campement Chasse du Delta
Prélèvements faits par :	CIRAD/CONAGA
Nombre d'oiseaux prélevés :	462

Ce premier screening a permis de former les membres du CONAGA et les responsables du Service vétérinaire de St-Louis sur la technique de collecte d'écouvillons cloacaux. Il a permis également de doter au CONAGA le matériel de prélèvement nécessaire pour la conduite de la seconde étape du screening.

○ Phase II

Période :	17 au 23 avril 2006
Zones visitées :	Saint Louis : Langue de Barbarie Dakar : Technopole et Parc de Hann Thiès : Reserve de la Somone
Prélèvements faits par :	CONAGA
Nombre d'oiseaux prélevés :	600

**2.4.2.2 Surveillance des importations d'œufs à couver et de poussins reproducteurs**

Avec l'application de la dérogation sur les importations des œufs à couver et des poussins reproducteurs, des dispositions conservatoires ont été prises pour protéger le pays. En effet, un contrôle strict des importations a été mis en place par la réalisation de prélèvements sur chaque lot de poussins importés en vue de la recherche du virus H5N1.

Pour les œufs à couver, un contrôle de vérification des pièces d'accompagnement du lot est exigé à l'importation, notamment le certificat sanitaire et le certificat de désinfection des œufs avant embarquement établis par les services officiels du pays d'origine.

Ainsi, les importations des poussins reproducteurs et des œufs à couver enregistrées au cours de l'année 2006 ont porté respectivement sur 17 806 sujets et 9 614 630 unités.

**2.4.2.3 Surveillance de la faune domestique des sites sentinelles**

Dans le cadre de cette surveillance, sur 3827 poulets des villages satellites des sites ornithologiques à savoir villages de Flamant, de Débi, de Tiguet , de Diadiam III, de Mouit et de Mounbaye, 1518 ont été vaccinés et des prélèvements sanguins et des écouvillons ont été effectués respectivement sur 331 et 74 sujets.

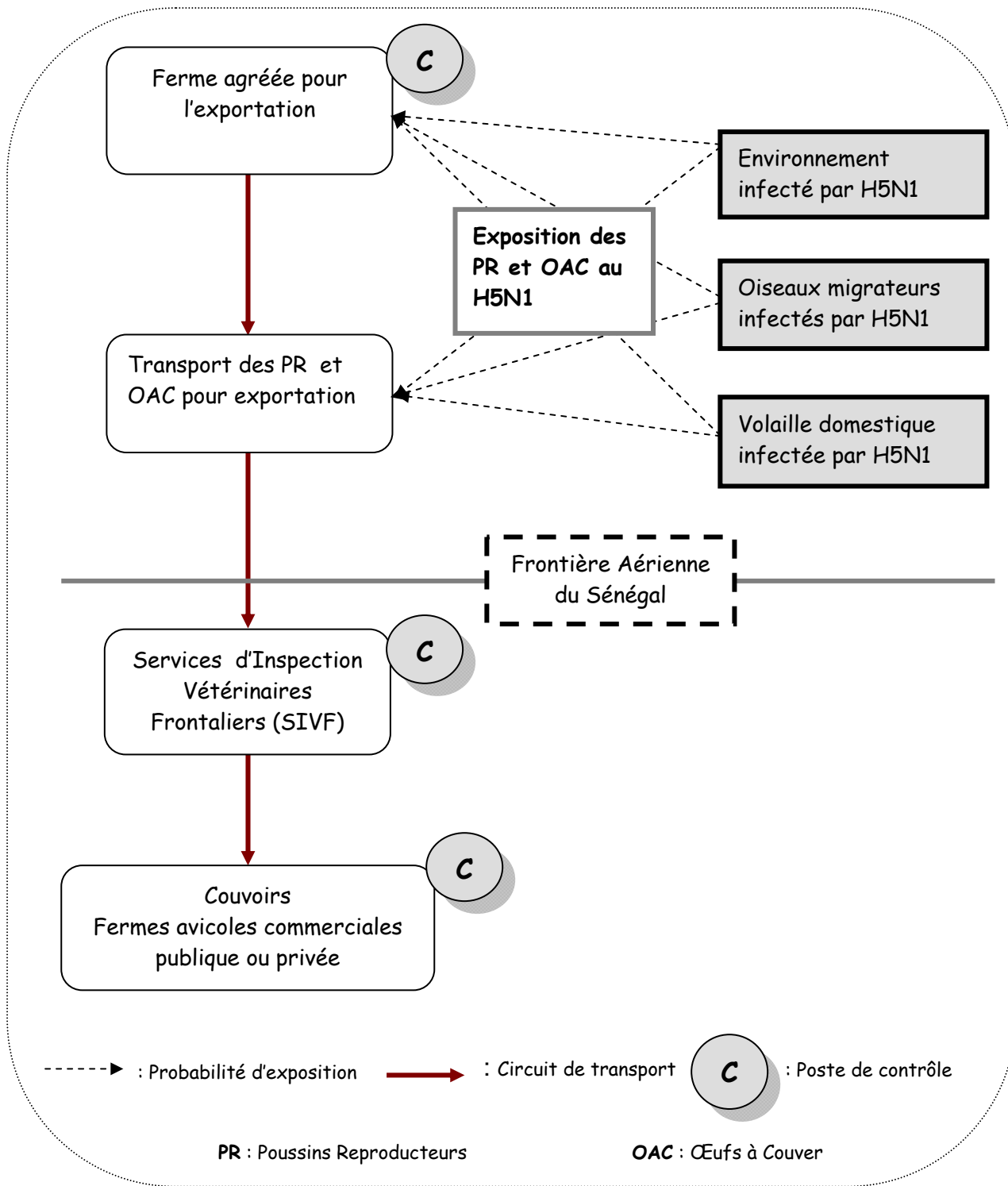
Cette surveillance a aussi concerné 1266 canards, 716 pigeons et 112 chevaux (Annexe VIII).

En conclusion, il convient de dire que les résultats de tous les prélèvements effectués dans le cadre de surveillance épidémiologique (active ou passive) de l'influenza aviaire au Sénégal pour le compte de l'année 2006 se sont révélés négatifs par rapport au virus H5N1 recherché.

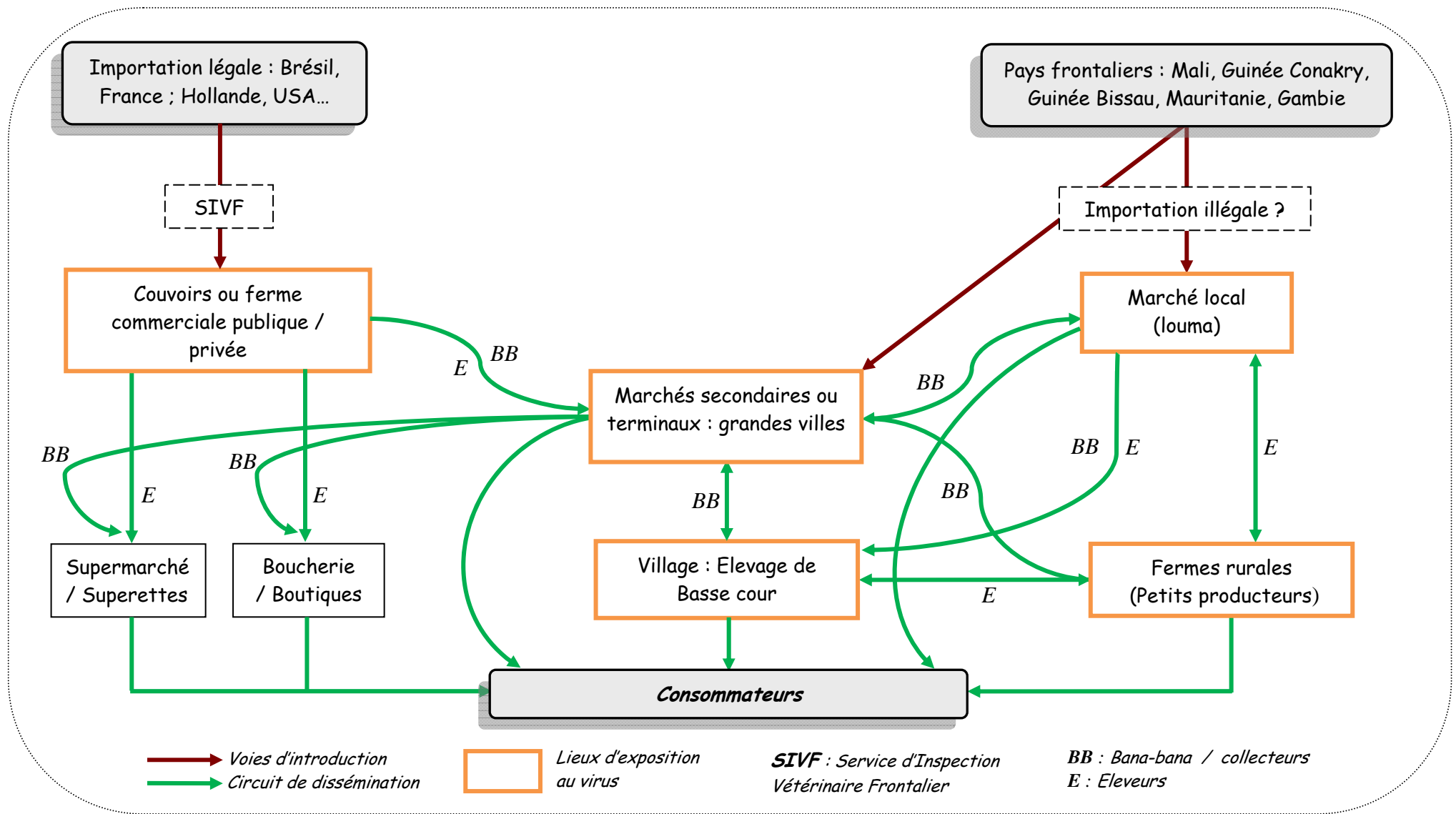
## **2.5 MODELES EVENEMENTIELS OU *PATHWAYS***

Les figures 23 (page 81) et 24 (page 82) illustrent les modèles événementiels lors de l'introduction et de la dissémination de l'infection à virus H5N1 au Sénégal à partir d'un PR et d'un OAC.

Ces deux modèles vont inspirer par la suite la mise en place des systèmes de scénarii d'émergence de l'IAHP au Sénégal.



**Figure 23 : Modèle événementiel pour l'introduction au Sénégal du virus H5N1 à travers l'importation légale des PR et des OAC à partir d'un pays agréé**



**Figure 24 : Modèle événementiel pour la dissémination au Sénégal du virus H5N1**

## 2.6 SCENARII D'EMERGENCE DE L'INFLUENZA AU SENEGAL A TRAVERS LES FLUX COMMERCIAUX

La combinaison des différents événements et scénarii composant l'introduction et la dissémination de l'IAHP au Sénégal nous a permis de monter des scénarii d'émergence.

On a ainsi 10 et 20 scénarii respectivement pour l'importation légale des Poussins Reproducteurs et celle des Oeufs à Couver et 10 pour les importations illégales qui sont présentés dans les Figures 25, 26, 27 ci-après.

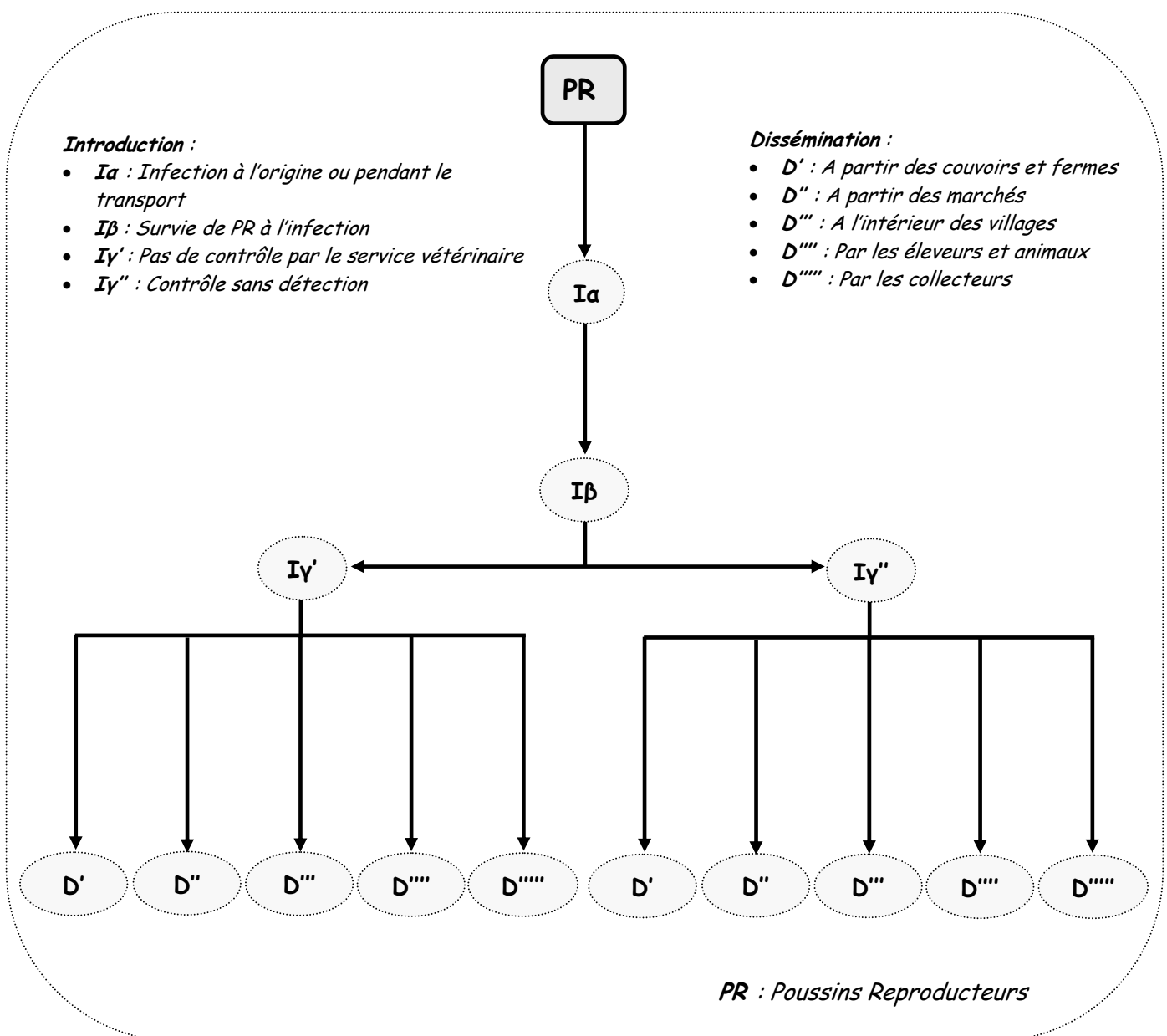


Figure 25 : Arbre de scénarii pour l'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers l'importation légale des PR infectés

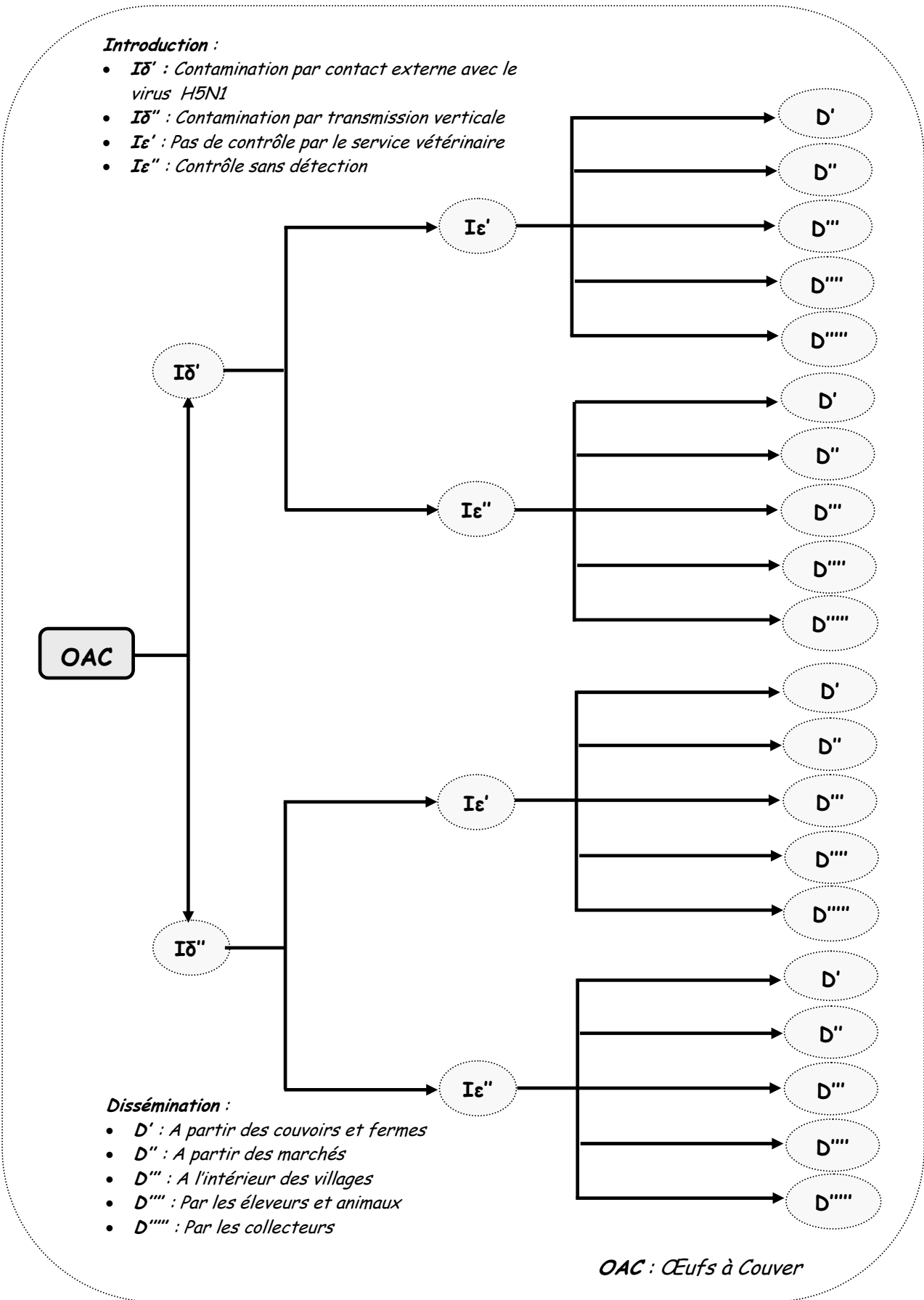
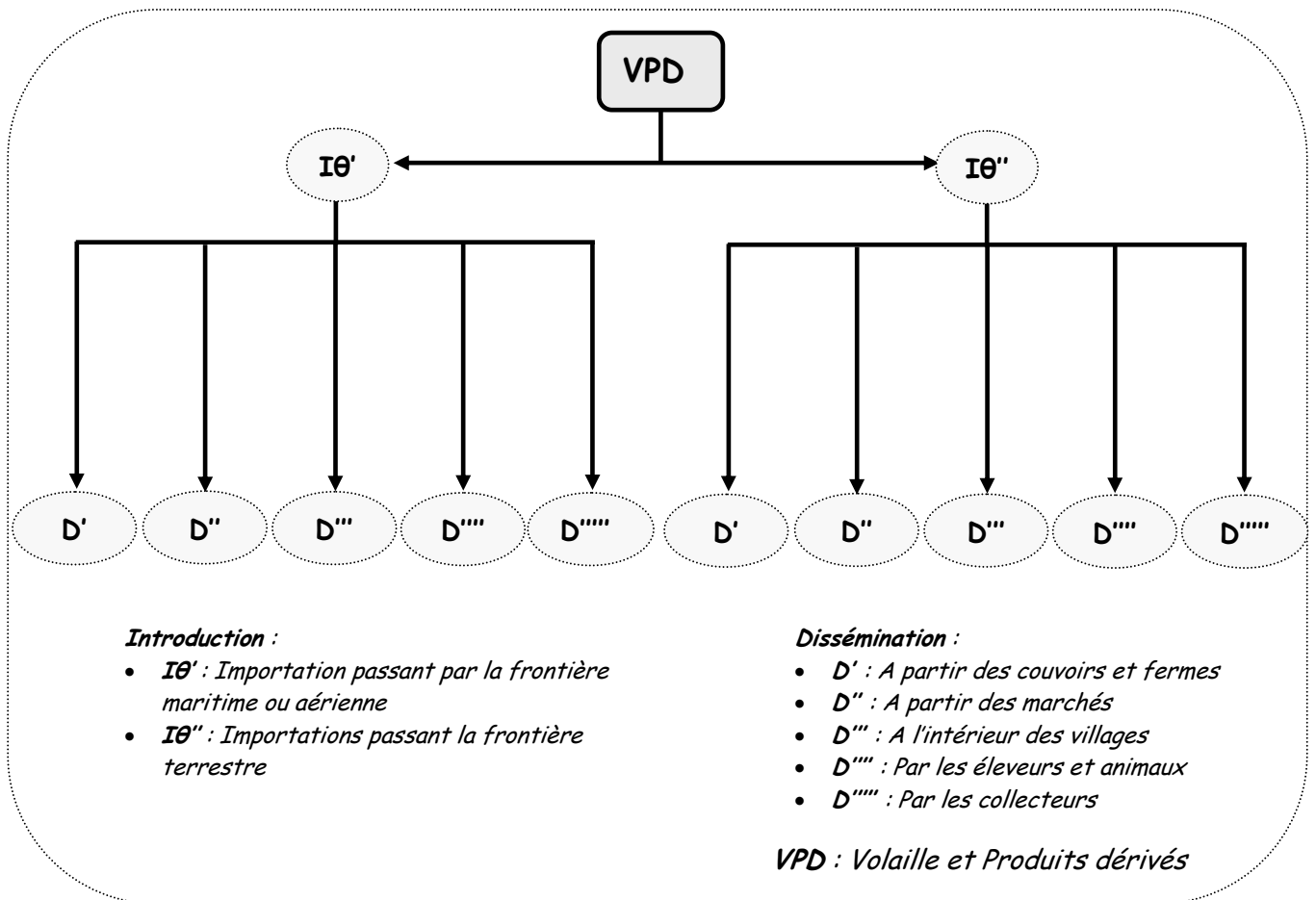


Figure 26 : Arbre de scénarii pour l'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers l'importation légale des OAC infectés





**Figure 27 : Arbre de scénarii pour l'émergence de l'IAHP au Sénégal à travers l'importation illégale des VPD infectés**

Dans le cadre de l'estimation du risque, il convient de combiner tous ces scénarii chacun avec les deux niveaux de conséquences établis ( $C_1$ ,  $C_2$ ) et pour  $C_2$ , nous distinguerons les deux cas de figures évoqués.

Nous allons alors passer à 30, 60 scénarii pour l'estimation du risque d'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène au Sénégal lié respectivement à l'importation légale des Poussins Reproducteurs infectés et des Œufs à Couver infectés et 30 scénarii à l'importation illégale des volailles et produits dérivés.

## 2.7 RISQUE D'EMERGENCE DE L'INFLUENZA AVIAIRE AU SENEGAL PAR LA VOIE DES FLUX COMMERCIAUX

Nous donnerons les résultats des probabilités d'introduction du virus à travers l'importation légale (PR ou OAC) et illégale (VPD), de dissémination du virus et enfin les résultats d'appréciation des conséquences éventuelles en cas d'émergence de l'IAHP au Sénégal.

### 2.7.1 Probabilité d'introduction au Sénégal du virus H5N1 HP à travers l'importation légale des poussins reproducteurs infectés ( $pI_{PRi}$ )

#### *2.7.1.1 Probabilité d'infection des poussins à l'origine ou pendant le transport ( $pIa$ )*

##### *Décomposition de $pIa$ :*

##### ➤ *Probabilité de contact des PR avec le virus H5N1*

La probabilité de contact des PR avec le virus H5N1 peut être considérée comme **Négligeable** car :

- le Sénégal a importé les PR de la Hollande (45,79 %), le Brésil (32,29 %), les États-Unis d'Amérique (16,15 %) et de la France (5,77 %) en 2006 (SENEGAL, CNA, 2007) qui sont indemnes de l'IAHP ;
- des foyers de grippe aviaire ont été déclarés puis maîtrisés dans certains des pays exportateurs : cas de la France (une ferme de dindes de chair affectée à la suite d'un foyer au niveau de l'avifaune sauvage dans la Dombes en février 2006) et Hollande (deux jeunes hiboux retrouvés morts dans un zoo de Rotterdam en Aout 2006) ;
- seules les exploitations indemnes de maladies contagieuses notamment l'influenza aviaire et la maladie de Newcastle sont agréées pour l'exportation ;
- le contact des PR candidats à l'exportation avec la volaille domestique (parents) n'existe pas car les poussins proviennent directement des couvoirs ;

- les couvoirs sont des établissements modernes bien confinés avec des barrières étanches aux oiseaux migrateurs, donc la probabilité d'infection des PR par les oiseaux migrateurs est quasi nulle;
- le transport se fait par voie aérienne, c'est qui annule tout contact éventuel avec les milieux à risque ;
- le transport des PR respecte les codes des pratiques de transport de volailles vivantes qui stipule que les PR doivent être transportés dans des cagettes (cartonnées) pouvant contenir jusqu'à 30 unités, ce qui permet une meilleure traçabilité et évite tout contact des PR avec un milieu contaminé.

➤ *Probabilité d'infection des PR*

La probabilité d'infection des PR après contact avec le virus H5N1 est considérée comme **Elevée** (SABIROVIC et al., 2007).

➤ *Probabilité de contrôle de PR infectés*

La probabilité de contrôle de PR infectés peut être considérée comme **Très Elevée** car :

- seules les exploitations indemnes de maladies contagieuses sont sélectionnées pour l'exportation ;
- les services vétérinaires attestent le statut des exploitations agréées après contrôle sanitaire en leur délivrant un certificat zoosanitaire prouvant qu'elles sont indemnes de l'IAHP et de la maladie de Newcastle (Annexe V);
- les pays importateurs du Sénégal disposent de réseaux efficaces et aguerris de surveillance de l'influenza aviaire (JESTIN et al., 2006 ; SABIROVIC et al., 2007).

➤ *Probabilité de non détection de l'infection*

Du fait que les importations proviennent des pays disposant de réseaux efficaces et aguerris de surveillance épidémiologique, nous pouvons

considérer la probabilité de non détection de l'infection au niveau des exploitations agréées comme **Négligeable**.

#### ***Estimation de $pI\alpha$ :***

La combinaison des probabilités nous permet d'estimer la probabilité d'infection des poussins reproducteurs dès l'origine ou pendant le transport ( $pI\alpha$ ) comme étant **Nulle à Négligeable**.

#### ***2.7.1.2 Probabilité de survie des poussins à l'infection pendant le transport ( $pI\beta$ )***

La probabilité de survie des PR à l'infection à virus H5N1 pendant le transport ( $pI\beta$ ) peut être considérée comme **Modérée à Elevée** car :

- la durée d'incubation du virus IAHP est de 24 à 48 heures avec un taux de mortalité pouvant atteindre 100% dans les 48 heures qui suivent l'infection ;
- la durée moyenne de transport entre le principal pays exportateur des PR et le Sénégal peut être estimée à 6-7 heures (vol direct).

#### ***2.7.1.3 Probabilité de contrôle au niveau du SIVF du Sénégal et non détection de l'infection ( $pI\gamma$ )***

Scénario 1 : Les PR infectés échappent au contrôle du SIVF après importation

La probabilité de non contrôle ( $pI\gamma'$ ) dans ce cas de figure est considérée comme **Modérée à Elevée** car ce scénario est possible avec des vols tardifs (les vols cargo) alors que le bureau du SIVF est fermé ou des produits qui échappent au contrôle car le nombre d'agents de contrôle est trop faible pour assurer un contrôle permanent et exhaustif.

Ce scénario est encore possible avec certains cas d'importations des PR non déclarés au SIVF (SIVF, com. pers.).

Scénario 2 : Les PR infectés sont contrôlés mais l'infection n'est pas détectée

### Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 2

- Probabilité de contrôle d'un PR infecté par les SIVF du Sénégal

Cette probabilité est complémentaire à la probabilité de non contrôle des PR infectés. Ainsi nous pouvons la considérer comme **Négligeable à Faible**.

- *Probabilité de non détection de l'infection*

La probabilité de non détection de l'infection à virus H5N1 est considérée comme **Modérée** car :

- la durée de transport (6h) est inférieure à la durée d'incubation (24h), donc les signes cliniques peuvent ne pas être manifestes à l'arrivée des PR ;
- l'échantillonnage effectué par le CAM (deux prélèvements de six poussins) dans le cas du contrôle sérologique présente un risque élevé (95%) de non détection de l'infection en cas de faible prévalence (< 23%) dans le lot.

### Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 2

La combinaison de deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de contrôle et de non détection ( $pI\gamma$ ) des poussins infectés par le SIVF comme étant **Négligeable**.

#### 2.7.2 Probabilité d'introduction ou émission au Sénégal du virus H5N1 via l'importation légale des œufs à couver infectés ( $pI_{OACi}$ )

##### 2.7.2.1 *Probabilité de contamination des OAC à l'origine ou pendant le transport ( $pI\delta$ )*

Scénario 1 ( $I\delta'$ ) : Contamination des OAC par le virus H5N1 dès l'origine ou pendant le transport suivie du contrôle et de non désinfection

## Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 1 :

### ➤ *Probabilité de contact des OAC avec le virus H5N1*

La probabilité de contact des OAC avec le virus H5N1 à l'origine ou pendant le transport peut être considérée comme **Nulle à Négligeable** car l'essentiel des importations provient du Brésil (97,85 %) et de la France (1,95 %) qui sont tous indemnes de l'IAHP.

Les autres raisons évoquées pour l'appréciation de la probabilité de contact des PR avec le virus H5N1 s'appliquent aussi avec les OAC.

### ➤ *Probabilité de contamination des OAC*

La probabilité d'infection des œufs à couver est considérée comme **Modérée à Elevée** car ces derniers peuvent être souillés et contaminés extérieurement par les déjections des poules pondeuses infectées qui sont des sources importantes du virus H5N1.

### ➤ *Probabilité de contrôle des OAC*

La probabilité de contrôle des OAC est considérée comme **Très Elevée** car un certificat zoosanitaire est délivré par les services vétérinaires du pays d'origine ainsi qu'une autorisation d'embarquement dans l'avion accompagne toutes importations légales des OAC.

Les autres raisons évoquées pour l'appréciation de la probabilité de contrôle des PR avec le virus H5N1 s'appliquent aussi avec les OAC.

### ➤ *Probabilité de non désinfection des OAC*

La probabilité de non désinfection des OAC est considérée comme **Négligeable** car un certificat de désinfection dûment signé par les services officiels du pays d'origine accompagne tous les OAC candidats à l'exportation.

## Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 1 :

La combinaison des probabilités nous permet d'estimer la probabilité d'infection par le virus H5N1 dès l'origine ou pendant le transport, de

contrôle et de non désinfection des OAC (*pIδ'*) comme étant **Nulle à Négligeable**.

*Scenario 2 (Iδ'')*: Contamination des OAC par transmission verticale du virus H5N1 HP suivi du contrôle et de non désinfection

**Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 2 :**

- *Probabilité de contamination des OAC par transmission verticale du virus H5N1*

Nous pouvons estimer la probabilité de contamination des OAC par transmission verticale comme étant **Négligeable** car bien que cette transmission a été mise en évidence, la ponte d'œuf par une poule contaminée est extrêmement rare et ne serait possible que dans la phase précoce d'infection de la poule pondeuse (MOSES et al., 1948 cités AUGUSTIN et al., 2007 ; CAPPUCI et al., 1985).

- *Probabilité de contrôle des OAC infectés*

La probabilité de contrôle des OAC infectés est considérée comme **Très Elevée** pour les mêmes raisons que celles évoquées dans l'appréciation de la probabilité de contrôle des PR au niveau des pays exportateurs.

- *Probabilité de non détection de l'infection*

La probabilité de non détection des OAC contaminés par le virus H5N1 est considérée comme **Négligeable** car :

- l'œuf contaminé présente des fluidifications de l'albumen, vitellus marbré et partiellement décoloré et peut être décelé par les pratiques routinières d'inspection de la qualité des œufs comme le mirage (CAPPUCI et al., 1985) ;
- la sélection des OAC dans les exploitations candidates à l'exportation passe par cet examen.

## Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 2 :

La combinaison des probabilités nous permet d'estimer la probabilité de contamination des OAC par transmission verticale et de non détection de l'infection après contrôle ( $pI\delta''$ ) comme étant **Nulle à Négligeable**.

### *2.7.2.2 Probabilité de contrôle des OAC infectés au niveau du SIVF et de non détection de l'infection ( $pI\epsilon$ )*

**Scénario 1 ( $I\epsilon'$ )**: Les œufs à couver infectés échappent au contrôle du SIVF.

La probabilité de non contrôle ( $pI\epsilon'$ ) des OAC<sub>i</sub> peut être considérée comme **Modérée à Elevée** pour les mêmes raisons que celles évoquées dans l'appréciation de la probabilité de non contrôle des poussins reproducteurs par le SIVF.

**Scénario 2 ( $I\epsilon''$ )**: Les œufs à couver sont contrôlés mais l'infection n'est pas détectée par le SIVF.

## Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 2 :

### ➤ *Probabilité de contrôle des OAC<sub>i</sub> par le SIVF*

La probabilité de contrôle des OAC<sub>i</sub> a été considérée comme **Négligeable à Faible** car cette probabilité est complémentaire de la probabilité de non contrôle des OAC<sub>i</sub>.

### ➤ *Probabilité de non détection de l'infection*

La probabilité de non détection des OAC<sub>i</sub> par le SIVF est considérée comme **Modérée à Elevée** car :

- la vérification de la documentation constitue le principal contrôle ;
- l'examen effectué par le SIVF à l'arrivée des œufs est essentiellement visuel (pas de mirage) ;
- l'examen visuel simple ne permet pas de détecter un œuf contaminé intérieurement.



## Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 2 :

La combinaison de deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de non détection des œufs à couver infecté après contrôle du SIVF ( $p_{I\varepsilon}$ ) comme étant **Négligeable à Faible**.

### 2.7.3 Probabilité d'introduction ou émission au Sénégal du virus H5N1 via l'importation illégale des volailles et produits dérivés infectés ( $PI\theta$ )

Scénario 1 : Importations illégales transitant par la frontière maritime et aérienne ( $p_{I\theta}$ )

La probabilité d'introduction du virus H5N1 à travers les importations illégales au niveau de la frontière maritime ou aérienne ( $p_{I\theta}$ ) peut être considérée comme **Faible à Modérée** car :

- l'essentiel des importations illégales transitant par l'aéroport provient du Burkina Faso car les volailles y sont vendues à des prix modiques surtout à l'approche de grandes fêtes (Korité, Noël...) et beaucoup de Sénégalais revenant en vacances au Sénégal s'en procurent;
- d'autres importations proviennent de la Gambie, du Mali et de la Mauritanie qui sont tous indemnes de l'IAHP ;
- le Burkina Faso a été déclaré infecté par l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène avec des foyers au niveau de la volaille domestique (foyers contenus et éradiqués) (SQUARZONI et al., 2006) ;
- certains produits d'importation peuvent échapper au contrôle du SIVF pour des raisons déjà évoquées ;
- le nombre important des saisies effectuées au cours de l'année 2006 témoigne l'application effective de l'arrêté ministériel au niveau de la frontière maritime et aérienne mais également des nombreuses tentatives d'importations illégales;
- les saisies sont constituées essentiellement de poulet, pintade, caille et pigeon qui sont tous réceptives au virus H5N1 ;
- la destruction des saisies par incinération est systématique.

Scénario 2 : Importations illégales transitant par la frontière terrestre (pI0'')

La probabilité d'introduction du virus H5N1 à travers les importations illégales transitant par la frontière terrestre (pI0'') peut être considérée comme **Elevée** car :

- l'essentiel des importations frauduleuses passe par les frontières terrestres ;
- les flux commerciaux sont difficiles à contrôler au niveau des frontières terrestres qui sont très poreuses (DIREL, com. pers.) ;
- il existe des importations provenant des pays infectés notamment le Nigeria vers les pays frontaliers du Sénégal, cas de la Gambie (DIREL, com.pers.)
- le fonctionnement du réseau d'épidémiologie sénégalais est peu performant (presque satisfaisant) (SQUARZONI et al., 2006);
- d'importantes saisies ont été effectuées au cours de l'année 2006 (plus de 11 200 tonnes de viandes de volaille).

#### 2.7.4 Probabilité de dissémination au Sénégal du virus H5N1 (pD)

Scénario 1 : Dissémination du virus à partir des couvoirs et des fermes commerciales (*Transport actif*) (D')

#### Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 1

➤ *Probabilité de contact prolongé et étroit*

La probabilité de contact prolongé et étroit avec le virus H5N1 dans les couvoirs et les fermes commerciales au Sénégal est considérée comme **Négligeable à Faible** car :

- les fermes pratiquent un système essentiellement intensif où il n'y a pas de divagation de volailles à cause du confinement, ce qui réduit la possibilité de contact et de contamination d'autres volailles ;
- les couvoirs sont des établissements modernes où les mesures de biosécurité mises en place sont satisfaisantes pour contenir le virus

IAHP (quarantaines, vide sanitaire, séparations des différentes bandes...).

➤ *Probabilité d'infection après contact*

Les caractéristiques épidémiologiques du virus H5N1 permettent de considérer la probabilité d'infection comme **Elevée** après un contact prolongé et étroit avec un milieu contaminant (SORBIROVIC et al., 2007).

### **Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 1**

La combinaison des deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de dissémination du virus H5N1 à partir des couvoirs et des fermes commerciales (pD') comme étant **Faible**.

Scénario 2 : Dissémination du virus à partir des marchés (*Transport actif et passif*) (D'')

### **Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 2**

➤ *Probabilité de contact prolongé et étroit*

La probabilité de contact prolongé et étroit du virus H5N1 avec la volaille domestique à partir des marchés peut être considérée comme **Très Elevée** car :

- les volailles sont entassées ou confinées dans un même endroit sur le marché ;
- les mesures de biosécurité ne sont pas observées à ces endroits ;
- il n'y a aucune réglementation ou organisation stricte des marchés.

➤ *Probabilité d'infection après contact*

La probabilité d'infection après contact peut être considérée comme **Elevée** comme précédemment dans le scénario 1 (pD').

## Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 2

La combinaison de ces deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de dissémination du virus H5N1 aux volailles à partir des marchés (pD'') comme étant **Modérée à Elevée**.

Scénario 3: Dissémination du virus à l'intérieur des villages (*Transport actif et passif*) (D''')

## Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 3

### ➤ *Probabilité de contact prolongé et étroit*

La probabilité de contact avec le virus H5N1 à l'intérieur des villages peut être considérée comme **Très Elevée** car :

- les élevages sont essentiellement constitués de basse-cours : les volailles sont à l'extérieur pendant toute la journée et divaguent dans le village ;
- l'élevage en basse-cour (plein air) est décrit comme étant un facteur de risque dans la transmission des virus influenza aviaires car favorisant le contact (direct ou indirect) entre les volailles (WEBSTER et al., 1992, ALEXANDER, 2000) ;
- Aucune mesure de biosécurité n'est observée.

### ➤ *Probabilité d'infection après contact*

La probabilité d'infection après contact peut être considérée comme **Elevée** comme dans le scénario 1 (pD').

## Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 3

La combinaison de ces deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de dissémination du virus H5N1 à l'intérieur des villages (pD''') comme étant **Modérée à Elevée**.

Scénario 4: Dissémination du virus par les déplacements des éleveurs et des animaux entre les villages (*Transport actif et passif*) (D''''')

#### **Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 4**

➤ *Probabilité de contact prolongé et étroit*

La probabilité de contact avec le virus H5N1 peut être considérée comme étant **Très Elevée** car :

- il y a de nombreux déplacements des éleveurs entre les villages et ces éleveurs qui peuvent transporter le virus par l'intermédiaire de leurs vêtements, leurs chaussures, des animaux qui les accompagnent ainsi que les véhicules de transport ;
- les virus influenza peuvent survivre pendant longtemps dans l'environnement, surtout en présence des basses températures ;
- il y a un faible niveau de biosécurité dans les villages.

➤ *Probabilité d'infection après contact*

La probabilité d'infection après contact peut être considérée comme **Elevée** comme dans le scénario 1 (pD').

#### **Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 4**

La combinaison de ces deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de dissémination du virus H5N1 par les déplacements des éleveurs et des animaux à l'intérieur d'un village et entre villages (pD''''') comme étant **Modérée à Elevée**.

Scénario 5: Dissémination du virus par l'intermédiaire des collecteurs ou «bana-bana » (*Transport passif*) (D''''')

### Décomposition de la probabilité d'occurrence du scénario 5

➤ *Probabilité de contact prolongé et étroit*

La probabilité de contact avec le virus H5N1 par l'intermédiaire des collecteurs ou «bana-bana » peut être considérée comme **Très Elevée** car :

- un bon nombre de volaille emprunte ce circuit ;
- aucune mesure de biosécurité n'est mise en place ;
- aucune réglementation et organisation ne régit ce type d'activité ;
- les volailles non vendues sont souvent reconduites aux fermes.

➤ *Probabilité d'infection après contact*

La probabilité d'infection après contact peut être considérée comme **Elevée** comme dans le scénario 1 (pD').

### Estimation de la probabilité d'occurrence du scénario 5

La combinaison de ces deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de dissémination du virus H5N1 par l'intermédiaire des collecteurs ou «bana-bana » (pD''''') comme étant **Modérée à Elevée**.

#### 2.7.5 Appréciation des conséquences liées à l'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène au Sénégal (C)

Scénario 1: Conséquences socio-économiques (C')

Les conséquences socio-économiques éventuelles en cas d'émergence de l'IAHP au Sénégal (pC') peuvent être considérées comme **Très élevées** à cause des :

- pertes d'animaux attribuables à la mortalité et l'abattage/la destruction ;
- baisses de production et ventes sur le marché intérieur à cause de la réticence des consommateurs ;

- pertes d'emplois dues à la fermeture des exploitations avicoles ;
- pertes attribuables aux embargos commerciaux (plus de 152 200 poussins exportés en 2006) (SENEGAL, CNA, 2007) ;
- pertes attribuables aux restrictions de mouvement des animaux sur le territoire national suite aux mesures de confinement ;
- coûts des mesures de biosécurité mises en place suite à l'infection.

L'émergence de l'épizootie affecterait considérablement des milliers de petits éleveurs (aviculture essentiellement extensive) qui tirent de cette activité un revenu d'appoint et une source majeure de protéines animales.

La filière avicole moderne serait aussi très affectée car elle dépend presque exclusivement des importations qui l'approvisionnent en PR et OAC (plus de 17 milliards de F.CFA comme revenus de la production avicole en 2006).

Il va s'en suivre une psychose au niveau des consommateurs sénégalais.

Le gouvernement du Sénégal paierait ainsi un lourd tribut surtout avec des coûts élevés de la lutte et de l'éradication et des coûts élevés du contrôle, de la surveillance, des épreuves en laboratoire et du suivi.

### Scénario 2 : Conséquences socio-économiques et hygiéniques (C").

Il s'agit de la combinaison de deux probabilités.

- les conséquences socio-économiques : **Très élevés**
- les conséquences hygiéniques

Deux cas de figures assortis chacun d'une probabilité d'occurrence se présentent en cas d'infection humaine :

#### **Infection humaine par le virus H5N1 actuel**

Les conséquences hygiéniques au Sénégal liées à l'infection humaine par le virus H5N1 actuel peuvent être considérées comme **Faible** ( $k_1$ ) car :

- les infections humaines à chaque fois font suite à une épizootie chez la volaille et la plupart des cas humains sont dus à un contact intense avec de la volaille contaminée ;
- la contamination humaine par ingestion des denrées contaminées, quelles que soient leur origine et leur nature, n'est pas possible quand celles-ci sont bien cuites (AFSAA, 2006) ;
- le faible nombre de cas humains recensés dans des conditions de forte pression infectieuse constatées notamment en Asie du Sud-Est (forte densité de population, conditions d'élevage et de suivi sanitaire insuffisantes, promiscuité homme-volailles domestiques, etc.) milite en faveur d'une très faible réceptivité de l'homme au virus *Influenza* aviaire hautement pathogène A H5N1 (204 cas de mortalités déclarés sur 332 au jour du 25 octobre 2007) ;
- la transmission interhumaine est très difficile, même si l'éventualité d'une transmission homme à homme a été publiée (UNGCHUSAK et al., 2005).

### **Infection humaine par le virus mutant**

#### **→ Décomposition de la probabilité**

- Probabilité de mutation du virus

La probabilité de mutation peut être considérée comme **Elevée** car :

- les virus grippaux influenza sont en perpétuelle mutation (glissement antigénique et réassortiment antigénique) ;
- les facteurs de risque de pandémie sont toujours présents avec le porc qui jouerait un rôle central dans le cycle épidémiologique des virus influenza pandémique ;
- des cas de pandémie liée à une mutation ont été rapportées (grippe asiatique 1957, grippe de Hong Kong en 1968) (LAVIER et al., 2001).

Mais la probabilité d'adaptation à l'homme d'un virus mutant est considérée comme étant **Nulle à Négligeable** car le nouveau virus en circulation n'est pas capable de se propager de manière efficiente d'homme à homme (Phase 3



d'alerte OMS à la pandémie de grippe) (OMS, 2007). Ainsi donc, la probabilité pour qu'il y ait mutation et adaptation à l'homme du virus H5N1 peut être estimée comme **Négligeable**.

- Conséquences hygiéniques liées à l'émergence d'un virus mutant

Les conséquences hygiéniques éventuelles au Sénégal liées à l'émergence d'un virus grippal mutant peuvent être considérées comme **Très Elevées** car :

- le délai de détection d'un nouveau virus est long (OMS, 2007) ;
- le vaccin contre la grippe aviaire (humaine) n'est pas encore disponible ;
- l'arsenal thérapeutique est réduit ;
- la prise en charge des cas humains dus au H5N1 comporte beaucoup d'exigences. Ainsi, les capacités d'accueil très limitées habituellement constatées dans les hôpitaux nationaux et régionaux du Sénégal, laisse envisager leur dépassement rapide en cas de pandémie (MSPM, com. pers.).

En effet, le constat des épidémies de gripes précédentes permet d'estimer à 30% le nombre d'individus susceptibles de contracter la maladie au sein d'une communauté en cas de pandémie déclarée. Ce qui représenterait pour le Sénégal, plus de trois millions de cas à prendre en charge sur une courte période.

#### → Estimation de la probabilité

La combinaison de ces deux probabilités nous permet d'estimer la probabilité de conséquences hygiéniques d'une pandémie grippale au Sénégal comme étant **Faible** ( $k_2$ ).

#### Estimation des conséquences socio-économiques et hygiéniques.

Les conséquences  $pC_2$  présentent deux (2) valeurs suivant les deux cas de figures.

Ainsi on a :  $pC_1'' = pC' * k_1 = \text{Très Elevée} * \text{Faible} = \text{Faible à Modérée}$

$pC_2'' = pC' * k_2 = \text{Très Elevée} * \text{Faible} = \text{Faible à Modérée}$

## **2.8 RISQUE GLOBAL D'EMERGENCE AU SENEGAL DE L'IAHP PAR LA VOIE DES FLUX COMMERCIAUX.**

Les tableaux IX, X et XI ci- après récapitulent les différents niveaux de risque possibles établis pour l'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène à partir respectivement des importations légales des poussins reproducteurs et des œufs à couver et des importations illégales des volailles et produits dérivés.

Nous avons estimé le risque d'émergence de l'IAHP dans les 30 et 60 scénarii établis respectivement pour l'importation légale des poussins reproducteur et des œufs à couver et pour les 30 autres, établis pour l'importation illégale des volailles et produits dérivés (voir figures 25,26 et 27 ; pages 83,84 et 85)

**Tableau IX : Risque d'émergence de l'Influenza Aviaire HP au Sénégal -  
Cas d'importation légale des Poussins Reproducteurs infectés (PRi)**

Scénario	Probabilité d'occurrence des événements				Combinaison des probabilités		
	Introduction			Dissémination	Conséquences	Risque d'émergence	
	pI $\alpha$	pI $\beta$	pI $\gamma$	pD	pC	pE	
1	Nu à N	M à E	M à E	F	TE	<i>Faible</i>	
2					F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>	
3					F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>	
4				M à E	TE	<i>Faible</i>	
5					F à M	<i>Négligeable</i>	
6					F à M	<i>Négligeable</i>	
7				M à E	TE	<i>Faible</i>	
8					F à M	<i>Négligeable</i>	
9					F à M	<i>Négligeable</i>	
10				M à E	TE	<i>Faible</i>	
11					F à M	<i>Négligeable</i>	
12					F à M	<i>Négligeable</i>	
13				M à E	TE	<i>Faible</i>	
14					F à M	<i>Négligeable</i>	
15					F à M	<i>Négligeable</i>	
16			N	N	F	TE	<i>Faible</i>
17						F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>
18						F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>
19					M à E	TE	<i>Faible</i>
20						F à M	<i>Négligeable</i>
21						F à M	<i>Négligeable</i>
22					M à E	TE	<i>Faible</i>
23						F à M	<i>Négligeable</i>
24						F à M	<i>Négligeable</i>
25					M à E	TE	<i>Faible</i>
26						F à M	<i>Négligeable</i>
27						F à M	<i>Négligeable</i>
28					M à E	TE	<i>Faible</i>
29						F à M	<i>Négligeable</i>
30						F à M	<i>Négligeable</i>

Avec  $pE = pI\alpha * pI\beta * pI\gamma * pD * pC$

Nu à N = Nulle à Négligeable      F = Faible      F à M = Faible à Modérée  
M = Modérée      M à E = Modérée à Elevée      E = Elevée      TE = Très Elevée

**Tableau X : Risque d'émergence de l'Influenza Aviaire HP au Sénégal-  
Cas d'importation légale des Œufs à Couver infectés (OACi)**

Scénario	Probabilité d'occurrence des événements			Combinaison des probabilités	
	Introduction		Dissémination	Conséquences	
	$pI\delta$	$pI\epsilon$	$pD$	$pC$	
				Risque d'émergence	
				$pE$	
1	Nu à N	M à E	F	TE	<i>Faible</i>
2				F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>
3				F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>
4			M à E	TE	<i>Faible</i>
5				F à M	<i>Négligeable</i>
6				F à M	<i>Négligeable</i>
7			M à E	TE	<i>Faible</i>
8				F à M	<i>Négligeable</i>
9				F à M	<i>Négligeable</i>
10			M à E	TE	<i>Faible</i>
11				F à M	<i>Négligeable</i>
12				F à M	<i>Négligeable</i>
13			M à E	TE	<i>Faible</i>
14				F à M	<i>Négligeable</i>
15				F à M	<i>Négligeable</i>
16		N à F	F	TE	<i>Faible</i>
17				F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>
18				F à M	<i>Nulle à Négligeable</i>
19			M à E	TE	<i>Faible</i>
20				F à M	<i>Négligeable</i>
21				F à M	<i>Négligeable</i>
22			M à E	TE	<i>Faible</i>
23				F à M	<i>Négligeable</i>
24				F à M	<i>Négligeable</i>
25			M à E	TE	<i>Faible</i>
26				F à M	<i>Négligeable</i>
27				F à M	<i>Négligeable</i>
28			M à E	TE	<i>Faible</i>
29				F à M	<i>Négligeable</i>
30				F à M	<i>Négligeable</i>

**Avec  $pE = pI\delta * pI\epsilon * pD * pC$**

*Nu à N = Nulle à Négligeable      F = Faible      F à M = Faible à Modérée*  
*M = Modérée      M à E = Modérée à Elevée      E = Elevée      TE = Très Elevée*

Tableau X : Risque d'émergence de l'Influenza Aviaire HP au Sénégal-  
Cas d'importation légale des Œufs à Couvrir infectés (OACi) (Suite)

Scénario	Probabilité d'occurrence des événements			Combinaison des probabilités	
	Introduction		Dissémination	Conséquences	
	pIδ	pIε	pD	pC	
				Risque d'émergence	
				pE	
31	Nu à N	M à E	F	TE	Faible
32				F à M	Nulle à Négligeable
33				F à M	Nulle à Négligeable
34			M à E	TE	Faible
35				F à M	Négligeable
36				F à M	Négligeable
37			M à E	TE	Faible
38				F à M	Négligeable
39				F à M	Négligeable
40			M à E	TE	Faible
41				F à M	Négligeable
42				F à M	Négligeable
43			M à E	TE	Faible
44				F à M	Négligeable
45				F à M	Négligeable
46		N à F	F	TE	Faible
47				F à M	Nulle à Négligeable
48				F à M	Nulle à Négligeable
49			M à E	TE	Faible
50				F à M	Négligeable
51				F à M	Négligeable
52			M à E	TE	Faible
53				F à M	Négligeable
54				F à M	Négligeable
55			M à E	TE	Faible
56				F à M	Négligeable
57				F à M	Négligeable
58			M à E	TE	Faible
59				F à M	Négligeable
60				F à M	Négligeable

**Avec  $pE = pI\delta * pI\epsilon * pD * pC$**

Nu à N = Nulle à Négligeable      F = Faible      F à M = Faible à Modérée  
M = Modérée      M à E = Modérée à Elevée      E = Elevée      TE = Très Elevée

**Tableau XI : Risque d'émergence de l'Influenza Aviaire HP au Sénégal-  
Cas d'importation illégale des volailles et produits dérivés infectés (VPDi)**

Scénario	Probabilité d'occurrence des événements			Combinaison des probabilités
	<i>Introduction</i> p $\theta$	<i>Dissémination</i> pD	<i>Conséquences</i> pC	<i>Risque d'émergence</i> pE
1	F à M	F	TE	<i>Faible</i>
2			F à M	<i>Négligeable</i>
3			F à M	<i>Négligeable</i>
4		M à E	TE	<i>Faible à Modérée</i>
5			F à M	<i>Négligeable</i>
6			F à M	<i>Négligeable</i>
7		M à E	TE	<i>Faible à Modérée</i>
8			F à M	<i>Négligeable</i>
9			F à M	<i>Négligeable</i>
10		M à E	TE	<i>Faible à Modérée</i>
11			F à M	<i>Négligeable</i>
12			F à M	<i>Négligeable</i>
13		M à E	TE	<i>Faible à Modérée</i>
14			F à M	<i>Négligeable</i>
15			F à M	<i>Négligeable</i>
16	E	F	TE	<i>Faible à Modérée</i>
17			F à M	<i>Négligeable</i>
18			F à M	<i>Négligeable</i>
19		M à E	TE	<i>Modérée</i>
20			F à M	<i>Faible</i>
21			F à M	<i>Faible</i>
22		M à E	TE	<i>Modérée</i>
23			F à M	<i>Faible</i>
24			F à M	<i>Faible</i>
25		M à E	TE	<i>Modérée</i>
26			F à M	<i>Faible</i>
27			F à M	<i>Faible</i>
28		M à E	TE	<i>Modérée</i>
29			F à M	<i>Faible</i>
30			F à M	<i>Faible</i>

**Avec  $pE = pI\theta * pD * pC$**

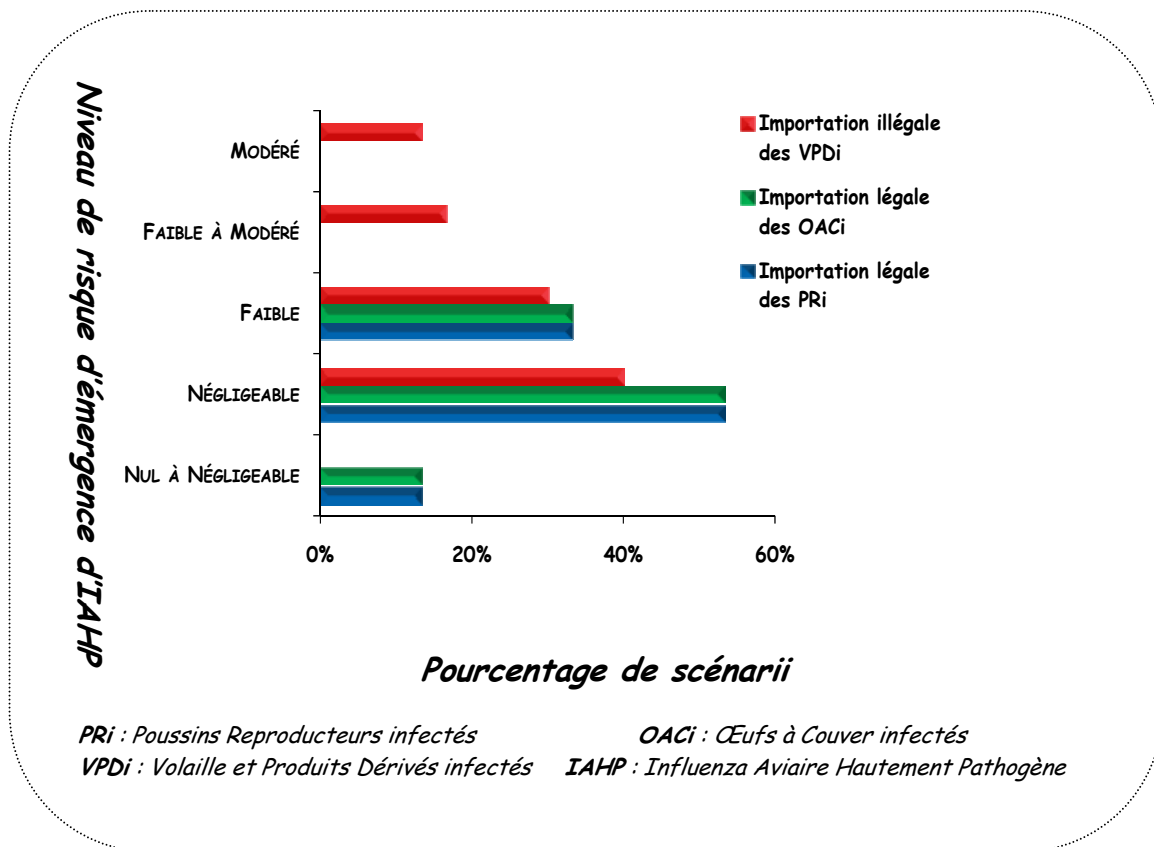
*F = Faible*                      *F à M = Faible à Modérée*                      *M = Modérée*  
*M à E = Modérée à Elevée*                      *E = Elevée*                      *TE = Très Elevée*

Le tableau XI ci-dessous présente quant à lui les différents niveaux de risque établis avec leur proportion des scénarii en fonctions des importations.

**Tableau XII : Récapitulatif des différents niveaux de risque avec leur proportion respective des scénarii en fonction des importations**

Niveau du risque	Nombre des Scénarii					
	<i>Importation légale des PRi</i>		<i>Importation légale des OACi</i>		<i>Importation illégale des VPDi</i>	
Nul à Négligeable	4	13,4%	8	13,4%	0	0
Négligeable	16	53,3%	32	53,3%	12	40%
Faible	10	33,3%	20	33,3%	9	30%
Faible à Modéré	0	0	0	0	5	16,6%
Modéré	0	0	0	0	4	13,4%
Totaux	30	100%	60	100%	30	100%

A partir des résultats consignés dans le tableau XI, nous avons construit l'histogramme (figure 28, page 108) pour nous permettre de comparer les niveaux de risque établis qui sont liés aux types d'importations.



**Figure 28: Evolution du risque d'émergence d'Influenza Aviaire Hautement Pathogène en fonction des importations au Sénégal**

Nous constatons que plus de 53% des scénarii d'émergence liés à l'importation légale des PR et des OAC présentent un risque Négligeable. Cela signifie que l'émergence de l'épizootie est possible dans des circonstances exceptionnelles.

Par ailleurs plus de 13% des scénarii d'émergence liés à l'importation illégale de volailles et produits dérivés présentent un risque Modéré, ce qui veut dire que l'émergence de l'épizootie est nettement possible.

En conclusion, nous pouvons dire que le risque d'émergence au Sénégal de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène est bien réel et qu'il varie de **Négligeable à Modéré** en fonctions des importations légales ou illégales suivant les différents scénarii possibles. De plus, le risque lié à l'importation illégale est plus important.



## 2.9 RISQUE D'EMERGENCE DE L'INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGENE AU SENEGAL A TRAVERS L'AVIFAUNE

Le tableau XIII ci-après (page 110) présente la liste des différentes espèces d'oiseaux migrateurs à haut risque de portage du virus H5N1 qui ont été sélectionnées au niveau du DJOUDJ.

Les canards pilet, les sarcelles d'été sont les espèces les plus nombreuses. Les dendrocygnes veuf malgré le fait qu'ils ont un faible degré de mixage avec d'autres espèces, ont été ajoutés parce qu'ils font partie des espèces les plus rapportées dans le portage des virus influenza et sont en nombre important dans le parc.

La figure 29 (page 111) qui suit illustre la probabilité d'introduction de l'IAHP via l'avifaune sauvage au Sénégal.

Le point d'interrogation dans l'arbre indique l'endroit où l'incertitude est grande, c'est-à-dire la traversée d'une zone infectée et l'arrêt au niveau de cette zone.

Seules des recherches approfondies pourront réduire le niveau d'incertitude et de ce fait permettre une analyse objective du risque lié à l'avifaune sauvage au Sénégal.

**Tableau XIII : Oiseaux migrateurs à risque élevé d'infection par le virus H5N1 HP et capable d'introduire le virus au niveau du parc de Djoudj**

Nom commun	Ordre	Migration	Grégaire	Degré de mixage	Dénombrement 2006 (PNOD)*
Canard pilet	Ansériformes	Oui	3	m	217 392
Sarcelle d'été	Ansériformes	Oui	3	m	155 044
Dendrocygne veuf	Ansériformes	Oui	3	0	33770
Canards souchet	Ansériformes	Oui	3	m	859
Canard siffleur	Ansériformes	Oui	3	m	49
Combattant varié	Charadriiformes	Oui	3	m	841
Sarcelle d'hiver	Ansériformes	Oui	2	m	6
Avocette	Charadriiformes	Oui	2	m	87
Bécasseau variable	Charadriiformes	Oui	2	m	28
Bécasseau minute	Charadriiformes	Oui	2	m	92
Mouette rieuse	Charadriiformes	Oui	2	m	1
Chevalier aboyeur	Charadriiformes	Oui	2	m	6
Chevalier stagnatile	Charadriiformes	Oui	2	m	7
Chevalier gambette	Charadriiformes	Oui	2	m	6
Echasse blanche	Charadriiformes	Oui	2	m	362
Chevalier arlequin	Charadriiformes	Oui	2	m	1
Bécassine des marais	Charadriiformes	Oui	2	m	15
Petit Gravelot	Charadriiformes	Oui	2	m	2

*2 : espèce à grégarité élevée (moins de 2 mètres entre les individus)*

*3 : espèce à grégarité moyenne (2-5 mètres entre les individus)*

*m : espèce à degré de mixage élevé et/ou moyen*

*\* Nombre d'oiseaux recensés à la mi-janvier 2006 au niveau du Djoudj*

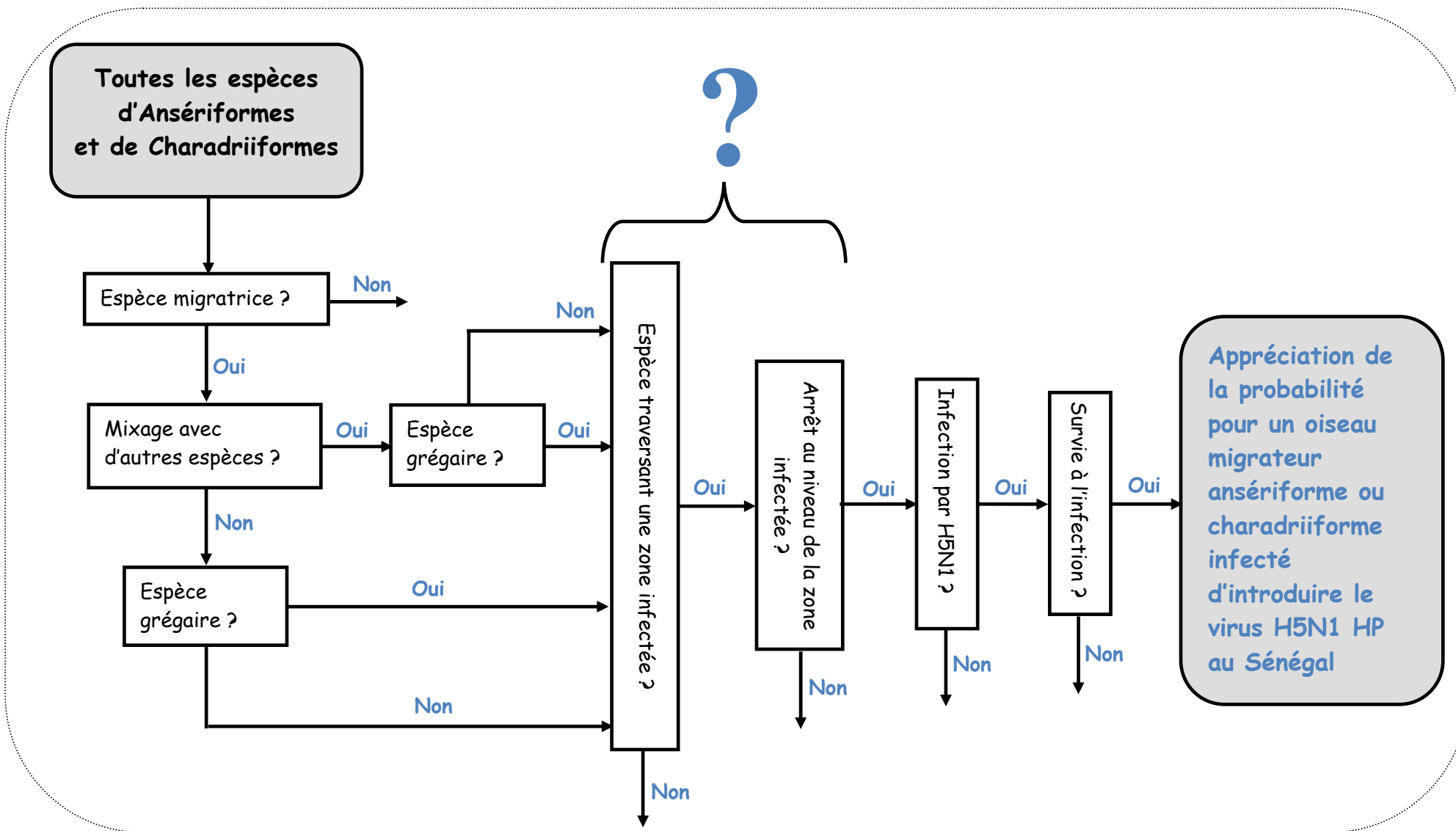


Figure 29 : Probabilité d'introduction du virus H5N1 au Sénégal à travers l'avifaune

## **CHAPITRE 3 : DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS**

Ce chapitre consiste dans un premier temps, à présenter la discussion de notre cadre de l'étude, de notre méthodologie puis celle de nos résultats.

Des recommandations sont faites par la suite aux pouvoirs publics, aux importateurs, aux partenaires techniques et organisations professionnelles en aviculture, aux vétérinaires sénégalais, aux aviculteurs et enfin aux media.

### **3.2 DISCUSSION**

#### **3.1.1 Cadre de l'étude**

Le choix porté sur Dakar se justifie par le fait que dans cette région se trouvent les infrastructures aéroportuaires et portuaires par lesquelles transitent presque tous les produits d'importation avicoles avant que ces derniers ne soient distribués à travers le pays. Et aussi faut-il préciser que Dakar couvre l'essentiel de la production avicole du Sénégal.

Saint Louis quant à elle abrite le Parc National des Oiseaux de Djoudj qui représente le troisième patrimoine ornithologique mondial par l'effectif d'oiseaux migrateurs qui y sont accueillis chaque année pendant l'hiver nordique (de l'Hémisphère Nord) à partir du mois de novembre jusqu'à Avril.

#### **3.1.2 Méthodologie**

La collecte de données a été effectuée auprès des structures choisies en fonction de notre thématique de recherche et s'est essentiellement basée sur les rapports annuels.

La difficulté majeure rencontrée était la réticence de certaines structures à mettre à notre disposition les données et parfois la non actualisation de ces dernières.

Les entretiens avec les personnes ressources et experts nous ont permis d'avoir des données complémentaires qui ont été validées à la suite d'un examen critique en fonction de la bibliographie disponible.

L'approche qualitative en analyse de risque effectuée est souvent critiquée comme étant souvent subjective comparativement à la quantitative surtout dans la caractérisation des niveaux de risque, mais il n'en demeure pas moins que c'est la moins complexe des deux approches bien que les deux reposent sur les mêmes bases théoriques et aussi c'est elle que l'OIE recommande quand il y a pas assez de données chiffrées (DUFOUR et al., 2002 ; OIE, 2004).

Le système de codes utilisé dans la sélection des espèces migratrices à risque, aussi bien pour le degré de mixage que la grégarité, a été inspiré des travaux de GOUTARD et al. effectués en 2006 en Ethiopie dans le cadre de l'appréciation de risque d'introduction de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène lié à l'avifaune sauvage.

Notons que des études scientifiques approfondies n'ont pas encore été menées pour bien étayer ces hypothèses.

### **3.1.3 Résultats**

#### ***3.1.3.1 Productions avicoles au Sénégal***

Les données collectées sur la production des poussins, des œufs et des viandes de volaille ne portent que sur la filière avicole moderne et une partie de l'aviculture traditionnelle.

Quoique l'aviculture traditionnelle représente plus de 78% du cheptel national, il est cependant difficile d'évaluer avec exactitude son apport dans la production nationale car il n'y a aucune réglementation ni organisation autour de cette aviculture.

Notons cependant que l'aviculture traditionnelle au Sénégal est considérablement tributaire de l'aviculture moderne, localisée principalement dans la région de Dakar, en ce qui concerne la fourniture des intrants. Les auteurs comme ARBELOT et al. (1997) avaient déjà suggéré les raisons de cette concentration autour de la région de Dakar en évoquant d'une part l'importance du marché de consommation urbain et la proximité du port et de l'aéroport (accès aux intrants) et d'autre part le climat plus frais propice à l'aviculture.

DUTEURTRE et al. (2005) ont établi à travers une enquête auprès des grands distributeurs de la région de Saint-Louis et de Kaolack que ces derniers dépendent étroitement de Dakar pour leur approvisionnement.

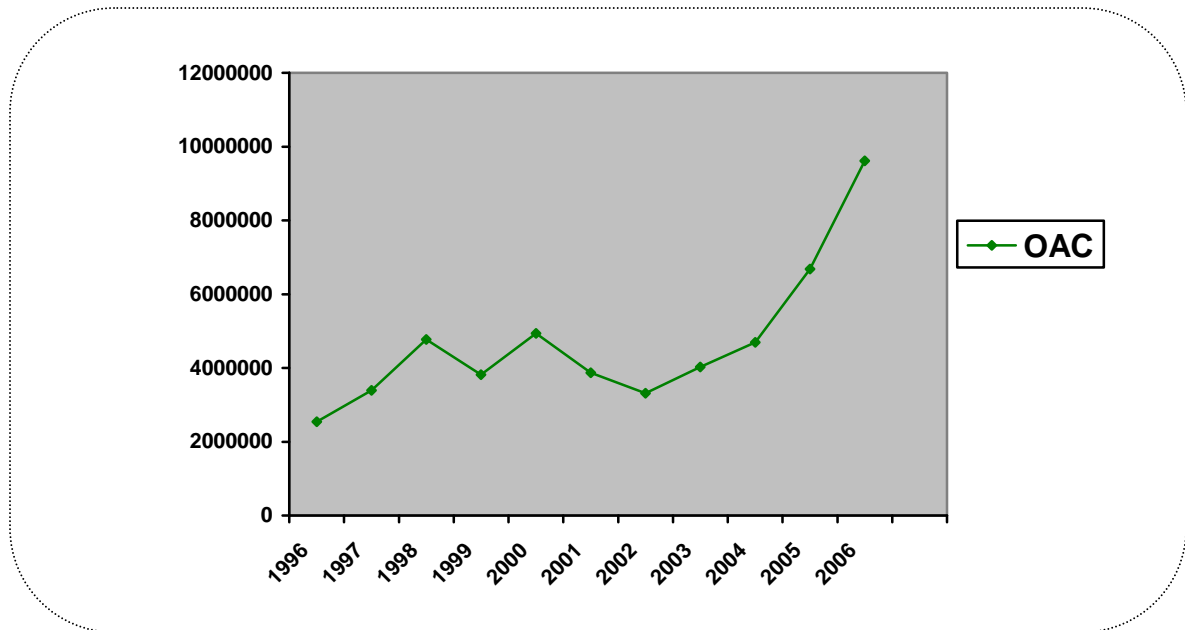
Le taux de croissance de 100 % enregistré par la production nationale de poussins nés au Sénégal est, du fait de l'arrêt des importations de poussins d'un jour, à l'origine du développement de la filière locale pour répondre à la demande de la population sénégalaise qui ne cesse de croître.

### ***3.1.3.2 Importations avicoles au Sénégal***

Etant donné que l'aviculture sénégalaise dépend presque exclusivement des importations qui lui permettent d'acquérir les intrants, les mesures restrictives prises par l'Etat sénégalais ont épargné les importations des poussins reproducteurs et des œufs à couver.

Nous avons remarqué que l'arrêt des importations de produits avicoles (poussins d'un jour, œufs de consommation et viande de volaille) a eu plus d'impact positif au niveau des importations d'œufs à couver pour l'année 2006 avec le cumul de 9 614 630 œufs importés par la filière. Ce chiffre constitue un record et représente presque le double de l'année 2005 qui était de 4 834 550 œufs. Ce qui confirme encore une fois de plus la demande importante et croissante en poussins d'un jour au Sénégal.

La figure 30 (page 115) montre l'évolution des importations contrôlées d'œufs à couver (volaille) de 1996 et 2006.



**Figure 30: Evolution des importations contrôlées des œufs à couvrir (OAC)**  
 Source : SENEGAL, CNA, 2007

On constate une hausse jusqu'à 98 puis une évolution en dents de scie entre 1998 et 2001 puis une baisse en fin de 2001 à 2002 et après une hausse importante jusqu'en 2006.

### ***3.1.3.3 Surveillance épidémiologique de l'Influenza aviaire au Sénégal***

Nous avons remarqué que la surveillance épidémiologique de l'IA au Sénégal, diligentée par le CONAGA et ses partenaires au cours de l'année 2006 a concerné en grande partie les oiseaux migrateurs.

Ceci peut se justifier par le fait que depuis le début de l'épizootie en 2003, on imputait plus de responsabilité de diffusion du virus H5N1 à la migration des oiseaux. Mais ce rôle a été révisé à cause des faits avérés d'émergence de l'IAHP liée aux mouvements commerciaux dans la plupart des pays jusque là touchés.

La surveillance active ainsi que passive effectuée n'a pas permis de déceler la présence du virus H5N1 dans la population de volailles domestiques et d'oiseaux migrateurs échantillonnés respectivement dans les différentes

régions et dans les sites ornithologiques à risque dont le Parc National des Oiseaux de Djoudj.

Notons qu'actuellement au Sénégal, le plateau technique de diagnostic constitué par deux entités à savoir LNERV et l'IPD est capable de diagnostiquer l'Influenza Aviaire HP dans un délai de 72 heures.

Il convient de noter aussi que depuis 2006, le Sénégal disposait de 2550 doses de vaxigrip<sup>ND</sup>, vaccins contre la grippe humaine et d'un stock de 2330 boîtes de 10 capsules 75 mg d'Oseltamivir (Tamiflu<sup>ND</sup>) dans la cadre de la surveillance de la grippe humaine (SENEGAL , CONAGA, 2007).

#### ***3.1.3.4 Risque lié à l'importation légale des Poussins reproducteurs et des œufs à couver***

Le risque d'émergence de l'IAHP à travers l'importation légale des poussins reproducteurs et des œufs à couver peut être considéré comme faible c'est-à-dire que la probabilité d'émergence de l'épizootie est peu élevée, mais possible dans certaines circonstances et nous estimons que cela est dû au fait que le Sénégal suit les recommandations de l'OIE qui interdisent entre autres, toute importation de volailles ou produits dérivés à partir d'un pays touché par l'IAHP.

En effet, le Brésil, la France, la Hollande, les Etats-Unis d'Amérique et la Belgique sont les principaux pays exportateurs du Sénégal et sont tous, à ce jour, indemnes de l'Influenza Aviaire aussi bien Hautement que Faiblement Pathogène.

Comme les poussins et les œufs importés transitent par l'aéroport, le renforcement de la surveillance épidémiologique depuis début 2006 dans le pays et surtout au niveau du port et de l'aéroport contribue largement à minimiser le risque d'introduction de l'épizootie.

Notons cependant que la dissémination du virus serait importante si l'introduction survenait, au niveau des élevages traditionnels et des marchés qui sont importants au Sénégal et cela sera pour autant occasionné par le



manque presque constant d'application des mesures de biosécurité constaté dans ces endroits.

Nos résultats sont comparables à ceux d'OLIVE et al. (2007) et GOUTARD et al. (2006) dans leurs travaux d'appréciation du risque d'émergence de l'IAHP en Ethiopie à la seule différence qu'ils se sont arrêtés à un seul scénario d'émergence alors que nous en avons établi plusieurs pour apprécier de nombreux cas de figure. Les raisons évoquées ci-haut s'appliquent aussi pour le cas de l'Ethiopie.

SABIROVIC et al. (2007) ont également abouti au même résultat pour ce qui est du risque d'introduction du virus H5N1 en Angleterre à partir d'un pays non européen déjà touchés par l'épizootie. Ceci s'explique par le fait que le réseau d'épidémiosurveillance anglais est assez satisfaisant pour détecter le virus avant introduction.

#### ***3.1.3.5 Risque lié aux importations illégales***

Compte tenu du fait que le commerce informel est important au Sénégal, le risque d'émergence de l'IAHP à travers les importations illégales des volailles et produits dérivés est estimé à un niveau modéré c'est-à-dire nettement possible.

Les importations illégales transitant par la frontière terrestre présentent un risque élevé comparativement à celles transitant par la frontière maritime et aérienne. Ceci peut s'expliquer par le fait la frontière terrestre est très poreuse avec des échanges commerciaux très importants mais surtout difficiles à contrôler.

Les travaux de SQUARZONI et al. (2006) avaient déjà établi le rôle capital qu'ont joué les importations illégales dans l'émergence de l'IAHP dans la plupart des pays africains déjà touchés, comme ce fut le cas au Nigéria.

#### ***3.1.3.6 Risque lié à l'avifaune sauvage***

Les oiseaux migrateurs au Sénégal constituent bel et bien un risque qu'il va falloir caractériser par la suite à travers des recherches approfondies qui pourront réduire le niveau d'incertitude qui persiste jusqu'à présent.

Notons cependant qu'il y a déjà eu en Afrique un cas d'émergence d'IAHP liée à l'avifaune sauvage rapporté au Cameroun avec des canards sauvages infectés (SQUARZONI et al., 2006).

Dans l'état actuel des connaissances, les ordres des Ansériformes (canards, oies, cygnes...) et Charadriiformes (goélands, mouettes...) ont été les plus souvent impliqués dans les cas d'infection à l'Influenza Aviaire Faiblement et Hautement Pathogène (WEBSTER et al., 1992 ; ALEXANDER, 2000).

Les travaux de GAIDET et al. (2007) effectués en début de l'année 2006 dans le cadre de la mission de screening diligentée par la FAO ont permis d'établir la présence du virus Influenza Aviaire mais faiblement pathogène chez les espèces de sarcelles d'été et de dendrocygnes veuf au Sénégal pendant l'hiver nordique.

Notons cependant qu'il y a encore beaucoup d'incertitude sur la circulation éventuelle des virus IA dans les populations d'oiseaux d'eaux douces en Afrique (GAIDET et al., 2007).

D'autres chercheurs tels que KRAUSS et al., (2007) viennent de prouver par la biologie moléculaire que l'incertitude persiste sur le rôle des oiseaux d'eau douce dans la circulation des souches hautement pathogènes (H5 et H7) des virus IA.

Les études effectuées jusqu'à présent ont montré que les couloirs et les périodes de migration des oiseaux migrateurs ne correspondaient pas toujours à la logique de dissémination du virus observée ces dernières années. Et les données sur les oiseaux d'eaux douces au Sénégal, issus de la migration paléarctique et inter-africaine révèlent le fait qu'il n'y a pas de cas d'IA dans des pays traversés par des flux migratoires très importants (WETLANDS INTERNATIONAL, 2006).

Notons le fait qu'il n'y a pas de cas rapporté de mortalité massive due à l'Influenza Aviaire dans les grandes zones d'hivernage d'Afrique et autour de ces zones et qu'un faible nombre d'oiseaux sauvages ont été trouvés morts depuis le début de la surveillance mondiale.

Prenant en considération toutes les incertitudes et faits établis, nous ne pouvons apprécier objectivement le niveau de risque d'introduction de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène au Sénégal à travers les oiseaux migrateurs.

Cependant,

- prenant en considération le fait que la période la plus à risque en terme de transmission virale et donc de contact semble corrélée à la dynamique saisonnière des virus (HALVORSON et al., 1985), mais également aux comportements des oiseaux sauvages réservoirs (TRACEY et al., 2004) ;
- considérant le fait que les rassemblements et les mouvements d'oiseaux pourraient faciliter la circulation virale (DEIBEL et al., 1985) ;
- considérant le fait que les oiseaux migrateurs élisent domicile pendant la période allant de novembre à avril au niveau des plans d'eau du Djoudj et des autres sites à risque identifiés au Sénégal ;
- considérant le fait que l'aviculture villageoise est importante dans les villages satellites au Djoudj (plus de 2242 poulets et 1240 canards ont fait l'objet du screening au cours de l'année 2006) ;

nous pouvons considérer la période allant de novembre à avril comme ayant une probabilité de circulation virale **Elevée** en cas d'introduction du virus au niveau du Djoudj.

Ainsi la surveillance de l'avifaune reste fondamentale pour détecter la présence éventuelle du virus et/ou suivre son expansion géographique.

### ***3.1.3.7 Communication relative au risque***

La mise en œuvre du plan de communication a connu bien des difficultés dues principalement au manque de moyens. Quelques activités ont cependant été réalisées avec l'appui de l'UNICEF à savoir : un atelier de briefing de la presse, un atelier d'élaboration des supports de communication et un pré test des outils de communication.

Beaucoup reste à faire dans ce domaine car comme le révèlent DIOUCK et al. (2007) dans leur étude réalisée en collaboration avec le CONAGA et l'ONG CRS, la grippe aviaire n'est pas suffisamment connue par les aviculteurs sur l'ensemble du territoire sénégalais de manière générale.

Ils estiment que la maladie est plus connue seulement dans la région de Dakar du fait de la proximité des sites d'information.

### **3.2 RECOMMANDATIONS**

Vu l'importance des dégâts occasionnés par l'influenza aviaire hautement pathogène dans le monde, tant sur le plan économique qu'hygiénique, des suggestions peuvent être faites à l'endroit des pouvoirs publics, des vétérinaires sénégalais, des aviculteurs et des médias.

Ces recommandations visent essentiellement la gestion du risque et la communication relative au risque.

#### **3.2.1 Aux pouvoirs publics**

Nous recommandons de :

- renforcer la surveillance par la démultiplication des postes vétérinaires au niveau local ;
- mettre en place des systèmes de détection et d'alerte rapide opérationnels ;
- renforcer la mission des vétérinaires privés en l'intégrant dans le mandant sanitaire ;
- de renforcer la surveillance épidémiologique au niveau des frontières terrestres et des marchés de volailles ;
- actualiser régulièrement le recensement et la localisation des élevages avicoles pour mieux dimensionner les plans de prévention et de lutte ;
- mettre en place une politique d'appui au développement de la filière avicole respectueuse des normes de biosécurité par des mesures incitatives (appui technique et financier) et de protection de la filière ;
- mettre en place une réglementation quant à la localisation des élevages avicoles dans le milieu urbain pour éviter le risque de pandémie de grippe lié à la promiscuité homme-volaille ;

- opérationnaliser un plan de prévention et de lutte basé sur le renforcement de la biosécurité au niveau des élevages ;
- inciter la population frontalière du Sénégal à plus de vigilance ;
- de faire appliquer les mesures de police sanitaire à tous les niveaux de la filière avicole ;
- opérationnaliser le plan de lutte et de prévention par la mise en cohérence des appuis et moyens (budget national, et aide internationale) ;
- faire la sensibilisation en s'appuyant sur des relais professionnels (organisation professionnelle ou organismes d'appui) ;
- encourager un échange permanent de l'information entre tous les acteurs de la filière ;
- impliquer davantage les structures habilitées telles que l'UNICEF et l'EISMV dans la campagne de sensibilisation ;
- faire des communications adéquates à l'endroit des professionnels et du grand public.

### **3.2.2 Aux importateurs et exploitants**

Les importateurs et exploitants avicoles devraient être responsabilisés et sensibilisés par rapport aux risques et aux conséquences liées à l'importation des produits infectés par le virus H5N1.

Le respect des mesures restrictives en vigueur en matière d'importation des volailles et produits dérivés doit être de rigueur.

Nous proposons par ailleurs de veiller à l'application stricte des mesures de biosécurité et de déclarer rapidement les non conformités auprès des autorités vétérinaires.

### **3.2.3 Aux partenaires techniques et organisations professionnelles en aviculture**

Nous recommandons d'articuler leurs activités, au plan national de lutte et de prévention.

Pour une bonne préparation à la gestion de la crise, nous proposons que les différents partenaires du secteur avicole et les organisations

professionnelles en aviculture mettent en place un fond de soutien aux aviculteurs. Cette compensation partielle permettrait aux bénéficiaires de combler le manque à gagner lié à l'inexploitation ou à la sous-exploitation des facteurs de production. Aussi, cela inciterait les aviculteurs à faire la déclaration immédiate de la maladie.

Du côté des organisations professionnelles en aviculture telles que le Collectif des Techniciens de l'aviculture (COTAVI), la Fédération des Acteurs de la Filière Avicole au Sénégal (FAFA) et l'Union Nationale des Acteurs de la Filière Avicole (UNAFSA), nous suggérons que les efforts consentis dans les activités de prévention et de sensibilisation soient mises en exergue. Cela permettrait de ressortir le retour d'expérience sur terrain et de favoriser les surveillances épidémiologiques, non seulement de la grippe aviaire, mais aussi de toutes les maladies avicoles existantes et émergentes.

#### **3.2.4 Aux vétérinaires sénégalais**

Nous recommandons de :

- être des garants pour l'Etat de l'application effective des mesures de biosécurité dans les élevages ;
- surveiller régulièrement l'évolution sanitaire des volailles dans les exploitations ;
- s'impliquer dans la sensibilisation des aviculteurs.

Les vétérinaires mandataires devront ainsi être des relais essentiels du système national d'épidémiosurveillance et de la mise en œuvre du plan national.

#### **3.2.5 Aux aviculteurs**

Le respect de la biosécurité constitue le maillon fondamental de la réduction des risques d'apparition des maladies chez les éleveurs. A cet effet, nous recommandons que :

- les aviculteurs respectent les mesures d'hygiène et de conduite d'élevage (utilisation de pédiluve, éviter la promiscuité avec les volailles, éviter l'élevage mixte, pratiquer la quarantaine des nouveaux venus, restrictions des visites dans son élevage, etc.) ;

- les équipements, vêtements, chaussures utilisés dans l'élevage devront faire l'objet de nettoyage et désinfection dans un endroit particulier (laverie) avant leur entrée et après leur utilisation dans le poulailler, afin d'éviter la propagation du virus ou d'autres germes ;
- seules les personnes essentielles auront accès aux poulaillers ;

### **3.2.6 Aux médias**

La contribution des média écrit et audiovisuel (presse et télévision) dans les activités de lutte est cruciale en termes de sensibilisation et de communication. Ainsi, nous recommandons qu'un comité paritaire composé de spécialistes en communication et de journalistes participent au plan national de prévention et de lutte contre l'épizootie en élaborant des supports de communication et des glossaires adaptés à la grippe aviaire.

Cela permettrait de rendre accessible, les informations sur la lutte contre la maladie, à toutes les cibles.

Nous recommandons aussi aux média d'éviter les messages qui créent la psychose, d'avoir de la précision dans les discours et de donner de l'information raisonnée et raisonnable.

## CONCLUSION GENERALE

Le système de production avicole au Sénégal est à plus de 80 % extensif et ce système dépend considérablement des importations pour l'acquisition des intrants. Le Sénégal connaît par ailleurs d'importants flux d'oiseaux migrateurs qui chaque année élisent domicile principalement au niveau du Parc National des Oiseaux du Djoudj.

Ces deux raisons placent le Sénégal parmi les pays à risque d'émergence de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.

Face à cette menace grandissante et par mesures de précaution, le gouvernement du Sénégal a pris des mesures restrictives pour empêcher l'introduction de l'épizootie à travers l'importation d'oiseaux d'élevage et de produits dérivés. En effet, par un arrêté interministériel pris en 2005, les importations des volailles et produits dérivés ainsi que les importations d'oiseaux sauvages ont été interdites sur le territoire sénégalais.

Seules les importations des poussins reproducteurs et des œufs à couver sont exemptées par ces mesures pour permettre à la filière avicole au Sénégal de continuer à fonctionner.

Un Comité National de Prévention et de Lutte contre la Grippe Aviaire (CONAGA) a été aussi mis en place avec pour mission principale de protéger le Sénégal de l'épizootie.

Une collecte de données ainsi que des entretiens avec des experts ont été diligentés dans le cadre de ce travail pour faire l'état de lieu sur la filière avicole, les importations des volailles et produits dérivés et l'avifaune sauvage au Sénégal. Les informations recueillies nous ont permis de construire des modèles événementiels décrivant les différents scénarii possibles pour l'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène au Sénégal.

Nous avons par la suite procédé à la combinaison des probabilités d'occurrence des événements constituant les scénarii pour l'estimation du risque.



Les arbres de probabilités ont été construits à partir des modèles événementiels et nous ont permis de distinguer 30 et 60 scénarii possibles pour l'émergence de l'épizootie liée à l'importation légale respectivement des poussins reproducteurs et des œufs à couver et 30 autres dans le cas des importations illégales des volailles et des produits dérivés.

L'analyse qualitative effectuée a permis de caractériser la probabilité d'émergence de l'influenza aviaire hautement pathogène comme variant de nulle à faible dans le cas des importations légales des poussins d'un jour et des œufs à couver et négligeable à modérée dans le cas des importations illégales des volailles et produits dérivés en fonction de plusieurs scénarii.

Au terme de notre travail, nous avons remarqué que les importations légales et illégales des volailles et produits dérivés représentent un risque à considérer avec beaucoup de vigilance pour empêcher l'émergence de la grippe aviaire sur le territoire sénégalais. Le réseau national d'épidémiosurveillance devra être suffisamment renforcé pour une action rapide et efficace en cas foyer de grippe aviaire et une meilleure communication sur le risque devra être envisagée pour permettre aux gestionnaires du risque et décideurs de prendre des actions idoines. Comme le dit MOUTOU (2006) et je cite : « les oiseaux migrateurs peuvent jouer un rôle, mais il avait peut être été surestimé. Le commerce des oiseaux domestiques en joue un autre et il avait peut-être été sous-estimé », alors la vigilance s'impose.

Du fait du caractère dynamique et évolutif du risque, nous recommandons que nos données soient actualisées au fil du temps pour voir l'évolution du risque et qu'une analyse quantitative soient envisagée à la suite de ce travail pour savoir le nombre d'années qu'il faut pour que l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène puisse émerger au Sénégal à partir d'un pays importateur touché si jamais cela devait arriver.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES

### 1. AEEMA : 2006

*La grippe aviaire*

Journées AESA-AEEMA 18 mai 2006

AEEMA, Epidémiologie des Maladies Animales. N° 50. -182p

### 2. AFSSA : 2006

*Grippe aviaire et risque de transmission du H5N1 par ingestion*

Article disponible en ligne sur <http://www.afssa.fr/ftp/32093-32094.pdf> [Consulté le 10 octobre 2007]

### 3. AHL A.; ACCREE J.A.; GIPSON P.S et al., 1993

*Standardization of nomenclature for animal health risk analysis*

Revue Scientifique et de l'Office Internationale des Epizooties. **12(4)** : 1045-1053

### 4. AKAKPO A.J., 2006

*Monographie sur l'Influenza Aviaire*

in Mallette pédagogique pour la sensibilisation sur la Grippe Aviaire, EISMV, Dakar

### 5. AKAKPO A.J., 2007

*Influenza Aviaire ou Grippe Aviaire : Etiologie et Epidémiologie*

Communication présentée lors de l'Atelier de formation des techniciens de laboratoires sur la surveillance et le diagnostic de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.

Atelier organisé par AU-IBAR et l'IRLI du 22 Janvier au 02 Février 2007 à Dakar

### 6. ALEXANDER D.J., 2000

*A review of Avian Influenza in different Birds species*

Vet. Microbiol. 74(1-2), 3-13

### 7. AUGUSTIN J.-C. et CARLIER, 2007

*Influenza Aviaire Hautement Pathogène : Risque lié à la consommation de denrées alimentaires*

Communication présentée lors de la conférence *Influenza Aviaire- Actualités vétérinaires*

Organisée le jeudi, 15 mars 2007 à l'Ecole vétérinaire nationale vétérinaire d'Alfort.

Chaire de pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour, ENVA-France

### 8. ARBELOT R. ; FOUCHER H. ; DAYON J.F. et al., 1997

*Typologie des aviculteurs dans la zone du Cap-Vert au Sénégal*

Revue Élev. Méd. vét. Pays trop. **50** (1) : 75-83

### 9. BANKOLE A., 2000

*Contribution à l'étude des caractéristiques et des contraintes de la production des oeufs de consommation dans la région de Dakar*

Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 13

- 10. BANKS J.; SPEIDEL E. et ALEXANDER DJ, 1998**  
*Characterisation of an avian influenza A virus isolated from a human: is an intermediate host necessary for the emergence of pandemic influenza viruses?*  
 Archives of virology 143(4): 781-787.
- 11. BLANCOU J. et al., 2002**  
*Epidémiologie et santé animale : analyse de risque*  
 Bulletin de l'Association pour l'Etude de l'Epidémiologies des Maladies Animales (AEEMA).  
 N°41. -215p
- 12. BIDJEH K., 2007**  
*Situation de l'Influenza Aviaire au monde et en Afrique*  
 Communication présentée lors de l' atelier de formation des techniciens de laboratoires sur la surveillance et le diagnostic de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.  
 Atelier organisé par AU-IBAR et l'IRLI du 22 Janvier au 02 Février 2007 à Dakar
- 13. BORM V. S. ; THOMAS I. ; HANQUET G. et al., 2005**  
*Highly pathogenic H5N1 Influenza virus is smuggled Thai eagles, Belgium*  
 Emerging Infectious Diseases. 11, 702-5
- 14. BRUGERE-PICOUX J., 2005**  
*Influenza aviaire hautement pathogène ou peste aviaire*  
 Bull Soc Vet Prat France 89 : 5-15
- 15. BRUGERE-PICOUX J. et KODJO A., 2007**  
*Le diagnostic différentiel de l'Influenza Aviaire*  
 Communication présentée lors de la journée Influenza Aviaire- Actualités vétérinaires  
 Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Jeudi le 15 mars 2007
- 16. CAMPITELLI L., MOGAVERO E., DE MARCO M.A. et al., 2004**  
*Interspecies transmission of an H7N3 influenza virus from wild birds to intensively reared domestic poultry in Italy*  
 Virology, 323(1): 24-36
- 17. CAPPUCCI D.T., JOHNSON D.C. , BRUGH M. et al., 1985**  
*Isolation of avian influenza virus (subtype H5N2) from chicken eggs during a natural outbreak.*  
 Avian Dis 29(4): 1195-200.
- 18. CAPUA I et ALEXANDER, 2002**  
*Avian influenza and human health*  
 Acta tropica 83(1): 1-6
- 19. CAPUA I. et MUTINELLI F., 2001**  
*A Colour atlas & text on Avian Influenza*  
 Papi Editore. Casalecchio di Reno, Bologna. - 50p
- 20. CERF O., SANAA M., DUFOUR B. et TOMA B., 1996**  
*Nomenclature proposée pour l'analyse de risque en santé humaine et animale*  
 Epidémiol. et santé animale, 30 : 35-43

- 21. CHEN H., SMITH G.L.D., LI K.S. et al., 2005**  
*Establishment of multiple sublineages of H5N1 Influenza virus in Asia: Implications for pandemic control*  
PNAS. **103**(8). 2845-2850
- 22. De JONG M.D. ; CAM B.V ; QUI P.T et al., 2005**  
*Fatal avian influenza A (H5N1) in a child presenting diarrhoea followed by coma*  
The England Journal of Medicine **352**, 686-691
- 23. DECOSTER A., 2006**  
*Les Myxovirus et autres virus respiratoires*  
Disponible en ligne sur <http://anne.decoستر.free.fr/d1viro/vgrippe.html>  
[Consulté le 31 mars 2007]
- 24. DELVALLEE T., 2006**  
*Grippe aviaire : actualités et transmission chez l'homme 1/3*  
Dossier - Apprendre, comprendre et approfondir  
Disponible en ligne sur <http://www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier647-6.php>  
[Consulté le 01 avril 2007 à 12h00]
- 25. DEIBEL R. ; EMORD D.E. ; DUKELOW W. et al., 1985**  
*Influenza viruses and paramyxoviruses in ducks in the Atlantic flyway, 1977-1983, including an H5N2 isolate related to the virulent chicken virus*  
Avian Dis., **29** (4), 970-85
- 26. DUFOUR B. et POUILLOT R., 2002**  
*Approche qualitative du risque*  
Epidemio. et santé Anim. **41** : 35-43
- 27. DUTEURTRE G. ; DIEYE P.N. et DIA D., 2005**  
*L'impact des importations de volailles et de produits laitiers sur la production locale au Sénégal*  
ISRA, Etudes et documents, 1 (**8**).-78p
- 28. DIOP A., 1982**  
*Le poulet de chair au Sénégal : production, commercialisation et perspectives de développement*  
Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 8
- 29. DIOP M. B., 2007**  
*Influenza Aviaire ou Grippe Aviaire : Etiologie et Epidémiologie*  
Communication présentée lors de l'Atelier de formation des techniciens de laboratoires sur la surveillance et le diagnostic de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.  
Atelier organisé par AU-IBAR et l'IRLI du 22 Janvier au 02 Février 2007 à Dakar

- 30. DIOUCK D., TRAORE E.H., FAYE P.D. et al., 2007**  
*Programme d'urgence d'assistance pour le contrôle du péril acridien et de la grippe aviaire- Etude de base pour l'établissement de la situation de référence de sites d'intervention au Sénégal*  
 Document réalisé pour l'ONG Catholic Relief Services (CRS) avec la collaboration technique du CONAGA (Document pas encore publié). -40p
- 31. DOCTRINAL D. ; ARTOIS M. ; SABATIER P. et al., 2006**  
*Modélisation du risque d'exposition de la volaille aux virus influenza aviaire d'origine sauvage*  
 Texte de la communication orale présentée lors de la Journée AESA-AEEMA, 18 mai 2006
- 32. DODMAN T., DIAGANA C.H. : 2003**  
*African Waterbird Census / Les Dénombrements d'Oiseaux d'eau en Afrique 1999, 2000 & 2001* Wetlands International Global Series n° 16, Wageningen.
- 33. DUFOUR B. et POUILLOT R., 2002**  
*Approche qualitative du Risque*  
 Epidémiol. Et santé anim. **41**, 35-43
- 34. DOUMBIA F., 2002**  
*L'approvisionnement en intrants de la filières avicole moderne au Sénégal*  
 Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 27
- 35. DUCATEZ M.F., OLINGER C.M., OWOADE A.A. et al., 2006**  
*Avian flu : Multiple introductions of H5N1 in Nigeria*  
 Nature 2006 Jul 06, **442**(37)
- 36. ENCYCLOPEDIE DES OISEAUX, 2007**  
 Encyclopédie disponible en ligne sur <http://www.oiseaux.net/> [consulté 10 juillet 2007]
- 37. FAO, 2007**  
 Site officiel : <http://www.fao.org> [Consulté le 20 Octobre 2007]
- 38. GAIDET N. ; DODMAN T. ; CARON A. et al., 2007**  
*Avian influenza viruses in water birds, Africa*  
 Emerging Infectious Diseases [serial on the Internet]. **14** (3)  
 Available from <http://www.cdc.gov/EID/content/13/4/626.htm> [Consulté le 12 Mars 2007]
- 39. GBAGUIDI L. M. :2007**  
*L'influenza aviaire en Afrique subsaharienne*  
 Communication présentée lors de la journée Influenza Aviaire- Actualités vétérinaires Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Jeudi le 15 mars 2007. 139-147
- 40. GILSDORF A., BOXALL N., GASIMOV V. et al., 2006**  
*Two Clusters of Human Infection with Influenza A/H5N1 virus in the republic of Azerbaijan, February-March 2006*  
 Eurosurveillance. **11**(5). 122-6
- 41. GOUBAU P., 2006**  
*Risques de la grippe aviaire pour la santé publique*  
 Epidémiologie et santé animale. **50**, 11-18

- 42. GOUTARD F. et MAGALHAES S. R., 2006**  
*Risk and Consequence assessment of HPAI introduction in Ethiopia*  
 Rapport de la mission FAO en Ethiopie OSRO/ETH/601/MUL FAO/EMR/MOU-/06  
 Montpellier France. -72p
- 43. GOUTARD F. ; ROGER F. ; GUITAN J. et al., 2007**  
*Conceptual Framework for Avian Influenza Risk Assessment in Africa : The cas of Ethiopia*  
 Avian Diseases **50**: 504-506
- 44. GUEYE A., 2003**  
 Figure: *Elevage en plein air*  
 Communication personnelle
- 45. GUEYE A., 2003**  
 Figure : *Elevage moderne*  
 Communication personnelle
- 46. GUEYE E.F., 1998**  
*Poultry plays an important role in African life*  
 World Poultry. **14** (10)
- 47. GUEYE E.F., 2004**  
*Contribution de l'aviculture familiale dans la satisfaction des besoins en viande du Sénégal*  
 Notes et Communications, RASPA 2004 **2**(3-4). -275p
- 48. GUEYE E.F., 2003**  
*Poverty alleviation, food security and the well being of the humain population through family poultry in low-income food deficit countries*  
 Journal of Food, Agriculture & Environment. **1**(2): 12-21
- 49. GUEYE E.F. et BESSEI W., 1997**  
*The importance of poultry farming in Senegal*  
 Animal Research and Development. **45**, 82-88
- 50. HABYARIMANA W., 1998**  
*Contribution à l'étude des contraintes au développement de l'aviculture moderne dans la région de Dakar*  
 Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 18
- 51. HALVORSON D.A ; KELLEHER C.J. et SENNE D.A., 1985**  
*Epizootiology of avian influenza : effect of season on incidence in sentenel ducks and domestic turkeys in Minnesota*  
 Appl. Envir Microbiol.,**49**(4), 914-9
- 52. HINSHAW V.S., WEBSTER R.G., EASTERDAY B.C. et al., 1981**  
*Replication of avian influenza A viruses in mammals.*  
 Infect. Immun. **34**(2): 354-61.

**53. JESTIN V. et PICAULT J.P., 2006**

*Epidémiologie de l'influenza aviaire en France - Organisation de la surveillance et bilan des cas H5N1*

Communication présentée lors de la journée Influenza Aviaire- Actualités vétérinaires Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Jeudi le 15 mars 2007.

**54. KABORET Y.Y., 2007**

*Situation de l'Influenza Aviaire au monde et en Afrique*

Communication présentée lors de l'atelier de formation des techniciens de laboratoires sur la surveillance et le diagnostic de l'Influenza Aviaire Hautement Pathogène.

Atelier organisé par AU-IBAR et l'IRLI du 22 Janvier au 02 Février 2007 à Dakar

**55. KOBASA D., KODIHALLI S., LUO M. et al., 1999**

*Amino acid residues contributing to the substrate specificity of the influenza A virus neuraminidase*

J Virol 73(8): 6743-51

**56. KOE P., 2001**

*Contribution à l'étude de l'impact économique de la coccidiose chez la poule ponde dans élevage semi industriel au Sénégal*

Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 7

**57. 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.

**58. KRAUSS S., OBERTZ C.A., FRANKS J. et al., 2007**

*Influenza in Migratory Birds and Evidence of Limited Intercontinental Virus Exchange*

Plos Pathogens, a peer-reviewed open-access journal published by the Library of Science 11(3), e167

Article disponible en ligne sur <http://pathogens.plosjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1371/journal.ppat.0030167> [consulté le 14 novembre 2007]

**59. LAVER, GRAEME et GARMAN E., 2001**

*The Origin and Control of Pandemic Influenza*

Science, vol. 293, 2001, p. 1776 et 1777.

**60. LE GRAND D., 1988**

*Situation actuelle de l'aviculture sénégalaise : types et méthodes d'élevage des poulets de chair et des pondeuses*

Thèse Méd. Vét. Dakar-3

**61. LI Y., LIN Z., SHI J. et al., 2006**

*Detection of Hong Kong 97-like H5N1 influenza viruses from eggs of Vietnamese waterfowl*

Arch Virol (Mar 13, 2006).

- 62. LU H., CASTRO A.E., PENNICK K. et al., 2003**  
*Survival of Avian Influenza virus H7N2 in SPF chickens and their environments*  
 Avian Dis. **47**(3 Suppl): 1015-21
- 63. LY C.; SAVANE M.; SECK M.T. et al., 1999**  
*L'aviculture rurale au sud su Sénégal*  
 Cahier Agricultures. **8**, 123-125
- 64. MACDIARMID C. S., 1991**  
*Risk Analysis and the importation of animals*  
*Surveillance 18 (5). 8-11*
- 65. MAHAMAT A., 2002**  
*Etude de la filière des œufs de consommation au Cameroun*  
 Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 33
- 66. MOUTOU F., 2006**  
 Evaluation des risques d'épizootie  
 Epidémiol. et santé anim., **50**,1-9
- 67. MURRAY N., 2002**  
*Import risk analysis*  
 Animals products. MAF New Zealand, Wellington (NZ). -183p
- 68. MURPHY BR et WEBSTER RG: 1996**  
*Orthomyxoviruses*  
 New York: Raven Press. 1397-445
- 69. MUSABIMANA K.F., 2005**  
 Consommation et commercialisation des oeufs à Dakar (Sénégal)  
 Thèse Méd. Vét. : Dakar
- 70. NEUMANN A. et KAWAOKA Y., 2006**  
 Host range restriction and pathogenicity in the context on influenza pandemic  
 Emerg. Infect. Dis. **12**, 881-886
- 71. OIE, 2004**  
*Handbook on import Risk Analysis for Animals and Animal Products*, Volume 1: Introduction and qualitative risk analysis.  
 OIE, Office International des Epizooties
- 72. OIE, 2005**  
*Section 1.3, Import Risk Analysis*  
 Terrestrial Animal Health Code  
 Disponible en ligne sur [http://www.oie.int/fr/normes/mcode/F\\_summry.htm?e1d11](http://www.oie.int/fr/normes/mcode/F_summry.htm?e1d11)  
 [Consulté le 16 mars 2007]
- 73. OIE, 2007**  
 Fiche OIE : Influenza aviaire  
 [En ligne] Accès internet : [http://www.oie.int/eng/avian\\_influenza/disease.htm](http://www.oie.int/eng/avian_influenza/disease.htm) / page consultée le 17/12/2007



**74. OLIVE M.-M., GOUTARD F., DEMISSIE A. et al., 2007**

*Qualitative Risk Assessment of the introduction of H5N1 virus in Ethiopia by the commercial trades*

Proceedings of the 12th International Conference of AITVM, August 20-22nd, 2007, Montpellier, France

**75. OMS, 2007**

Epidemic and Pandemic Alert Response (EPR)

Disponible en ligne sur <http://www.who.int/csr/alertresponse/en/> [consulté le 14 novembre 2007]

**76. PARRISH CR and KAWAOKA Y., 2005**

*The origins of new pandemic viruses: the acquisition of new host ranges by canine parvovirus and influenza A viruses*

Annu Rev Microbiol 59: 553-86

**77. PEIRIS M. et al., 1999**

*Human infection with Influenza H9N2*

Lancet. **354** (9182): 916-7

**78. POUILLOT R., 2002**

*Caractérisation d'une loi de distribution d'une variable entrant dans un modèle d'analyse de risque probabiliste*

Epidémiologie et santé animale. **41**, 113-143

**79. POUILLOT R. et SANAA M., 2002**

*Bases probabilistes et statistiques nécessaires à l'appréciation du risque*

Epidémiologie et santé animale. **41**, 65-81

**80. PUTHAVATHANA P., AUEWARAKUL P., CHAROENYING P.C. et al., 2005**

Molecular characterization of the complete genome of human influenza H5N1 virus isolates from Thailand." J Gen Virol 86(Pt 2): 423-33.

**81. R.E.S.E.S.A.V., 2000**

Le Réseau Sénégalais d'Epidémiosurveillance Aviaire: *Présentations des premiers résultats*

Epidémio Et Santé Animale. 105-116

**82. SABIROVIC M.; HALL S.; WILESMITH J. et al., 2006**

*H5N1 situation in Europe and potential risk factors for the introduction of the virus to the United Kingdom*

DEFRA-International Animal Health Division, 1A Page Street, London, SW1P 4PQ, UK.

Version 1(released 17 January 2006). -26p

**83. SABIROVIC M., HALL S., WILESMITH J., et al., 2007**

Assessment of the risk of Introduction of H5N1 HPAI Virus from affected countries to the UK

Avian Diseases, **50**, 340-343

- 84. SABIROVIC M.; WILESMITH J.; GRIMLEY P. et al : 2006**  
Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) in Eastern Europe and Asia  
DEFRA, 1A Page Street, London, SW1P 4PQ, UK. Version 1(*released 17 January 2006*). -9p
- 85. SCHNURRENBERGER P.R.; WOODS G.T. et MARTIN R.J., 1970**  
*Serologic evidence of human infection with swine influenza virus*  
Am. Rev. Respir. Dis. **102**, 356-61
- 86. SENEGAL, CNA, 2006**  
*Statistiques 2005 - Filière Avicole Moderne*  
Centre National d'Aviculture-Février 2006
- 87. SENEGAL, CNA, 2006**  
Figure : *Fermes et Marchés de Volailles des Régions de Dakar et Thiès*  
Communication personnelle
- 88. SENEGAL, CNA, 2007**  
*Statistiques 2006 - Filière Avicole Moderne*  
Centre National d'Aviculture-Février 2007
- 89. SENEGAL, CONAGA, 2007**  
*Programme National de Prévention et de Lutte contre la Grippe Aviaire*  
*Bilan de mise en œuvre* (octobre 2005-décembre 2006). -41p
- 90. SENEGAL, DIREL, 2005**  
*Rapport annuel, 2005*. - 129p
- 91. SENEGAL, DIREL, 2007**  
*Annexes: Copie de du certificat zoosanitaire, copie du certificat de désinfection des œufs et copie de l'Arrêté Interministériel portant interdiction d'importer des produits de l'aviculture et de matériels avicoles usagers au Sénégal*  
Communication personnelle
- 92. SEO SH; HOFFMANN E. and WEBSTER RG, 2004**  
*The NS1 gene of H5N1 influenza viruses circumvents the host anti-viral cytokine responses.*  
Virus Res **103**(1-2): 107-13.
- 93. SJOBERG L., 2000**  
*Factors in risk perception*  
Risk analysis. **20**, 1-11
- 94. SIMON A.; DOCTRINAL D. et BICOUT D.J., 2006**  
*Risque de contact entre oiseaux sauvages et domestiques dans la région de la Dombes, France*  
Epidémiol. et santé anim., **50**,27-39
- 95. SQUARZONI S.; BASTIAENSEN P. ; PLANTE C. et al., 2006**  
*La grippe Aviaire en Afrique Subsaharienne: un premier bilan*  
Texte de communication affichée lors des journées AESA-AEEMA, 18-19 mai 2006.  
Epidémiologie et santé animale. **50**, 57-59

- 96. SQUARZONI S.; BASTIAENSEN P. ; DENORMANDIE N. et al : 2006**  
*Evaluation des réseaux épidémiosurveillance des pays membres du PACE*  
PACE, 307-322
- 97. SWAYNE D.E. et SUAREZ D.L. : 2000**  
*Highly Pathogenic Avian Influenza*  
Rev. Sci. Tech. Office Internationale des Epizooties (OIE). 19 (2), 463-482  
Agri. Experiment Station, University of Maryland.
- 98. THAPON L. et BOURGEOIS C. M., 1994**  
Œufs et ovoproduits  
Sciences et technique Agro-alimentaire (collection)  
Paris : CDIUuPA. -344p
- 99. TOMA B., 2002**  
*L'appréciation quantitative du risque : notions générales*  
Epidémiologie et santé animale. **41**, 51-63
- 100. TOMA B. ; DUFOUR B. ; SANAA M. et al., 2001**  
*Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies majeures*  
AEEMA. -696p
- 101. TOMA B.; DUFOUR B. et SANAA M., 2002**  
*Généralités sur l'analyse de risque*  
Epidémiologie et santé animale. **41**, 5-17
- 102. TRACEY J.P.; WOODS R. ; ROSHIER D. et al., 2004**  
*The role of wild birds in the transmission of avian influenza for Australia: an ecological perspective*  
Emu, 104, 109-124
- 103. TROLLIET B., GIRARD O., FOUQUET M., 2003**  
*Evaluation des populations d'oiseaux d'eau en Afrique de l'Ouest*  
Article disponible en ligne  
sur [http://www.oncfs.gouv.fr/events/point\\_faune/oiseaux/2003/trolliet2003.pdf](http://www.oncfs.gouv.fr/events/point_faune/oiseaux/2003/trolliet2003.pdf) [Consulté le 20 octobre 2007 à 10h30]
- 104. UIPRASERTKUL M., PUTHAVATHANA P., SANGSIRIWUT K., 2005**  
*Influenza A H5N1 replication sites in humans*  
Em. Infect. Dis. **11**, 1036-1041ss
- 105. UNGCHUSAK K., AUEWARAKUL P., DOWELL S.F., KITPHATI R. et al., 2005**  
*Probable person-to-person transmission of Avian Influenza A (H5N1)*  
N. Eng. J. Med. **352**, 333-340
- 106. 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

- 107. VAN DEN BERG T.: 2007**  
Diagnostic de l'Influenza Aviaire  
Communication présentée lors de la journée Influenza Aviaire- Actualités vétérinaires  
Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Jeudi le 15 mars 2007. 89-103
- 108. VAN RIEL D., MUNSTER V.J., DE WIT E. et al.: 2006**  
*H5N1 virus attachment to lower respiratory tract*  
Science, **312**, 399
- 109. VERBIEST J-P.A. and CASTILLO C.N. : 2004**  
*Avian Flu: An Economic Assessment for Selected Developing Countries in Asia*  
ERD Policy Brief Series, No. 24. ADB, Manila, Philippines.
- 110. VOSE D. J. : 2000**  
*Risk Analysis - A quantitative guide*  
John & Sons, LTDA, New York
- 111. WEBSTER RG : 1998**  
*Influenza: An Emerging Disease*  
Emerging Infectious Diseases. **4**(3), 436-441
- 112. WEBSTER RG, BEAN WJ , GORMAN OT et al: 1992**  
Evolution and ecology of Influenza A viruses  
Microbiol. Rev. **56**(1), 152-79
- 113. WETLANDS INTERNATIONAL, 2006**  
*Rôle des oiseaux migrateurs dans l'épidémiologie de l'Influenza Aviaire*  
Communication présentée lors de l'atelier de formation des experts GA  
Atelier organisé par AU-IBAR du 31 Octobre au 04 Novembre 2006 à Dakar
- 114. WETLANDS INTERNATIONAL, 2007**  
Site officiel : <http://www.wetland.org> [Consulté le 10 Octobre 2007]
- 115. WIKIPEDIA, 2007**  
Grippe aviaire  
Encyclopédie en ligne, article disponible sur [http://fr.wikipedia.org/wiki/Grippe\\_aviaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Grippe_aviaire)  
[consulté le 20 octobre 2007]
- 116. YUEN KY and WONG SS, 2005**  
*Human infection by Avian Influenza A H5N1*  
Hong Kong Medical Journal. **11**(9). 189-99
- 117. ZEPEDA S.C.: 1998**  
*Méthode d'évaluation des risques zoonosaires lors des échanges internationaux*  
In. Séminaire sur la sécurité zoonosaire des échanges dans les Caraïbes. Ed. OIE. 2-17
- 118. ZWART O.; VELDHUIJZEN K.I.; ELAM G. and al.: 2007**  
Avian Influenza Risk Perception, Europe and Asia  
CDC, Emerging Infectious Diseases. **13**(2). 291-293

## **ANNEXES**

## I) Caractéristiques des différents systèmes de production



### *Surveillance of AI in Diverse Countries*

#### CHARACTERISTICS OF FOUR DIFFERENT POULTRY PRODUCTION SYSTEMS

Characteristics	Poultry Production Systems				
Parameter	Industrial and Integrated Production	Commercial poultry production		Village or backyard Production	
		Large Scale	Small-Scale	Poultry	Domestic ducks
Biosecurity	High	High	Low	Low	Low
Production System	System 1	System 2	System 3	System 4	System 5
Biosecurity	High	Medium	Low	Low	Low
Market outputs	Export and urban	Urban/rural	Live urban/rural	Rural	Rural/Urban
Location	Near capital and major cities	Near capital and major cities	Smaller towns and rural areas	Outdoors	Outdoors
Type of confinement	Indoors	Indoors	Indoors/Part-time outdoors	Not confined	Not confined
Housing	Closed	Closed	Closed/Open	Minimal	None
Contact with other poultry	None	None	Yes		
Contact with domestic ducks	None	None	Yes	Yes	Yes
Contact with other domestic birds	None	None	Yes	Yes	Yes
Contact with wildlife	None	None	Yes	Yes	Yes

## II) Paramètres à considérer pour l'appréciation de risque

### A) Risque lié à l'importation légale des volailles et produits dérivés

#### **Introduction :**

- Pays d'origine des produits
- Volume des importations
- Statut sanitaire des produits
- Types de test avant importation
- Liste de pays/ institutions agréées
- Procédures d'agrément
- Les effets de stockage et de transport (possibilités de contamination)
- Types de contrôle aux services vétérinaires frontaliers
- Prélèvements réalisés
- Résultats de laboratoire...

#### **Dissémination ou exposition**

- Système de production avicole au Sénégal
- Type de fermes (commercial, semi-commercial, villageois)
- Niveau de biosécurité
- Système de transport
- Marchés de volailles ...

Sources identifiées : *CONAGA, COTAVI, CNA, DIREL, LNERV, IPD, CONAGA ; Les Services d'Inspection Vétérinaires Frontaliers, FAO, OIE, Internet...*

### B) Risque lié aux oiseaux migrateurs

- Espèces migratrices présentes au site à risque: Effectif, Ecologie, Ethologie, Biologie, Réceptivité/ sensibilité au virus H5N1
- Nature des sites d'accueil
- Degré de mixage de ces espèces
- Espèces grégaires
- Prévalence du pays d'origine
- Le parcours de migration
- Pays infectés traversés (Arrêts dans ces pays)
- Durée et distance parcourue
- Combien d'oiseaux malades détectés...
- Effectif d'oiseaux locaux sensibles présents au site
- Réceptivité/ sensibilité des oiseaux locaux au virus H5N1
- Durée de survie des oiseaux locaux à l'infection
- Effectif de volailles domestiques en contact du site à risque
- Proximité de fermes du site
- Type de ferme (Extensive ou intensive),
- Ferme sentinelle
- Procédures de détection de l'infection...

Sources identifiées : *CONAGA, PNOD, Wetlands International, Direction des Parcs Nationaux, Direction des Eaux et Forêts, FAO, OIE, Internet...*

### III) Liste des experts

- Col. Abdoulaye Ndiaye, Directeur Adjoint, Wetland International Programme Afrique
- Dr Malick FAYE, Directeur de l'Élevage au Sénégal
- Dr Mamadou Diagne, Chef des Services Vétérinaires du Port et de l'Aéroport, Inspecteur Régional des Services Vétérinaires de Dakar
- Dr Coumba FAYE, CNA
- Mme Mouleid FALL, CAN
- Lt Abba SONKO, Division faune, Direction des Eaux et Forêts
- Dr Joseph SARR, chef du département de virologie, LNERV
- Dr BENDERDOUCHE, Conseiller technique N°1, Ministère de l'Élevage
- Dr Frédéric POUDEVIGNE, Coordonnateur Régional Afrique de l'Ouest et du Centre, Centre d'Urgence pour les Maladies Transfrontalières, FAO
- Dr Fatou TALL, laboratoire de Microbiologie et des Pathologies Aviaires, LNERV
- Dr Bidjeh KEBKIBA, Epidémiologiste principal, UA-BIRA
- Dr Nicolas DENORMANDIE, Assistant technique Régional, PACE/UA-BIRA
- Dr Cecile SQUARZONI, Vétérinaire Epidémiologiste, PACE/UA-BIRA
- Dr Mbargou LO, Conseiller Technique, Chef de la Division Protection Zoosanitaire, DIREL
- Dr Jérôme THONNAT, Conseiller Technique du Directeur de l'EISMV
- Dr Amadou GUEYE, COTAVI
- Dr Guillaume DUTEURTRE, Agricultural Economist, ISRA-BAME
- Dr Cheryl M. FRENCH, Assistante au Directeur Régional- Afrique, APHIS-USDA
- Dr Raphael COLY, Agricultural specialist, APHIS-USDA
- Dr Yousou El-Hadji NDIAYE, Chef de la Surveillance Epidémiologique du Sénégal, DIREL
- Dr Cheikh Sadibou FALL, Ancien coordonnateur du CONAGA, Ministère de l'Élevage
- Pr Serge Niangoran BAKOU, EISMV
- Pr Yalacé Yamba KABORET, EISMV
- Pr Ayayi Justin AKAKPO, EISMV
- Pr Bernard Marcel DIOP, CHU Hann



## IV) Arrêté Interministériel portant interdiction d'importer des produits de l'aviculture et de matériels avicoles usagers

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
Un Peuple – Un But – Une Foi

24.11.2005\*007717

ARRETE INTERMINISTERIEL N°  
PORTANT INTERDICTION D'IMPORTER  
DES PRODUITS DE L'AVICULTURE ET  
DE MATERIELS AVICOLES USAGES.

LE MINISTRE DU COMMERCE,  
LE MINISTRE DE L'ELEVAGE,

- Vu la Constitution,
- Vu la Loi 87.47 du 28 décembre 1987 portant Code des Douanes ;
- Vu la Loi 94-68 du 22 août 1994 relative aux mesures de sauvegarde de la production nationale contre les pratiques commerciales illicites ;
- Vu la Loi n° 94- 83 du 30 décembre 1994 autorisant la ratification de L' Accord de Marrakech instituant l'Organisation Mondiale du Commerce ;
- Vu le décret 2004-561 du 21 avril 2004 portant nomination du Premier Ministre ;
- Vu le décret 2005-705 du 09 août 2005 mettant fin aux fonctions de Ministres, nommant de nouveaux Ministres et fixant la composition du Gouvernement ;
- Vu le décret 2005-724 du 11 août 2005 portant répartition des services de l'Etat et du contrôle des établissements publics, des sociétés nationales et des sociétés à participation publique entre la Présidence de la République, la Primature et les Ministères ;
- Vu l'arrêté n° 005884 du 24 octobre 2005 portant création d'un Comité national de prévention et de lutte contre la grippe aviaire ;

Sur le rapport conjoint du Directeur du Commerce Extérieur et du Directeur de l'Elevage,

### ARRETEMENT :

**Article premier** : conformément aux dispositions de l'article XX.b de l'Accord Général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT) de l'Organisation Mondiale du Commerce, l'importation des produits et matériels avicoles, ci-après, de toute origine et de toute provenance, est interdite sur toute l'étendue du territoire national :

- les volailles vivantes, y compris les poussins d'un jour chair et ponte (position tarifaire 01-05) ;
- les viandes de volailles et les découpes de volailles (position tarifaire 02-07) ;
- les œufs frais et ovo produits destinés à la consommation (positions tarifaires 04-07 et 04-08) ;
- le matériel d'exploitation avicole usagé ( toutes positions tarifaires).

Source : SENEGAL, DIREL, 2007

#### IV) Arrêté Interministériel portant interdiction d'importer des produits de l'aviculture et de matériels avicoles usagers (Suite 1)

**Article 2 :** par dérogation aux dispositions de l'article précédent, sont admises sur le territoire douanier, sur autorisation du Ministre chargé de l'Elevage, les importations :

- des poussins d'un jour destinés à la reproduction, sur présentation du certificat zoosanitaire établi par les services vétérinaires officiels du pays exportateur et attestant que les poussins sont indemnes de grippe aviaire. Les poussins ainsi autorisés seront mis en quarantaine par les services vétérinaires aux frais de l'importateur ;
- des œufs à couvrir, sur présentation d'un certificat d'origine et de salubrité établi par les services vétérinaires officiels du pays exportateur et attestant de la désinfection des œufs avant leur embarquement. Les œufs ainsi autorisés, seront désinfectés par les services vétérinaires sénégalais avant leur enlèvement.

**Article 3 :** Les dispositions du présent arrêté ne sont pas applicables aux produits avicoles ci-dessus indiqués, expédiés directement à destination du Sénégal avant le 26 octobre 2005. Les justifications doivent résulter des derniers titres de transport créés avant cette date.

**Article 4 :** le Directeur Général des Douanes, le Directeur de l'Elevage, le Directeur du Commerce Extérieur, le Directeur du Commerce Intérieur, le Directeur de la Santé,,sont chargés chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel.

Fait à Dakar, le .....

Le Ministre de l'Elevage  
  
Le Ministre  
de l'Elevage  
**Oumy Khairy GUEYE SECK**

Le Ministre du Commerce  
  
Le Ministre  
du Commerce  
**Mamadou DIOP**

## V) Certificat zoosanitaire



CPIOF.AS.SET/03  
Proposta

### REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

CERTIFICADO ZOOSANITÁRIO PARA EXPORTAÇÃO DE AVES DE UM DIA OU DE OVOS FÉRTEIS PARA A UNIÃO ECONÔMICA E MONETÁRIA DO OESTE AFRICANO (UEMOA)  
ANIMAL HEALTH CERTIFICATE FOR EXPORTATION OF DAY OLD POULTRY OR HATCHING EGGS TO UNION ECONOMIQUE ET MONÉTAIRE OUEST AFRICAINE (UEMOA)

PAÍS DE DESTINO / COUNTRY OF DESTINATION: SENEGAL

CERTIFICADO N.º 332/2007.  
Certificate N.º 332/2007.

( ) AVES DE UM DIA / DAY OLD POULTRY ( X ) OVOS FÉRTEIS / HATCHING EGGS

#### I. IDENTIFICAÇÃO / IDENTIFICATION

A. ESPÉCIE / SPECIES: Gallus domesticus (galinhas) / Gallus domesticus (fowl)

B. RAÇA / BREED: COBB

C. CLASSIFICAÇÃO / CLASSIFICATION:

- ( ) Bisavós / great grandparents  
( ) Avós / grandparents  
( ) Matrizes / Breeders  
( x ) Comercial / Comercial

D. LINHAGEM / STRAIN:

( x ) corte / broiler ( ) postura / layer hens

E. QUANTIDADE / QUANTITATIVE:

macho linha macho / male line male:	_____
fêmea linha macho / female line male:	_____
macho linha fêmea / male line female:	_____
fêmea linha fêmea / female line female:	_____
comercial de corte / comercial broiler:	18.000
comercial de postura / Comercial layer:	_____
TOTAL	18.000

#### II. ORIGEM / ORIGIN

Nome e endereço do exportador / Name And Address of the Consignor:  
Globoaves Agro Avícola Ltda. – Rod. Br 467 – Km 03 – Cascavel – Paraná – BRASIL / Globoaves Agro Avícola Ltda. – Rod. Br 467 – Km 03 – Cascavel – Paraná – BRAZIL

Nome e endereço do estabelecimento de procedência / Name and Address of the Farm of Origin:  
Globoaves Agro Avícola Ltda. – Rod. Br 467 – Km 03 – Cascavel – Paraná – BRASIL - Granja Bavaresco - Estrada p/ Vila Espigão Azul – Linha Lindóia – Núcleo 01 – MC 651 e 654 / Globoaves Agro Avícola Ltda. – Rod. Br 467 – Km 03 – Cascavel – Paraná – BRAZIL - Bavaresco Farm – Estrada p/ Vila Espigão Azul – Linha Lindóia – Núcleo 01 – MC 651 e 654

Local de embarque / Place of Shipment: Aeroporto de Viracopos - Campinas-SP / Viracopos Airport - Campinas - SP



1

Source : SENEGAL, DIREL, 2007



## V) Certificat zoosanitaire (Suite 1)

CPIOF.AS.SET/03  
Proposta

### III. DESTINO / DESTINATION

Nome e endereço do importador / Name and Address of the Consignee : \_\_\_\_\_  
General Afítex S.A. - Juan Carlos Gómez 1348 P 4 - Montevideo - URUGUAI / General Afítex S.A. - Juan  
Carlos Gómez 1348 P 4 - Montevideo - URUGUAI

Nome e endereço do estabelecimento de destino / Name and Address of the farm of Destination: \_\_\_\_\_  
Fappo - B. P. 500 - Pout - SENEGAL / Fappo - B. P. 500 - Pout - SENEGAL

### IV. INFORMAÇÕES SANITÁRIAS / HEALTH INFORMATION

O Médico Veterinário Oficial abaixo assinado certifica que os pintos de um dia ou ovos férteis identificados neste certificado:

The Official Veterinarian undersigned certifies that the day old poultry or the hatching eggs identified in this certificate:

1. originam-se de plantel que participa do Programa Nacional de Sanidade Avícola do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento;  
come from flock that participate on Poultry Health National Program of Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply;
2. originam-se de um estabelecimento habilitado à exportação, que opera de acordo com o anexo 3.4.1 do Código Zoossanitário Internacional da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE);  
come from farm qualified to exportation that works according to Annex 3.4.1 of the OIE Animal Health Code of World Organization for the Animal Health;
3. originam-se do Brasil, país livre da influenza aviária de alta patogenicidade de acordo com o Código Zoossanitário da OIE;  
come from Brazil, country free from Highly Pathogenic Avian Influenza according to OIE Animal Health Code;
4. originam-se de plantel localizado em uma zona não infectada pela Doença de Newcastle, de acordo com o Código Zoossanitário Internacional da OIE;  
come from flock placed in a zone not infected by Newcastle Disease according to OIE Animal Health Code;
5. procedem de plantel, onde não se constatou durante os 90 dias que antecederam ao embarque, nenhum caso clínico de cólera aviária, colibacilose, coriza, adenovírus, síndrome da queda de postura, encefalomielite aviária, doença de gumboro, doença de Marek, Clamidiose aviária, bronquite infecciosa das aves, laringotraqueíte infecciosa das aves, tuberculose aviária, varíola aviária, leucose aviária, hepatite por corpúsculo de inclusão, micoplasmose (*M. gallisepticum* e *M. synoviae*) e Salmonelose (*Salmonella Pullorum*, *S. Gallinarum*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*).  
come from flock, where clinical cases of Fowl cholera (avian pasteurellosis), colibacillosis, coriza, adenovirus, Egg drop syndrome, avian encephalomyelitis, Infectious bursal disease (Gumboro disease), Marek's disease, Avian chlamydiosis, Avian infectious bronchitis, Avian infectious laryngotracheitis, Avian tuberculosis, Chicken pox, avian leucosis, hepatitis por inclusion micoplasmosis (*M. gallisepticum* and *M. synoviae*) and salmonellosis (*Salmonella Pullorum*, *S. Gallinarum*, *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium*) has not been reported to occur during 90 days prior to shipment.
6. procedem de plantel que participam do Programa Nacional de Sanidade Avícola e que realizam testes sorológicos sob supervisão oficial a cada três meses para *Salmonella Pullorum*, *S. Gallinarum*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *Mycoplasma gallisepticum* e *M. synoviae*. (No caso de perus incluem-se testes para *M. meliagridis*);



2

Source : SENEGAL, DIREL, 2007

## V) Certificat zoosanitaire (Suite 2)

CPIOF.AS.SET/03

Proposta

come from farm that participate on Poultry Health National Program evolving serological tests under official supervision each three months for *Salmonella Pullorum*, *S. Gallinarum*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *Mycoplasma gallisepticum* and *M. synoviae*; (In the case of turkeys additional tests for *M. meliagridis*)

7. procedem de plantel que mantém programa de vacinação contra doença de newcastle e encefalomielite aviária;  
come from flock that practice vaccination against Newcastle disease and avian encephalomyelitis;
8. os pintos de um dia de galinha foram vacinados contra a doença de Marek com:  
The day old chicken were vaccinated against Marek disease with:
  - ( ) sorotipo 2 , cepa SB1 origem frango; ou  
serotype 2, strain SB1 come from chicken; or
  - ( ) sorotipo 3, cepa FC126, origem peru.  
serotype 2, strain FC126 come from turkey.
9. foram acondicionados em caixas limpas, que exibem a identificação da granja de origem, número de ovos e a data do embarque;  
were placed in cleaning boxes showing the identification of the flock of origin, number of eggs and date of embarkation;
10. foram transportados do estabelecimento de origem ao local de embarque em veículos lavados e desinfetados com produtos autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que asseguram a manutenção das condições higiênicas e sanitárias do transporte.  
were loaded from flock of origin to place of shipment in vehicles clean and disinfected with products authorized by Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply in such a manner that ensure the Health conditions of the animals and hygiene of the transportation.

Nota: Riscar o que não se aplica.  
Note: risk what doesn't apply.

Cascavel-Paraná-BRASIL, 27 de Agosto de 2007.  
Cascavel-Paraná-BRAZIL, August 27th 2007



Simone Regina D'Almeida  
Fiscal Federal de Sanidade  
ANEXO V - PROTOCOLO Nº 005  
SAA/SEMP/CASCVEL  
Name and Signature of  
Official Veterinarian

Source : SENEGAL, DIREL, 2007

## VI) Certificat de désinfection

### CERTIFICADO DE DESINFECÇÃO / DESINFECTIOIN CERTIFICATE

Número / Number: 305/2007

Certificamos que os produtos abaixo relacionados foram submetidos a desinfecção conforme indicação a seguir: / *We undersigned certifies that the products described herebelow was submitted to disinfecti as follows:*

#### DESCRIÇÃO DA REMESSA / DESCRIPTION OF THE CONSIGNEMENT

**Natureza do Produto / Naturing of Product**  
Ovos Férteis para incubação

**Quantidade / Quantitative**

18.000

**Destino / Destination**  
SENEGAL

**Destinatário / Receiver**  
Fappo  
B. P. 500 Pout - SENEGAL

**Remetente / Shipper**  
Globoaves Agro Avícola Ltda  
Rod. Br 467 - Km 03 - Cascavel - PR - BRASIL  
P/O: General Afitex S/A

#### DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO / DESCRIPTION OF THE TREATMENT

**Local da Desinfecção / Place of Desinfection**  
Globoaves Agro Avícola Ltda - Cascavel - Pr. - BRASIL

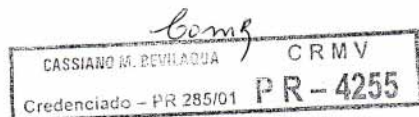
**Produto utilizado / Used Product**  
TeKtrol - Processo de imersão  
(à base de Acido Fenólico)

**Dosagem / Dosage**  
1 /250 (01 litro do produto p/ 250 litros  
de água)

**Duração / During**  
15 segundos

**Data da Desinfecção / Date of Desinfectio**  
02/09/2007

Cascavel-Paraná-BRASIL, 31 de Agosto de 2007  
Cascavel-Paraná-BRAZIL, August 31th 2007



Source : SENEGAL, DIREL, 2007

VII) Matrice de combinaison de probabilités pour l'estimation qualitative du risque

		Probabilité de survenue de l'événement 1 (P1)											
		Nu	Nu à N	N	N à F	F	F à M	M	M à E	E	E à TE	TE	
Probabilité de survenue de l'événement 2 (P2)	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu
	Nu à N	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F	
	N	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F	
	N à F	Nu	Nu à N	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F	F	
	F	Nu	Nu à N	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F	F	F à M	
	F à M	Nu	Nu à N	N	N	N	N à F	F	F	F	F à M	M	
	M	Nu	N	N	N	N à F	F	F	F	F à M	M	M	
	M à E	Nu	N	N	N à F	F	F	F	F à M	M	M	M	
	E	Nu	N	N à F	F	F	F	F à M	M	M	M	M à E	
	E à TE	Nu	N à F	F	F	F	F à M	M	M	M	M à E	E	
	TE	Nu	F	F	F	F à M	M	M	M	M à E	E	E	

Nu = Nulle

N = Négligeable

F = Faible

M = Modérée

E = Elevée

TE = Très Elevée

Source : GOUTARD et al., 2006

**VIII) Opération de vaccination et de prélèvement d'échantillons au niveau des villages sentinelles de la région de St-Louis (Effectuée en 2006)**

Villages	Poulets				Canards				Pigeons				Chevaux			
	Eff.	Vacc	Sang	Ecouv	Eff.	Vacc	Sang	Ecouv	Eff.	Vacc	Sang	Ecouv	Eff.	Vacc	Sang	Ecouv
Flamant	350	130	53	11	10	0	12	0	60	0	0	0	5	5	5	0
Débi	995	119	57	0	1001	0	57	0	200	0	0	21	63	40	40	0
Tiguet	692	300	56	0	229	0	54	0	389	56	0	56	31	18	18	0
Diadiam III	205	87	52	10	0	0	0	0	59	0	0	0	3	2	2	0
Mouit	848	700	57	24	15	0	0	0	4	0	0	0	3	1	1	0
Moumbye	737	182	56	29	11	0	4	0	4	0	0	0	7	2	2	0
<b>Totaux</b>	<b>3827</b>	<b>1518</b>	<b>331</b>	<b>74</b>	<b>1266</b>	<b>0</b>	<b>127</b>	<b>0</b>	<b>716</b>	<b>56</b>	<b>0</b>	<b>77</b>	<b>112</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>0</b>

Source : SENEGAL, CONAGA, 2007

Eff. : Effectif

Vacc. : Vaccinés

Ecouv. : Ecouvillons



**IX) Dénombrement des Ansériformes et Charadriiformes effectué à la mi-janvier 2006 au niveau du PNOD**

<b>Effectifs des Anatidés</b>	<b>PNOD</b>
Dendrocygne fauve	657
Dendrocygne veuf	33770
Oie d'Egypte	74
Oie de Gambie	1600
Canard casqué	8993
Sarcelles à oreillons	46
Canard pilet	217 392
Canard siffleur	49
Sarcelle d'été	155 044
Sarcelle d'hiver	6
Canard souchet	859
Sarcelle marbrée	1
Canard siffleur Américain	2
Canard chipeau	3
<b>Total</b>	<b>418 496</b>

<b>Effectifs des Laridés</b>	<b>PNOD</b>
Sterne caspienne	15
Sterne caugek	1
Sterne naine	1
Guifette moustac	5
Mouette à tête grise	5
Goéland railleur	2
Mouette rieuse	1
<b>Total</b>	<b>30</b>

<b>Effectifs de limicoles</b>	<b>PNOD</b>
Vanneau éperonné	66
Grand gravelot	22
Gravelot pâtre	10
Petit Gravelot	2
Courlis	3
Barge à queue noire	2596
Chevalier aboyeur	6
Chevalier stagnatile	7
Chevalier sylvain	20
Chevalier culblanc	13
Chevalier guignette	21
Chevalier gambette	6
Chevalier arlequin	1
Bécassine de marais	15
Bécassine cocorli	62
Bécasseau variable	28
Bécasseau minute	92
Combattant varié	841
Echasse blanche	362
Avocette	87
Glaréole à collier	14
Rhynchée	1
Oedicnème du Sénégal	8
<b>Total</b>	<b>4283</b>

**Source : WETLANDS INTERNATIONAL, 2006**

## **SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR**

« Fidèlement attaché aux directives de **Claude BOURGELAT**, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- ❖ d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- ❖ d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- ❖ de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;
- ❖ de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

**Que toute confiance me soit retirée s'il advient que je me parjure. »**