Observatoire Mali GRIPAVI

Introduction, état des lieux de l'observatoire en année 1 du projet

Bien qu'aucun foyer d'IAHP H5N1 n'ait été déclaré au Mali depuis l'introduction du virus sur le continent africain en février 2006, le pays est considéré à risque pour plusieurs raisons :

- le delta intérieur du fleuve Niger (DIN) attire chaque année des millions d'oiseaux sauvages migrateurs (paléarctiques et afrotropicaux) potentiellement porteurs du virus IAHP H5N1
- le pays est très dépendant des importations pour les intrants nécessaires à la filière avicole, notamment les poussins d'un jour et les œufs embryonnés
- les échanges transfrontaliers sont très dynamiques et sont faiblement contrôlés
- le système de surveillance sanitaire souffre d'un manque de moyens
- la surveillance de l'IAHP H5N1 est compliquée par l'endémicité de la maladie de Newcastle

L'objectif de l'observatoire Mali du projet GRIPAVI est de contribuer à produire des connaissances sur l'éco-épidémiologie des pestes aviaires (influenza aviaire et maladie de Newcastle) dans un contexte de pays sahélien à risque d'infection par voie migratoire (oiseaux sauvages) et commerciale, et de produire des recommandations pour améliorer les stratégies de surveillance et de contrôle.

La première année du projet (2008) a permis de mettre en place la collaboration avec les différents partenaires et de commencer les enquêtes de terrain :

- Pour la composante oiseaux domestiques, deux campagnes de collecte d'échantillons biologiques ont été organisées, l'une en saison sèche et froide et l'autre en saison sèche et chaude dans les régions de Mopti, Sikasso et le district de Bamako. Ces deux campagnes ont permis de récolter 3737 prélèvements (1250 écouvillons trachéaux, 1250 écouvillons cloacaux et 1237 prises de sang) sur un total de 1250 oiseaux domestiques.
- Pour la composante avifaune sauvage, trois missions ont été organisées dans le DIN en période de décrue et d'étiage au niveau du complexe Walado-Debo, des lacs du Nord, des plaines inondables de l'Ouest et de la zone office du Niger de Macina. Ces missions ont permis d'effectuer des recensements ornithologiques (aérien, en véhicule et en pinasse) en partenariat avec la Direction Nationale des eaux et forêts (DNEF), Wetlands International (WI), l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS - France) et Altenburg and Wymenga (A&W), et de collecter 1376 échantillons biologiques (écouvillons cloacaux, trachéaux, ou fécaux) sur 1168 oiseaux.

Par ailleurs, dans le cadre de la composante avifaune sauvage, un candidat malien, Bouba Fofana, a commencé la validation d'un DEA d'écologie à la Faculté des Sciences Techniques de l'Université de Bamako afin de pouvoir s'inscrire en doctorat.
Enfin, Les capacités de diagnostic du LCV ont été renforcées par des formations in et ex-situ et l'organisation d'un essai-interlaboratoire (dans le cadre du projet Mesures d'urgence financé par le MAE).

Questions de recherche et méthodologie année 2

Composante Oiseaux domestiques

Les questions de recherche pour l'année 2 étaient les suivantes:

1. Quelle est la prévalence de l'influenza aviaire (IA) et de la maladie de Newcastle (MN) dans la volaille domestique au Mali ? Cette prévalence varie-t-elle en fonction de l'espèce de volaille, du secteur de production (traditionnel et commercial), de la zone climatique, et de la saison ?
2. Quelles sont les souches d'influenza aviaire et de maladie de Newcastle circulant chez la volaille domestique au Mali ?
3. Quelles sont les caractéristiques des marchés de volaille du district de Bamako en termes d'effectifs, d'origine des animaux, de pratiques de vente et de biosécurité ?
4. Comment est organisé le système de surveillance des pestes aviaires, comment fonctionne-t-il et quelles sont ses points forts et ses points faibles ?

Les méthodes retenues pour répondre à ces questions de recherche étaient les suivantes:

- Analyses de laboratoire des échantillons collectés en 2008 : PCR realtime de détection du gène M (pour l'influenza aviaire) et du gène F (pour la maladie de Newcastle), séquençage et analyses phylogénétiques, analyses sérologiques avec des kits ELISA commerciaux (FluA d'IdVET, AVINDV et NDVAb de LSI)
- Analyses statistiques univariées (Chi-deux, test de Fisher) et multivariées (régression logistique avec effet aléatoire) pour identifier les facteurs significativement associés à la prévalence
- Sur la base de ces résultats, design d'une nouvelle enquête de prévalence plus représentative (zone d'étude étendue aux cinq régions de la moitié sud du Mali -qui totalise 95% des effectifs aviaires-, sélection aléatoire des villages enquêtés) et enquête de terrain avec prélèvements d'échantillons biologiques pendant une saison non enquêtée jusqu'alors (novembre)
- Recensement, géoréférencement et enquête de terrain (entretiens auprès des responsables de marché, remplissage de questionnaire) pour la totalité des marchés de volailles du district de Bamako
- Entretiens auprès des services vétérinaires et du PACE, collecte des données de surveillance des deux dernières années, design d'une méthode semi-quantitative d'évaluation du système de surveillance des pestes aviaires, et enquête de terrain auprès des intervenants du réseau de surveillance (unité centrale, laboratoire central, unités régionales, postes de surveillance) de la moitié sud du Mali (qui totalise 98% des effectifs aviaires)

Composante avifaune sauvage

Les questions de recherche de la composante avifaune sauvage sont regroupées en deux activités principales, l'analyse structurelle et fonctionnelle de la communauté d'oiseaux sauvages, et la détermination des profils épidémiologiques de l'avifaune sauvage dans le Delta Intérieur du Niger

1. Analyse structurelle et fonctionnelle de la communauté d'oiseaux sauvages

a) Distribution spatiale de la communauté d'oiseaux sauvages

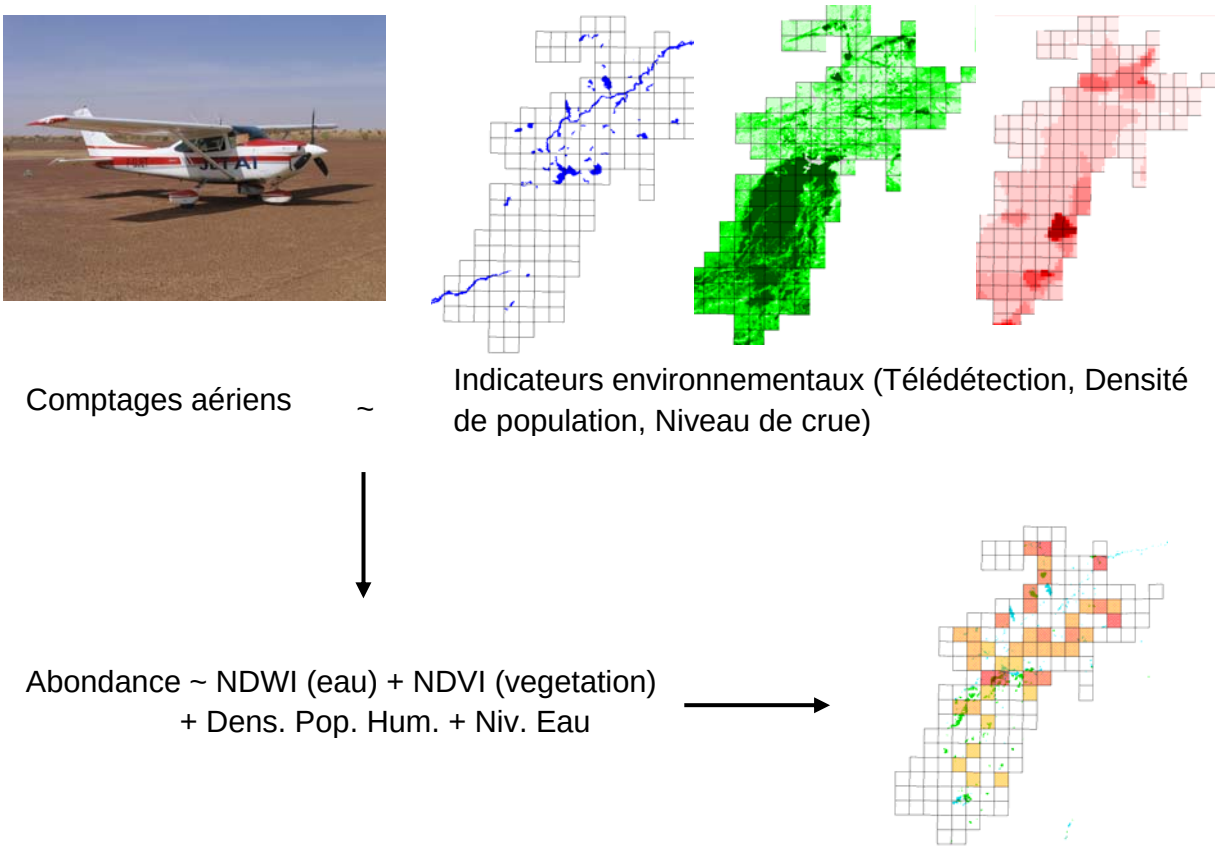
L'étude de la distribution spatiale des espèces d'oiseaux sauvages du DIN a pour but de préciser les contacts existants entre les différents groupes d'oiseaux sauvages ainsi qu'avec les volailles domestiques. D'autre part cette spatialisation facilitera la mise en place de campagnes de surveillance de la faune sauvage en optimisant la sélection des sites les plus sujets à une circulation de virus de peste aviaire.

A l'échelle du DIN, ce travail se base sur les comptages aériens réalisés par l'ONCFS en janvier 1999, 2000, 2001, 2006, 2007, et 2008 (appui du projet Gripavi). Une modélisation statistique (Modèle linéaire généralisé) permet de prévoir la présence et l'abondance des oiseaux sauvages dans le DIN en fonction de variables environnementales :

Abondance ~ NDWI (eau) + NDVI (végétation) + Dens. Pop. Hum. + Niv. Eau

Ce modèle permet ensuite de produire des cartes prévoyant la distribution spatiale des oiseaux sauvages selon les conditions environnementales particulières d'une année donnée (cf fig. 1).

Fig. 1 Méthodologie utilisée pour la production de cartes de prévision de la distribution spatiale des oiseaux sauvages dans le DIN



Ce modèle est en cours de validation et un article est en préparation (Cappelle et al).

b) Analyse des facteurs de risques à l'échelle de la communauté

Le but de cette analyse est de permettre d'identifier, les associations « espèce – habitat – saison » présentant des risques élevés de circulation de virus de peste aviaire. Ce travail constitue le cœur du travail de thèse de Bouba FOFANA.

Nous avons dans un premier temps répertoriés tous les habitats utilisés par une espèce lors d'une saison donnée (cf tableau 1)

Tableau 1: Liste des habitats utilisés par cinq espèces d'anatidés au cours des 5 saisons du cycle hydrologique du DIN

Saisons	Crue Pluie	Crue « Sèche »	Décrue Froid	Décrue Chaud	Etiage
Espèce	Juillet - Sept	Oct - Nov	Déc - Février	Mars - Avril	Mai - Juin
DENVI	vi,va,el	vi,va,el,vs	vi,va,el,vs	vi,va,el	vi,va,el
PLEGA	vi, va,ve,el	vi,va,el,vs	vi,va,el, vs	vi, va,vs,el	vi,va,vs,el
SARME	vi,va,el	vi,va,el,vs	vi,va,el,vs	vi,va,el	vi,va,el
ANAQ	Migration	vi,el,va	vi,va,el	vi,va,el	Migration
AYTNY	Migration	vi,el,va	vi,el,va	vi,el,va	Migration

Habitats : vi = végétation inondée, vs = végétation sèche, ve = végétation exondée, el = eau libre, va = vasières, ri = rizières.

Ensuite pour chacune de ces associations, nous avons estimés six indicateurs de risques comportant chacun 3 niveaux de risque (cf tableau 2).

Tableau 2 : Liste des indicateurs de risque et de leurs niveaux respectifs

Abondance	Grégarité	Proportion de jeunes	Mobilité
1 = Peu Commun 2 = Commun 3 = Très commun	1 = Solitaire / Couples 2 = Peu grégaire 3 = Très grégaire	1 = 0% 2 = 1 - 30% 3 = > 30%	1 = Déplacement locaux 2 = Déplacement hors DIN 3 = Migrateur Paléarctique
Alimentation		**Contacts Interspécifiques**	
1 = pas d'alimentation ou non aquatique 2 = Eau profonde 3 = Eau peu profonde - Berges		1 = pas contact avec autre espèce 2 = Peu contacts avec autres espèces 3 = Beaucoup contacts avec autres espèces	

Enfin pour chacune des associations, nous cumulons les six indicateurs de risque afin d'obtenir une évaluation pour chaque »espèce-habitat-saison ». Cette évaluation servira à identifier les périodes et les zones les plus à risque de circulation de virus de peste aviaire dans le DIN.

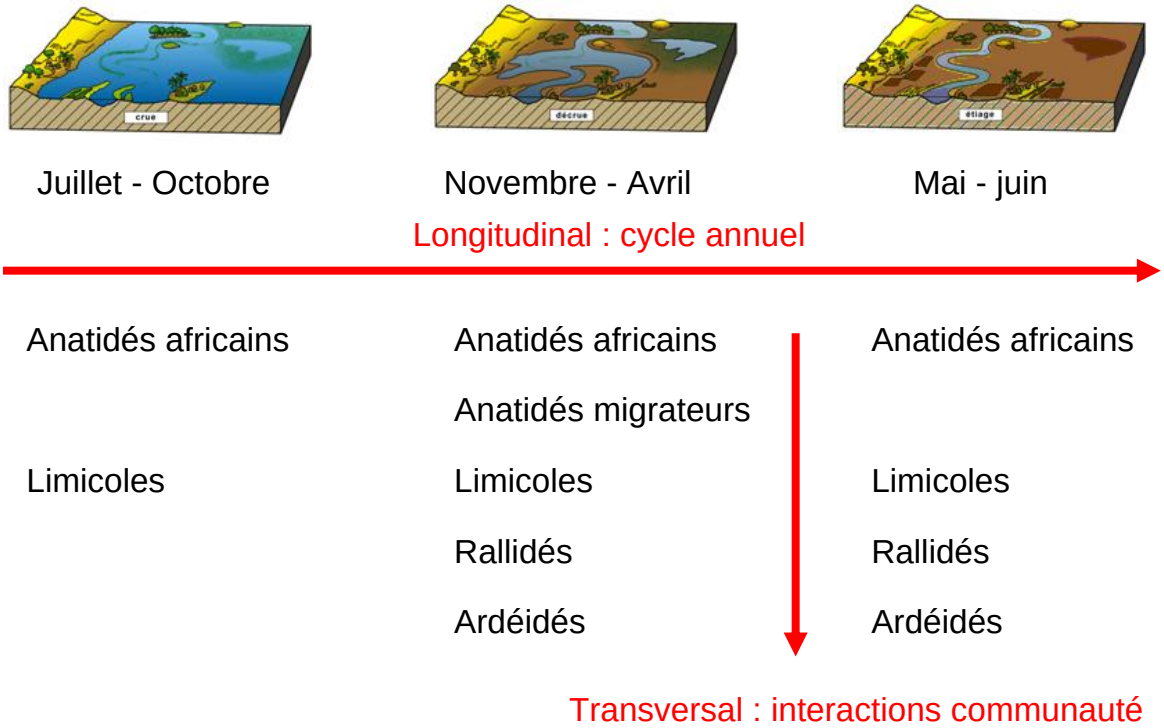
L'analyse est en cours et un article est prévu pour 2010 (Fofana et al).

2. Détermination des profils épidémiologiques de l'avifaune sauvage dans le Delta Intérieur du Niger

Le projet Gripavi donne l'opportunité de récolter pour la première fois des données épidémiologiques longitudinales sur la circulation de virus de peste aviaire (Influenza aviaire et maladie de Newcastle) en Afrique de l'Ouest. En effet les seules données disponibles jusqu'à présent dans cette région concernent la période de janvier à mars pendant laquelle les oiseaux migrateurs paléarctiques sont présents en Afrique.

Nous avons donc établis des objectifs de capture et de prélèvement permettant d'obtenir des informations à la fois sur les différents groupes d'oiseaux sauvages du DIN et lors des différentes périodes de l'année (cf fig 2).

Fig. 2 : Objectifs de capture et de prélèvements d'oiseaux sauvages dans le DIN



Les deux premières années du projet ont permis de mettre en place ces captures et de réaliser les prélèvements envisagés (cf Tableau 3). L'analyse virologique de ces prélèvements est en cours et des captures complémentaires seront réalisées en 2010 afin de poursuivre le suivi longitudinal sur plusieurs années successives.

Tableau 3: Bilan des prélèvements réalisés et analysés sur l'avifaune sauvage au Mali

		Oiseaux Prélevés			Oiseaux Analysés		
		Sept-Oct	Fev-Mars	Juin	Sept-Oct	Fev-Mars	Juin
Anatidés africains	2008	305		590	305		590
	2009	82	15	121		en cours	
Anatidés paléarctiques	2008	4			4		
	2009		14			en cours	
Limi	2008	5		88	5		88
	2009	123	246	83		en cours	
Rallidés	2008			57			57
	2009	2	118	120		en cours	
Ardéidés	2008			30			30
	2009	4	47	94		en cours	
Passereaux	2008						
	2009	212	99	70		en cours	
Laridés	2008						
	2009		256			en cours	

Les premiers résultats des analyses virologiques montrent une circulation quasi nulle de virus Influenza aviaire lors de la période d'absence des migrateurs paléarctiques (1 oiseau positif en Juin 2008, aucun en Septembre 2008, pour plus de détails voir la synthèse des résultats virologiques).

A l'inverse, ces premiers résultats montrent une circulation de virus de la maladie de Newcastle lors de ces mêmes périodes, et notamment au mois de juin 2008 (cf Tableau 4).

Tableau 4: Bilan des résultats des analyses virologiques de Juin 2008

	Nb Oiseaux	POS NDV	Prévalence NDV
ANATIDES			
Dendrocygne fauve	7		
Dendrocygne veuf	319	4	1.25%
Oie de Gambie	257	5	1.95%
Canard casqué	4		
Sarcelle d'Été	1		
Sarcelle oreillons	2		
Total Anatidés	**590**	**9**	**1.53%**
ARDEIDES			
Aigrette Intermédiaire	2	2	100.00%
Anhinga	2		
Bihoreau	3	1	33.33%
Crabier	12		
Heron cendré	1		
Heron Garde-bœuf	3		
Heron pourpré	7	2	28.57%
Total Ardéidés	**30**	**5**	**16.67%**
LIMICOLES			
Chevallier Sylvain	2		
Combattant	1		
Pluvier pâtre	36	1	2.78%
Rynchée peinte	36	2	5.56%
Jacana	8	2	25.00%
Vanneau armé	5		
Total Limicoles	**88**	5	**5.68%**
RALLIDES			
Poule d'Allen	5		
Poule d'eau	28	1	3.57%
Poule Sultane	24	3	12.50%
Total Rallidés	**57**	**4**	**7.02%**
AUTRES			
Cormoran	1		
Faucon	1		
Grebe castagneux	1		
Guepier	5		
Ibis falcinelle	4		
Total Autres	**12**	**0**	**0**
DOMESTIQUE			
Canard domestique	73	1	
Poulet domestique	4		
Total domestique	**77**	**1**	**1.30%**
	Nb Oiseaux	**POS NDV**	**Prev NDV**
TOTAL SAUVAGE	**777**	**23**	**2.96%**
TOTAL	**854**	**24**	**2.81%**

Les analyses réalisées lors de cette deuxième année (sur des échantillons de la première année) apportent donc les premières informations sur le cycle annuel de ces virus. Les prélèvements réalisés lors de cette deuxième année permettront de compléter ces informations et d'avoir une vision générale de la circulation des virus influenza aviaire et de la maladie de Newcastle au sein de l'avifaune sauvage du DIN.

Etat des lieux de l'observatoire fin 2009

Composante Oiseaux domestiques

Question de recherche 1 : Prévalence

- Les analyses de laboratoire des prélèvements 2008 se sont poursuivies jusque juin 2009. Elles ont été retardées par des problèmes de dédouanement des kits de diagnostic commandés en Europe et par l'endommagement de la machine à PCR en temps réel du LCV suite à des problèmes d'approvisionnement en courant. Cette machine à PCR en temps réel a été envoyée à Vienne pour réparation et n'a été renvoyée en état de marche à Bamako qu'en novembre 2009
- Le détail des analyses est donné en Annexe 2. Globalement le pourcentage d'échantillons positifs pour l'influenza aviaire est faible en PCR (0%) et en sérologie (3,1%). Le pourcentage d'échantillons positifs pour la maladie de Newcastle est faible en PCR (3,6%) mais élevé en sérologie (73,9%). Ce pourcentage élevé d'échantillons positifs en sérologie Newcastle témoigne à la fois d'un excellent taux de séroconversion chez les volailles commerciales vaccinées (99,6%), d'un taux de séroconversion plutôt satisfaisant chez les volailles traditionnelles vaccinées (71,0%), et d'une très forte circulation du virus de la maladie de Newcastle chez les volailles traditionnelles non vaccinées puisque 87,0% présentaient des anticorps
- L'analyse des facteurs influençant la séroprévalence chez les volailles traditionnelles non vaccinées a montré que seule la région avait une influence sur la séroprévalence de l'influenza aviaire (Mopti > Sikasso), tandis que la séroprévalence Newcastle est influencée par l'espèce (poulet > canard), le sexe (femelle > mâle), l'âge (adulte > jeune) et la région (Sikasso > Mopti)
- Compte tenu de ces résultats et des biais rencontrés lors des enquêtes 2008 (manque de représentativité des villages enquêtés et couverture géographique limitée), il a été décidé, en concertation avec les partenaires maliens du projet (DNSV, LCV), de changer la stratégie des campagnes de prélèvement 2009-2010. La zone d'étude a ainsi été étendue aux 5 premières régions du Mali (qui totalisent près de 95% des effectifs nationaux de volaille), et les villages à enquêter ont été sélectionnés par échantillonnage aléatoire proportionnel au nombre de ménages de chaque village. Une liste de 32 villages a ainsi été établie. Par ailleurs, afin de permettre un suivi longitudinal et d'identifier la saisonnalité de la circulation des virus influenza et de la maladie de Newcastle, il a été décidé de procéder à des prélèvements dans ces villages tous les trois mois et chez les mêmes propriétaires de volaille. Des missions de sensibilisation ont ainsi été conduites en octobre 2009 dans les villages concernés afin d'obtenir la coopération des éleveurs

- La première campagne de prélèvement utilisant cette nouvelle stratégie a été conduite en novembre 2009 et a permis de récolter 1031 sérums. Du fait des coûts élevés d'analyse et de la très faible prévalence par les techniques PCR ce qui limite les possibilités d'identification statistique de facteurs de risque, il a été décidé de ne prélever des écouvillons que sur un seul animal dans chaque concession enquêtée. Un nombre total de 256 écouvillons (128 trachéaux et 128 cloacaux) a ainsi été récolté durant la campagne de prélèvement de novembre 2009.

Question de recherche 2 : Identification et caractérisation des souches de virus chez les volailles domestiques

- Deux souches de virus de la maladie de Newcastle ont été isolées en 2009. Le séquençage et les analyses phylogénétiques de ces deux souches ont montré qu'elles étaient identiques et vélogènes
- Les analyses phylogénétiques basées sur 500 nucléotides du gène F de ces deux dernières souches et des souches isolées pendant la première année du projet montrent qu'elles appartiennent au génotype VII, actuellement responsable des foyers de MN en Afrique, Asie et Europe. Deux de ces souches appartiennent aux sous-génotypes VIIh et VIIg, récemment décrits comme circulant dans des pays voisins comme le Nigeria et Burkina Faso (Snoeck et al, 2009) tandis que les autres souches forment un cluster phylogénétique assez éloigné de tous les autres sous-génotypes décrits dans la littérature. Pour classer ces souches, un nouveau sous-génotype, le VIIi a ainsi été proposé (Servan de Almeida et al, 2009)
- Afin de poursuivre ce travail sur l'identification des souches d'influenza et de maladie de Newcastle circulant chez la volaille domestique, un thésard en virologie a été recruté au LCV, Mr Martin Dakouo, qui sera encadré par Renata Servan de Almeida et Emmanuel Albina. Ce thésard a effectué un premier séjour de deux mois (septembre-octobre) au laboratoire du CIRAD à Montpellier afin d'être formé aux techniques diagnostiques

Question de recherche 3 : Caractérisation des marchés de volailles du district de Bamako

- La bibliographie, le recrutement d'un stagiaire de l'IPR/IFRA de Katibougou, et le design de la méthodologie ont été réalisés d'avril à juin 2009
- Les enquêtes de terrain ont été conduites entre juillet et octobre 2009 au niveau des 56 marchés de volaille du district de Bamako et les données ont été saisies dans une base de données
- Les données ont été analysées en novembre et décembre 2009 et une réunion de restitution des résultats est prévue pour janvier 2010. Cette réunion permettra de définir les termes de référence de la suite de l'étude de la filière avicole, notamment la mise en place d'une étude similaire dans les marchés des régions de Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou et Mopti

Question de recherche 4 : Système de surveillance des pestes aviaires

- La bibliographie, le design de la méthodologie, le recrutement d'un stagiaire de Master SAEPS de Montpellier, et les premiers entretiens avec la DNSV ont été réalisés de janvier à avril 2009
- Les enquêtes de terrain ont été conduites entre mai et juillet 2009 auprès des 61 unités du réseau de surveillance situées dans la moitié sud du pays et les données ont été saisies dans une base de données
- Une restitution partielle des résultats a eu lieu en août 2009 à la DNSV durant laquelle il a été recommandé de faire valider la base de données par l'Unité centrale d'EPIVET et les directeurs des DRSV ayant été visitées (Kayes, Koulikoro, Sikasso, Segou, Mopti, Bamako)
- Entre septembre et novembre 2009, la base de données a été validée, le système de surveillance noté par quatre personnes ressources en matière d'épidémiosurveillance (dont deux faisant partie d'EPIVET et deux pas) sur la base de la grille d'évaluation élaborée spécifiquement pour l'étude
- L'analyse des notes et l'élaboration de recommandations pour améliorer le fonctionnement d'EPIVET seront effectuées en 2010

Composante avifaune sauvage

Les deux premières années du projet on été marquées par une prépondérance du travail de terrain pour la récolte de données environnementales et épidémiologiques. Une mission a été menée lors de chaque saison majeure du cycle hydrologique du DIN (crue, décrue et étiage), lors des deux années. Ces 6 missions ont permis de remplir les objectifs de récolte d'échantillons biologiques et de données environnementales.

- Des comptages ornithologiques on été effectués de manière à prolonger le travail fait par nos partenaires (WI, ONCFS) et déjà en cours depuis plus de 10 ans. Nous avons ainsi contribué à compléter les bases de données ornithologiques existantes pour le DIN. Ceci nous permet également de mettre en place nos analyses sur la base de ces données cumulées.

- Un total de 2785 oiseaux sauvages ont été prélevés sur l'ensemble de ces missions. Ceci permet la constitution d'une banque d'échantillons biologiques dont la majeure partie sera analysé via le projet Gripavi et permettra de produire pour la première fois des informations issue d'un suivi longitudinal sur la circulation des virus de peste aviaire en Afrique de l'Ouest.

Les premières analyses écologiques sont en cours (cf § précédent) et vont permettre de mieux estimer le rôle que joue l'avifaune sauvage dans la circulation de ces virus. Elles permettront également de mettre en place des systèmes de surveillance de l'avifaune sauvage mieux adaptés et plus précis d'un point de vue temporel, spatial et écologique. Ces travaux sont en cours et deux articles complémentaires sont en préparation, chaque doctorant (Bouba Fofana et Julien Cappelle) étant responsable d'un.

Les premières analyses virologiques (sur les échantillons récoltés en 2008) tendent à montrer une très faible circulation de virus Influenza aviaire lors de l'absence des oiseaux migrateurs. Ceci est en faveur de l'hypothèse d'une introduction de virus influenza par les migrateurs paléarctiques expliquant les prévalences plus élevées atteintes entre janvier et mars. Par contre les prévalences mesurées pour le virus de la maladie de Newcastle sont

beaucoup plus élevées et vont permettre de mieux comprendre le rôle des oiseaux sauvages dans le cycle de ce virus. Cependant, étant donné la forte variabilité environnementale interannuelle de cette région, il est préférable d'avoir les résultats virologiques pour les deux années afin de confirmer ces premiers résultats.

La dernière année du projet à venir devrait donc permettre de finaliser les analyses écologiques et épidémiologiques, ce qui permettra une production scientifique (publication d'articles) et opérationnelle (mise en place de surveillance) en fin de projet.

Chercheurs impliqués sur l'observatoire GRIPAVI Mali

Chercheurs CIRAD
Julien Cappelle, Patricia Gil, Saliha Hammoumi, Sophie Molia, Renata Servan de Almeida

Partenaires ayant participé au montage des protocoles, aux enquêtes de terrain ou aux interprétations de données

- ANAM : Seydou Sow
- ATAVI : Yaya Dolo
- DNEF et DREF : Mamadou Diarra, Bouba Fofana, Bourama Niagaté, Boubacar Nialibouly
- DNPIA : Ousmane Coulibaly
- DNSV et DRSV : Souleymane Camara, Kassoum Diakité, Lassina Doumbia, Maïmouna Sanogo, Kadiatou Sissoko, Idrissa Sissoko, Alphonse Témé, Cheick Oumar Kayentao
- FIFAM : Diaraté Traoré, Lamine Traoré
- IER : Sekouba Keita, Modibo Sylla
- IPR : Amadou Doumbia
- FAO: Jacques Conforti, Fallou Gueye
- LCV : Martin Dakouo, Adama Diakité, Abbas Diarra, Badian Kamissoko, Souleymane Magassa, Mamadou Niang, Fatoumata Niangaly, Kassoum Samaké, Satigui Sidibé
- Stagiaires : Boubacar Coulibaly, Stéphanie Lapeyre, Gaëlle Nicolas

Bibliographie

- Gaidet, N., Dodman, T., Caron, A., Balanca, G., Desvaux, S., Goutard, F., Cattoli, G., Lamarque, F., Hagemeijer, W., Monicat, F., 2007, Avian influenza viruses in water birds, Africa. Emerg Infect Dis 13, 626-629.
- Servan de Almeida R, Maminiaina OF, Gil P, Hammoumi S, Molia S, Chevalier V, Koko M, Rasamoelina Andriamanivo H, Traoré A, Samaké K, Diarra A, Grillet C, Martinez D, Albina E. Africa, an unsuspected reservoir of new virulent strains of Newcastle disease virus? Vaccine 2009 (27) 3127-3129
- Snoeck, C.J., Ducatez, M.F., Owoade, A.A., Faleke, O.O., Alkali, B.R., Tahita, M.C., Tarnagda, Z., Ouedraogo, J.B., Maikano, I., Mbah, P.O., Kremer, J.R., Muller, C.P., 2009, Newcastle disease virus in West Africa: new virulent strains identified in non-commercial farms. Arch Virol 154, 47-54

- Spackman, E., Senne, D.A., Myers, T.J., Bulaga, L.L., Garber, L.P., Perdue, M.L., Lohman, K., Daum, L.T., Suarez, D.L., 2002, Development of a real-time reverse transcriptase PCR assay for type A influenza virus and the avian H5 and H7 hemagglutinin subtypes. J Clin Microbiol 40, 3256-3260.
- Squarzoni, C., Bendali, F., Denormandie, N., Bastiaensen, P., Diop, B., 2005, Les réseaux d'épidémiosurveillance dans treize pays d'Afrique de l'ouest du PACE. Epidémiologie et santé animale 48, 69-80.
- Sylla, M., Traoré, B., Sidibé, S., Keita, S., Diallo, F.C., Koné, B., Ballo, A., Sangaré, M., Koné, N.G., 2003, Epidémiologie de la disease de Newcastle en milieu rural au Mali. Rev Elev Med Vet Pays Trop 56, 7-12.
- Traoré, A. 2006. Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial au Mali (FAO), p. 23pp.

Publications et communications

Publications acceptées

- Servan de Almeida R, Maminiaina OF, Gil P, Hammoumi S, Molia S, Chevalier V, Koko M, Rasamoelina Andriamanivo H, Traoré A, Samaké K, Diarra A, Grillet C, Martinez D, Albina E. Africa, an unsuspected reservoir of new virulent strains of Newcastle disease virus? Vaccine 2009 (27) 3127-3129

- Molia S, Traoré A, Gil P, Hammoumi S, Lesceu S, Servan de Almeida R Albina E, Chevalier V. Avian influenza in backyard poultry of the Mopti region, Mali. Trop Anim Health Prod 2009. In press

Publications soumises / en préparation

- Hammoumi S, Servan de Almeida R, Gil P, Molia S, Gaidet N, Cappelle J, Chevalier V, Balança G, Traoré A, Grillet C, Samaké K, Diarra A, Martinez D, Albina E. New virulent subgenotypes of Newcastle disease virus 1 in West-Africa, implication of wild birds (submitted to EID)

- Cappelle, J., B. Fofana, O. Girard, B. Kone, N. Gaidet, M. Gilbert. Modelling the spatial distribution of wild birds in the IND, Mali to predict the emergence of avian inluenza. (submission in early 2010).

- Cappelle,J., B. Fofana, G. Balanca, N.Gaidet. Epidemiological yearly cycle of avian influenza and Newcastle disease viruses in wild birds of the Inner Niger Delta in Mali. (in prep, submission in 2010).

- Fofana, B., G.Balanca, J.Cappelle, A.Caron, N.Gaidet. Estimating the risk of avian influenza virus circulation in wild birds of the Inner Niger Delta in Mali from an ecological community analysis. (in prep, submission in 2010).

Communications orales

- Molia S, Samaké K, Diarra A, Kanté S, Kamissoko B, Diakité A, Sidibé MS, Doumbia L, Camara S, Gil P, Hammoumi S, Servan de Almeida R, Albina E. Varying circulation levels of avian influenza and Newcastle disease viruses in domestic chickens and ducks of the Mopti and Sikasso regions, Mali, in 2008. 12th

Conference of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Durban, South Africa, August 10-14 2009

- Cappelle, J. M. Spatial distribution of wild waterbirds in the Inner Niger Delata in Mali. "Host-Pathogen Community Interaction: from Mobility to Contact" ATP Emergence First Meeting, 28-29 avril 2009, Montpellier, France.

Posters

- Molia S, Traoré A, Gil P, Hammoumi S, Lesceu S, Servan de Almeida R, Albina E, Chevalier V. Avian influenza in the Mopti region, Mali" 2009 meeting of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine, London, UK, 1st-3rd April 2009

ANNEXE 1: Abréviations

AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
A&W	Antenburg and Wymenga
ANAM	Association Nationale des Aviculteurs Modernes
ANSSA	Agence Nationale de la Sécurité Sanitaire des Aliments
ATAVI	Association des Techniciens de l'Aviculture
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CTC	Comité Technique de Coordination pour la lutte contre la grippe aviaire
DIN	Delta intérieur du fleuve Niger
DNCN	Direction Nationale de la Conservation de la Nature
DNPA	Direction Nationale des Productions Animales
DNSV	Direction Nationale des Services Vétérinaires
DRCN	Direction Régionale de la Conservation de la Nature
DRSV	Direction Régionale des Services Vétérinaires
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FAST	Faculté des Sciences Techniques de l'Université de Bamako
FSP	Fonds de solidarité prioritaire
IA	Influenza aviaire
IAHP	Influenza aviaire hautement pathogène
IER	Institut de l'Elevage Rural
IPR/IFRA	Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée
LCV	Laboratoire Central Vétérinaire de Bamako
MAE	Ministère des Affaires Etrangères (France)
MEP	Ministère de l'Elevage et de la Pêche (Mali)
MN	Maladie de Newcastle
OIE	Organisation Mondiale de la Santé Animale
ONCFS	Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (France)
ONG	Organisation non gouvernementale
PDAM	Projet de développement de l'aviculture au Mali
PALCGA	Plan d'Action de Lutte Contre la Grippe Aviaire
SAEPS	Santé animale et épidémiosurveillance dans les pays du Sud
TCP	Programme de Coopération Technique de la FAO
WI	Wetlands International

ANNEXE 2: Résultats de laboratoire oiseaux domestiques

PCR influenza A (influenza A abrégé par la suite en IA)

Année	Saison	Zone	Type	Espèce	Neg	Pos	Totaux	Prévalence
2008	Froide	Sahélienne	Traditionnel	Canard	125	0	125	0,0%
				Poulet	125	0	125	0,0%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	34	0	34	0,0%
				Poulet	31	0	31	0,0%
			Commercial	Poulet				
	Chaude	Sahélienne	Traditionnel	Canard	31	0	31	0,0%
				Poulet	34	0	34	0,0%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	34	0	34	0,0%
				Poulet	36	0	36	0,0%
			Commercial	Poulet				
				Prévalence 2008		0	450	**0,0%**

PCR Maladie de Newcastle (maladie de Newcastle abrégé par la suite en MN)

Année	Saison	Zone	Type	Espèce	Neg	Pos	Totaux	Prévalence
2008	Froide	Sahélienne	Traditionnel	Canard	125	0	125	0,0%
				Poulet	123	2	125	1,6%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	34	0	34	0,0%
				Poulet	30	1	31	3,2%
			Commercial	Poulet				
	Chaude	Sahélienne	Traditionnel	Canard	29	2	31	6,5%
				Poulet	33	1	34	2,9%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	32	2	34	5,9%
				Poulet	28	8	36	22,2%
			Commercial	Poulet				
				Prévalence 2008		16	450	**3,6%**

ELISA IA

Année	Saison	Zone	Type	Espèce	Dtx	Neg	Pos	Totaux	Prévalence
2008	Froide	Sahélienne	Traditionnel	Canard	2	109	3	114	2,6%
				Poulet	1	107	10	118	8,5%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	0	119	0	119	0,0%
				Poulet	1	121	1	123	0,8%
			Commercial	Poulet	2	120	1	123	0,8%
	Chaude	Sahélienne	Traditionnel	Canard	0	113	6	119	5,0%
				Poulet	2	116	4	122	3,3%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	1	120	1	122	0,8%
				Poulet	0	112	10	122	8,2%
			Commercial	Poulet	0	111	1	112	0,9%
				Prévalence 2008			37	1194	**3,1%**

ELISA MN

2008	Froide	Sahélienne	Traditionnel	Canard	6	69	38	113	33,6%
				Poulet	0	13	105	118	89,0%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	3	35	80	118	67,8%
				Poulet	0	23	100	123	81,3%
			Commercial	Poulet	0	0	123	123	100,0%
	Chaude	Sahélienne	Traditionnel	Canard	5	42	72	119	60,5%
				Poulet	0	71	51	122	41,8%
		Soudanienne	Traditionnel	Canard	2	25	94	121	77,7%
				Poulet		15	107	122	87,7%
			Commercial	Poulet		1	110	111	99,1%
				Prévalence 2008			880	1190	**73,9%**