Observatoire Zimbabwe GRIPAVI

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

Cet observatoire a bénéficié du projet Mesures d'Urgences dès le début 2007 (Rapport intermédiaire – Juin 2007). Ses activités ont donc commencé plus tôt que dans certains autres observatoires et fin 2008 la deuxième année de travail sur ces thématiques dans cet écosystème s'est achevée.

Les résultats de collecte de données fin 2008:

- 10 missions de comptage et capture d'oiseaux sauvages ont été réalisées avec succès ;
    - 600 comptages de 30mn (soit 300 heures d'observations) ont été réalisés;
    - A la rédaction de ce rapport (an novembre 2008) près de 1750 oiseaux sauvages pour 89 espèces ont été capturés dont 1400 ont été bagués (soit 5600 échantillons) ; 3,2% constituent des recaptures de missions précédentes (et donc les oiseaux ont été re-prélevés) ; et 12% constituent des recaptures de la même mission (et donc les oiseaux n'ont pas été re-prélevés).
- Des questionnaires préliminaires ont été réalisés dans tous les élevages de poulet industriel, d'autruches et de basse-cours ;
- 4 missions de comptage d'oiseaux sauvages dans les élevages domestiques ont été réalisés avec succès soit 152 heures d'observation;

- 2200 oiseaux domestiques (poules et autruches) ont faits l'objet de prélèvements sanguins et 600 de prélèvements cloacaux et trachéaux.

Les résultats des prélèvements ont commencés à revenir fin 2008 du laboratoire de l'OVI (le contrat a été signé tardivement). Toutes les données ont été rentrées dans une base de données Access et sont en cours d'analyse descriptive.

Chouette effraie capturée au filet

Questions de recherche et méthodologie année 2

Le modèle théorique de l'observatoire GRIPAVI Zimbabwe a été longuement détaillé dans le rapport de l'année 1 (Caron 2008, CIRAD 2008). Les questions de recherche précises qui y sont adressées sont les suivantes :

Partie descriptive :

1.1 Quels sont les profils annuels de composition des communautés sauvages sur les lacs étudiés ?

1.2 Quels sont les profils annuels virologiques (AIV & NCDV & West Nile) dans les populations sauvages et domestiques étudiées ?

1.3 Quelles sont les dynamiques de population dans le compartiment de basse-cours ?

1.4 Les espèces identifiées comme espèces relais potentielles par des facteurs écologiques le sont-elles effectivement ?

Les données pour répondre à ces trois premières questions sont toutes collectées (à l'exception des données West Nile) mais des protocoles en continu persistent à moindre intensité comme prévu dans le concept d'observatoire (suivi des populations sur le long terme). L'analyse des dynamiques de population dans le compartiment de basse-cours a débuté fin 2009. La question des espèces relais fera l'object de protocoles ciblés dès Octobre 2009 et ce jusqu'au deuxième semestre 2010.

Partie analytique :

2.1 Peut-on développer un modèle de facteurs de risque basé uniquement sur des variables écologiques pouvant décrire le risque de transmission d'un pathogène de la communauté sauvage vers chacun des 3 compartiments domestiques ?

2.2 Les interactions épidémiologiques mises en évidence par l'étude des communautés d'hôtes sont-elles capables de prévoir les dynamiques virologiques de différents pathogènes ?

2.3 Existe-t'il des patterns de co-infection ou de compétition au sein des populations d'hôtes entre les différents pathogènes étudiés ?

La question des facteurs de risque (2.1) est adressée dans un draft d'article (correspondant au 2eme chapitre de thèse du Dr. A. Caron) qui a été distribué pour commentaires aux co-auteurs (N. Gaidet, M. de Garine-Wichatitsky, G. Cumming) avec une soumission prévue avant fin 2009. Le titre provisoire de cet article est:

« Estimating epidemiological interaction using community ecology: Risk of introduction of AIV strains by bridge species from the waterfowl community into three domestic bird compartments in the lake Manyame-Chivero ecosystem, Zimbabwe"

Suite aux études préliminaires réalisées sur les oiseaux sauvages et l'AIV en Afrique (Gaidet et al. 2006, Gaidet et al. 2007), une question fondamentale sur le profil annuel de la circulation des AIV dans ces populations s'est posée. Cet article tend à utiliser des facteurs de risque écologiques dynamiques et non-dynamiques pour estimer le risque de circulation de souches AIV dans la communauté d'oiseaux sauvages et le risque de transmission de ces souches vers chacun des compartiments domestiques. Il se conclue sur l'identification d'espèces relais potentielles entre les compartiments sauvages et domestiques qui ont fait l'objet de protocoles particuliers dès fin 2009.

La synthèse entre cet article et les résultats de laboratoire se fera dans le chapitre suivant où le modèle sera ou non validé (réponse à la question 2.2). Sa rédaction débutera début 2010. Pour la question 2.3, il faudra attendre les résultats West Nile courant 2010 pour y répondre.

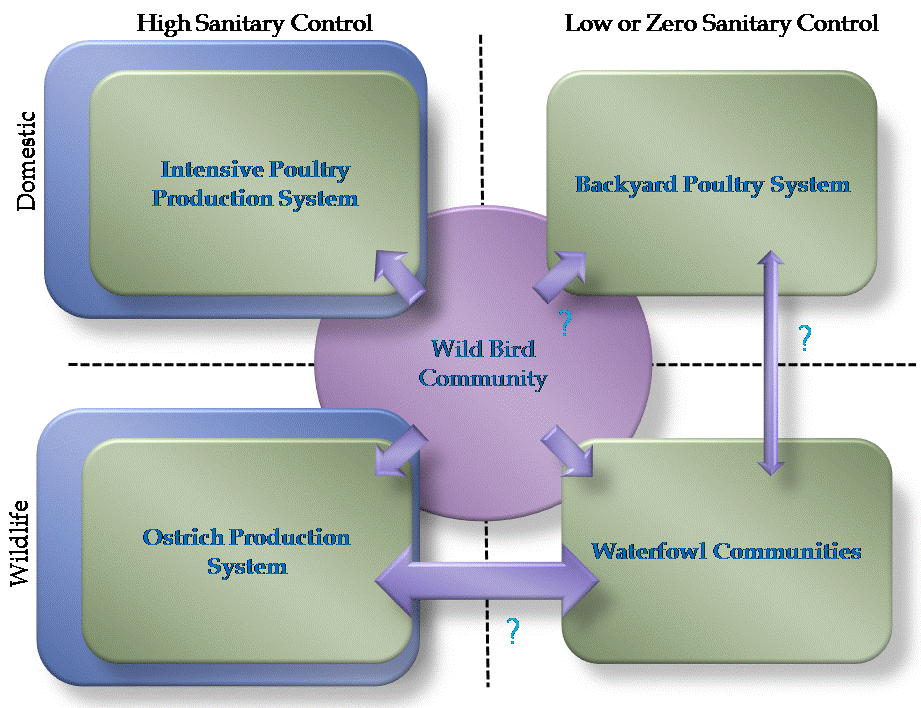
Chevalier combattant, une espèce paléarctique pouvant introduire des pathogènes dans l'écosystème

Cadavre de cormoran échantillonné suite à une signalisation des rangers du parc de Chivero

Etat des lieux de l'observatoire fin 2009

En fin 2009, la partie descriptive de chacun des compartiments, tant du point de vue écologique que du point de vue épidémiologique a été réalisée et est en cours d'analyse et de publication. Ci-dessous est le rappel du modèle conceptuel du site d'étude.

Encadré 1 : Modèle proposé pour le système des lacs Manyame – Chivero : 4 compartiments (rectangle vert) aviaires sont présents dans l'écosystème avec des degrés de contrôle sanitaire et des types d'espèces aviaires différents ; ces compartiments sont en contact avec des communautés d'oiseaux sauvages présents en leur sein ou dans leur périphérie ; l'objectif de ce modèle est d'identifier les contacts potentiels directs ou indirects.



Compartiment « oiseaux d'eaux »

Deux années de récolte des données ont été réalisées de mai 2007 à mars 2009 : en tout 12 missions de comptage et capture ont permis de réaliser :

- **360 heures d'observation** des communautés d'oiseaux d'eau

- **2159 oiseaux sauvages concernant 101 espèces** ont été capturés, comprenant 1975 oiseaux échantillonnés et 184 recaptures directes non ré-échantillonnées ; pour chaque oiseau, 2 écouvillons cloacaux et 2 écouvillons trachéaux ont été collectés ; un frottis sanguin ; des plumes et des données biométriques classiques.

- Les résultats PCR pour AIV ont été quasiment tous envoyés par l'OVI au responsable de l'observatoire et les analyses sont en cours ; il semble que pour au moins les 10 premières missions, la prévalence AIV soit non nulle montrant une persistance de ces

virus tout au long de l'année dans un écosystème africain (fait jamais encore démontré – article court en cours de rédaction) ; les espèces les plus touchées sont les canards à bec rouge, les dendrocygnes veufs et les jacanas africains (mais ces espèces sont aussi celles avec le plus grand nombre d'échantillons) ; aucune isolation n'a pu être effectuée à partir de ces prélèvements ;

Bec de sarcelle hottentote calibré sur le terrain

Une première analyse des données de comptage montre une variation des populations d'oiseaux corrélées avec la pluviométrie de l'année précédente et le niveau des lacs (qui offrent en s'asséchant des niches alimentaires propices aux oiseaux d'eau). Suite à ces premiers résultats et au vue de la saison des pluies 2008-2009 qui semble contrastée par rapport à celles de 2006-2007 et 2007-2008, nous avons décidé de continuer les comptages sur les sites les plus représentatifs (7 en tout) tous les 2 mois et couplés avec des comptages dans les compartiments domestiques (cf ci-dessous). En parallèle, des comptages totaux des lacs sont toujours en cours 4 fois par an et devraient s'arrêter en Avril 2010 (contrat avec experts en ornithologie).

Afin de permettre de mettre en place d'autres protocoles, les sessions de capture ont été arrêtées après 2 ans de suivi longitudinal. Cependant, il est prévu 3 séances de capture par an afin de continuer à suivre l'évolution de la circulation du virus et de valider en continu le modèle proposé. En sus de ce protocole de routine, il est prévu un protocole spécial concernant les espèces de cormorans présentes sur le site. En effet, les cormorans sont très présents mais les systèmes de capture mis en place n'ont pas permis d'en échantillonner. Ainsi fin 2009, des prélèvements spécifiques sur fèces cibleront ces espèces.

Mademoiselle Mundava, thésarde à l'Université de Bulawayo (NUST) et enregistrée en thèse depuis le début de l'année 2008 a proposé en Octobre 2009 un plan de thèse détaillé qui a été discuté lors d'une réunion avec les principaux superviseurs (à l'exception du Dr. Gaidet)

le 22 Octobre 2009. Les 2 premiers chapitres de sa thèse reposent sur des analyses de bases de données et bibliographique pour analyser :

1) L'évolution des communautés d'oiseaux d'eau sur une base de données de 10 ans, leur relation avec des données environnementales et les hypothèses de circulation des virus AIV basées sur ces facteurs écologiques (article en préparation ; soumission prévue fin 2009)

2) La modélisation des dynamiques de populations des principales espèces d'oiseaux d'eau en fonction de la proportion de juvéniles dans la population ; ce modèle sera discuté en fonction de la probabilité de maintenance et de dissémination des virus AIV au Zimbabwe (article en préparation ; soumission prévue premier semestre 2010).

Dendrocygne veuf et canard à bec rouge sur une marre temporaire du site d'étude

Pour son troisième chapitre, la thésarde met en place des protocoles pour étudier le rôle des juvéniles dans la circulation des virus. Il a donc été décidé, à partir de l'étude des cartes de reproduction et comme la reproduction des espèces clés ne se fait sur le site d'étude Chivero-Manyame d'ajouter un site de reproduction autour de l'observatoire. Le site de Hwange (National Park) semble être un lieu idéal pour prélever et tester des jeunes canards avant qu'ils aient acquis leur capacité à voler. En complément des captures sur Chivero-Manyame (cf ci-dessus), 2 séances de capture seront donc prévues à Hwange en 2010 (notamment en février-mars 2010).

Compartiment « poulets intensifs »

Ce compartiment se caractérise par un cycle très court (42 jours de production) et un niveau d'interface entre les poulets intensifs et les oiseaux sauvages minimum. Cependant, au cours des comptages autour des bâtiments d'élevage il a été observé plusieurs fois des poulets échappés des bâtiments en contact avec des oiseaux sauvages et des oiseaux sauvages à l'intérieur des bâtiments d'élevage. Le risque de contacte t donc de transmission est donc présent.

Bâtiment d'élevage de poulets intensifs

Dans ce compartiment on été réalisés :

- 6 séances de comptages sur 7 sites de Juin 2008 à Avril 2009 correspondant à **84 heures d'observation** (mais des comptages réguliers continus dans certains de ces sites) ;

- **500** poulets ont été échantillonnés en 08/08, 12/08 et 05/09 respectivement à des âges de 5 semaines (poulets de chair), 53 semaines (pondeuses) et 21 semaines (pondeuses). Tous les échantillons se sont révélés **négatifs pour la sérologie AIV** ; ces animaux sont **vaccinés contre la NCDV** et donc la sérologie de détection de ce virus s'est avérée **fortement positive (en moyenne 93%)** ; tous ces oiseaux ont été prélevés en écouvillons trachéaux et cloacaux et certains ont été analysés **en PCR** ; les résultats venant d'arriver, il semble qu'une **faible prévalence existe** (analyse en cours). Les tests PCR NCDV sont en cours.

Des prélèvements à intervalle régulier seront réalisés en routine dans ce compartiment 2 à 3 fois par an (mais la sérologie Newcastle sera arrêtée).

Compartiment « autruches d'élevage »

Comme décrit dans le rapport de l'année 1, ce compartiment est semi-extensif. Il est donc intéressant puisque les contacts entre oiseaux sauvages et de production sont potentiellement importants.

Cependant, à cause de la situation économique dans le pays, le secteur élevage d'autruche dans la région des lacs Chivero et Manyame s'est arrêté fin 2008. L'ensemble des animaux a été abattu fin 2008 et début 2009. A cette occasion, l'équipe a pu prélever ces oiseaux à l'abattoir. Le bilan des activités sur ce secteur est donc arrêté à :

- 6 séances de comptages sur 6 sites (3 élevages) de Juin 2008 à Avril 2009 correspondant à **72 heures d'observation** (les dernières sessions se sont donc faites avec très peu ou pas d'oiseaux sur la ferme) ;

- **500 autruches prélevées** en sang; 300 autruches de chair (11 mois avant abattage) au niveau du pays et 200 autruches de reproduction (entre 5 et 6 ans) lors des abattages du début 2009 (prélevées aussi en écouvillons); **2% de séroprévalence AIV** ont été trouvés sur le premier lot de 300 et **34% de séroprévalence AIV** sur le 2ème lot ; ces différences reflètent sûrement la différence dans l'âge des animaux.

Elevage d'autruche en semi-extensif

Il serait possible de continuer à suivre des populations d'autruches au Zimbabwe mais pas dans le site d'étude.

Des discussions avec C. Abolnik de l'OVI ont abordé le cas de la West Nile. Il semble que dans les élevages d'autruches sud-africains, ce virus circule sans rapport officiel pour l'instant. Il a donc été décidé de développé avec l'OVI un projet autour de la West Nile sur les autruches et autres (cf « Transversalité pathogènes »).

Compartiment « poulets de basse cours »

Ce compartiment est a priori le plus intéressant en termes de contact sauvage/domestique. En effet, les poulets de basse-cours sont laissés en divagation pendant la journée dans et autour des villages-compounds. C'est donc le compartiment qui a fait et fait encore l'objet du plus gros effort d'activités. En résumé :

- 6 séances de comptages sur 6 sites de Juin 2008 à Avril 2009 correspondant à **72 heures d'observation** (mais des comptages réguliers continus dans certains de ces sites) ;

- **1335 poulets prélevés** (sang + écouvillons stockés) ; plus de 650 de ces échantillons ont été prélevés en 11/08 pour tester la relation entre séroprévalence AIV et distance

par rapport au lac. Malheureusement, toutes les sérologies se sont avérées **négatives pour AIV**. Les sérologies NCDV ont détectées des séroprévalences élevées, justifiées parfois par une vaccination (élevage en périphérie des élevages d'autruches qui effectuaient des vaccinations 2 fois par an dans un périmètre de 10kms) : **80,3% (n=254) de séroprévalence NCDV chez les poulets vaccinés et 79,5% (n=648) chez les poulets non vaccinés**. Des enquêtes de terrain ont été réalisées afin de confirmer que les poulets non-vaccinés ne l'étaient pas. Il semble qu'aucun éleveur n'ait vacciné ses poulets pendant la période de l'étude. Certains résultats de PCR viennent d'être envoyés par l'OVI et **la positivité PCR est très faible mais non nulle dans ce compartiment pour AIV**. Les tests PCR pour NCDV sont en cours.

- Un **protocole de capture/recapture** (**CMR**) a été mis en place depuis le 11/08 ; **200 poulets** dans 2 élevages ont été initialement bagués et sont « recapturés » tous les mois depuis ; la population de poulets bagués est maintenue à 200 et ils sont prélevés 3 fois par an pour suivre leur statut sanitaire (AIV, NCDV et West Nile). Ce protocole permettra de déterminer avec précision les paramètres de dynamiques de populations dans ces élevages. Une base de données est mise à jour tous les mois.

Poulets de basse-cours bagués dans un village

- **Un protocole de capture/recapture sur foyer NCDV** a aussi été réfléchi avec V. Grosbois afin d'intervenir potentiellement sur foyer (l'équipe avait été informé en 2008 de foyers dans le site d'étude). En cas d'information sur des mortalités importantes, des séances de capture de 3 jours consécutifs seront réalisées à une semaine d'intervalle, l'objectif étant de déterminer les paramètres de transmission du virus dans la population (estimation du R0).

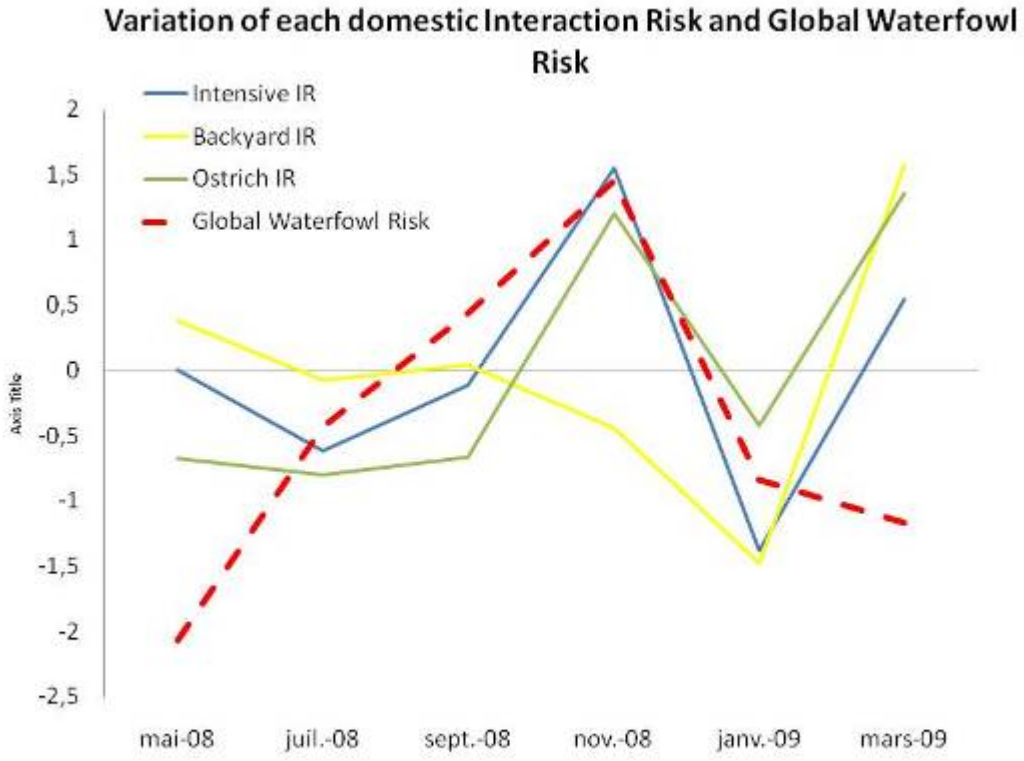
Chaque patte porte une bague d'indentification afin de palier à des pertes éventuelles

Les analyses de la première année de CMR sur poulets de basse-cours devraient commencer début 2010.

Compartiment « espèces relais potentielles »

A la suite de l'année de comptage dans les compartiments domestiques et sauvages, les communautés en présence ont été analysées suivant un protocole utilisant les présence/absence de chaque espèce mais aussi les facteurs de risque dynamiques et non-dynamiques. Ainsi une courbe annuelle de risque d'interaction entre chaque compartiment domestique et le compartiment sauvage a pu être mise en relation avec la courbe de risque de circulation des AIV dans le compartiment sauvage (encore une fois basé uniquement sur des critères écologiques et non épidémiologiques). Ces courbes permettent de mettre en évidence pour chaque compartiment domestique les périodes de l'année les plus à risque d'être contaminée par le compartiment sauvage. Les 2 pics d'interaction pour chaque compartiment domestique ont été étudiés et des espèces potentielles relais ont été identifiées.

Cette approche permet de mettre en place un programme d'échantillonnage sur ces espèces potentiellement relai afin de confirmer ou non ce rôle épidémiologique. Ces protocoles « relai » ont commencé fin 2009 et continueront en 2010.



Héron garde-bœufs capturés par l'équipe : cette espèce a été identifiée comme une espèce relai potentielle

La transversalité « Pathogènes »

L'objectif scientifique final de cet observatoire est de quantifier les interactions épidémiologiques entre les différents compartiments qu'ils soient sauvages ou domestiques afin de prédire le comportement de souches fortement pathogènes lors d'une émergence. Comme prévu, les résultats de comptage réalisés dans les compartiments sauvages et domestiques permettent de mettre en évidence des interactions d'hôtes (espèces relais) entre les différents compartiments. Cette première approche qualifiée d' « approche hôtes »

peut-être renforcée par une « approche pathogènes ». En effet les modes de contamination de différents pathogènes exigent des contacts entre hôtes, directs ou indirects. Ces contacts peuvent être inférés *a posteriori* à partir des résultats de prévalence sur les souches LPAI mais aussi d'autres pathogènes comme la maladie de Newcastle, la West Nile ou le cholera aviaire. L'ensemble de ces informations peut permettre d'identifier les grandes voies de transmission dans l'écosystème et permettre de modéliser pour contrôler les interactions épidémiologiques entre les différentes populations aviaires.

C'est pourquoi en addition des virus AI et NCD, il a été décidé d'ajouter le diagnostique du virus de la West Nile et le maximum d'autres pathogènes. En collaboration avec l'OVI, 1 ou 2 mastères seront mis en place en 2010 sur la West Nile. La collaboration avec le FPI permettra d'accéder au diagnostique d'autres pathogènes.

Nouveaux protocoles proposés pour 2010

En plus des activités en continu mentionnées ci-dessus, voici les nouveaux protocoles-études proposés :

- Protocole Hwange – Thésarde Zimbabwe

Ce protocole vise à étudier le rôle des dynamiques de reproduction des principales espèces de canard représentées dans l'écosystème et notamment le rôle dans un contexte africain joué par l'entrée dans la population des juvéniles des espèces les plus importantes pour la circulation du virus. En effet, en Amérique du Nord comme en Europe, ce rôle des juvéniles est important dans l'écologie des virus AI (Stallknecht et al. 1990, Olsen et al. 2006). En Afrique, il est inconnu.

- Etude spatio-temporelle du bassin de production de poulet d'Harare

Afin de prévoir le comportement d'un virus AI au Zimbabwe et afin de généraliser les premiers résultats tirés de l'étude autour des lacs Chivero-Manyame (mais aussi dans le cadre d'une harmonisation entre les différents observatoires de GRIPAVI), 2 études sont proposées :

- **Geography of poultry production systems in the production basin of Harare in relation to landscape: high risk areas for AIV circulation**: ce stage serait proposé à un étudiant Zimbabwéen (niveau de formation à préciser) du département de Géographie dans le cadre de la plateforme RP-PCP.

- **Etude de la filière avicole domestique (poulets de basse-cour, poulets industriels et autruches) en interface avec les communautés d'oiseaux sauvages en périphérie d'Harare** : ce stage serait proposé à un étudiant du CEAV, dans le cadre de la plateforme RP-PCP.

L'ensemble de ces 2 stages (les étudiants travailleront pendant une certaine période ensemble au Zimbabwe) permettra de décrire la filière de poulet industriel et de basse-cours dans la périphérie d'Harare et le risque d'association spatiale entre ces types d'élevage et des variables environnementales telles que la présence de points d'eau pérennes ou non (liés à la présence d'oiseaux d'eau).

- Le virus West Nile en Afrique Australe : réalité et comparaison avec le contexte Ouest Africain

Dans le cadre de l'approche pluri-pathogènes proposée ci-dessus, et afin de bénéficier de l'expérience au sein de l'UR AGIRs sur cette maladie, des discussions ont commencé avec l'OVI afin d'utiliser la base de données actuelles et futures de l'observatoire GRIPAVI Zimbabwe pour un screening West Nile. En effet, l'OVI a été sollicité par les éleveurs sud-africains d'autruches pour des études West Nile dans ce secteur de production (pas de rapport officiels mais le virus circule dans ces élevages). Il existe très peu voir pas d'information sur ce virus chez les oiseaux sauvages et domestiques dans la région et le projet GRIPAVI serait l'occasion d'utiliser des données déjà collectées explorer l'épidémiologie de ce virus dans cette région.

La proposition se bâtit autour de 2 questions :

- Quelle est la prévalence estimée du WNV dans les populations sauvages et domestiques du Zimbabwe ? – Etude de Mastère proposée par OVI (qui a déjà commencé et se fera avec ou sans financement de GRIPAVI au moins sur des populations d'autruches sud-africaines sinon en utilisant la base de données GRIPAVI) ;

- Le modèle développé en Afrique de l'Ouest par (Chevalier et al. 2009) est-il valide en Afrique Australe ? – Etude de Mastère proposé dans le cadre de la RP-PCP et de GRIPAVI. Des facteurs de risque écologiques (en partie développés dans l'approche hôte) seront utilisés pour identifier les espèces à risque de l'écosystème et le système serait validé ou non par les données de prévalence.

L'ensemble de ces 2 études permettra d'éclaircir l'épidémiologie du virus dans un contexte encore inconnu que représente celui d'Afrique Australe. Qui plus est, les données produites permettront de renforcer le modèle pluri-pathogènes en appui au modèle multi-hôtes.

Chercheurs impliqués sur l'observatoire GRIPAVI Zimbabwe

- **Dr. C. Abolnik**, appui laboratoire, OVI, South Africa

- **Prof. E. Cameron**, superviseur d'A. Caron, MRI, Uni. Of Pretoria, South Africa

- **Dr. A. Caron**, coordinator of the Zimbabwe Observatoire, UR AGIRs, CIRAD, France

- **Dr. V. Chevalier**, appui compartiments domestiques et West Nile, UR AGIRs, CIRAD, France

- **Prof. G. Cumming**, appui compartiment sauvage, FPI, Uni. Of Cape Town, South Africa

- **Dr. M. de Garine-Wichatitsky**, appui scientifique, UR AGIRs, CIRAD, France

- **Dr. N. Gaidet**, appui compartiment sauvage, UR AGIRs CIRAD, France

- **Miss J. Mundava**, étudiante thésarde GRIPAVI, NUST, Zimbabwe

- **Prof. P. Mundy**, superviseur de J. Mundava, NUST, Zimbabwe

Bibliographie

Caron, A. 2008. Rapport annuel d'activitésGRIPAVI 1: Observatoire Zimbabwe. CIRAD, Montpellier.

Caron, A., N. Gaidet, M. de Garine-Wichatitsky, S. Morand, and E. Z. Cameron. 2009. Evolutionary biology, community ecology and avian influenza research. Infect Genet Evol **9**:298-303.

Chevalier, V., P. Reynaud, T. Lefrancois, B. Durand, F. Baillon, G. Balanca, N. Gaidet, B. Mondet, and R. Lancelot. 2009. Predicting West Nile Virus Seroprevalence in Wild Birds in Senegal. Vector Borne Zoonotic Dis **Sous presse**.

CIRAD. 2008. Rapport annuel d'activités GRIPAVI (Sept 2007 - Sept 2008). CIRAD, Montpellier.

Gaidet, N., T. Dodman, A. Caron, G. Balança, S. Desvaux, F. Goutard, G. Cattoli, W. Hagemeijer, and F. Monicat. 2006. Influenza A viruses in waterbirds in Africa. Emerg Infect Dis **13**:626-629.

Gaidet, N., T. Dodman, A. Caron, G. Balança, S. Desvaux, F. Goutard, G. Cattoli, V. Martin, A. Tripodi, F. Lamarque, W. Hagemeijer, and F. Monicat. 2007. Influenza Surveillance in Wild Birds in Eastern Europe, the Middle East, and Africa: Preliminary Results from an Ongoing FAO-led Survey. J Wildl Dis **43**:S22-S28.

Olsen, B., V. J. Munster, A. Wallensten, J. Waldenstrom, A. D. Osterhaus, and R. A. Fouchier. 2006. Global patterns of influenza a virus in wild birds. Science **312**:384-388.

Stallknecht, D. E., S. M. Shane, P. J. Zwank, D. A. Senne, and M. T. Kearney. 1990. Avian influenza viruses from migratory and resident ducks of coastal Louisiana. Avian Dis **34**:398-405.

Publications

Publications à comité de lecture

Acceptées

- **Caron, A.**, **Gaidet N., de Garine-Wichatitsky, M.**, **Morand, S., Cameron, E.** Evolutionary Biology, Community Ecology and Avian Influenza Research. Infections, Genetics & Evolution, 9: 298-303. DOI information: 10.1016/j.meegid.2008.12.001

En préparation

- **Caron, A., de Garine-Wichatitsky, M., Gaidet, N., Chiweshe, N., Cumming, G**.Estimating dynamic risk factors for pathogen transmission using community-level bird census data. Submitted to Ecology & Society 12.2009

- **Caron, A., Abolnik, C., Cumming, G.** Yearly circulation of avian influenza virus in waterbird population in Zimbabwe. *In prep. (submission beginning of 2010)*

- **Mundava, J., Caron, A., de Garine-Wichatitsky, M., Gaidet, N., Mundy, P.** Trends in community composition of waterfowl at 2 neighbouring lakes in Zimbabwe: determinants and relation to introduction and maintenance of AIV in the system. *In prep. (draft circulated, submission in 2009)*

- **Mundava, J., Caron, A., de Garine-Wichatitsky, M., Gaidet, N., Mundy, P.** Temporal variation of waterfowl dynamics related to age of birds in relation to AIV epidemiology. *In prep. (submission beginning 2010)*

Présentations dans des congrès/conférences

- **Caron A., Cumming G.S., Albonik C.,** Chiweshe N., **de Garine-Wichatitsky M**. A community approach to explore host-pathogen interactions at the wildlife/domestic interface: avian communities and avian influenza in a Zimbabwean ecosystem. *ISVEE Conference XII, 10-14 August 2009, Durban, South Africa.*

- **Caron A.** & **de Garine-Wichatitsky M.** Using community ecology to infer epidemiological interactions. *"Host-Pathogen Community Interaction: from Mobility to Contact" ATP Emergence First Meeting, 28-29 avril 2009, Montpellier, France.*

- **Gaidet N.,** Cattoli G., Dodman T., Hammoumi S., **Caron A**., Cappelle J., Monne I., Fusaro A., Manu S., Hagemeijer W., Takekawa J. Y., Newman S. H.. Epidemiological investigations of Avian Influenza Viruses in wild birds in Eastern Europe, the Middle East and Africa. *Second Pan-European Duck Symposium, 23-25 Mars 2009, Montpellier, France.*

- **Caron, A.**, Fritz, H., Morand, S., **de Garine-Wichatitsky, M.** 2008. Network of Interaction, Geographic Mosaic of Coevolution and Community Ecology: Sanitary Risk at the Wildlife / Livestock Interface. *Meeting of the two GDRIs on Biodiversity and Sustainable Use in the context of Global Change - Madagascar and Southern Africa at the Corum and CNRS, 3rd November 2008, Montpellier, France.*

Posters

- Mundava J., Mundy P., Caron A., Gaidet N., de Garine-Wichatitsky M., Couto T., Couto F. An ecological approach to estimating the risks of introduction, maintenance and spread of avian influenza viruses in the Chivero and Manyame Ecosystem. *ISVEE Conference XII, 10-14 August 2009, Durban, South Africa.*

- **Mundava J., Mundy P., Caron A**., Couto T., Couto F., **de Garine-Wichatitsky M.** Seasonal trends in waterbird numbers, community structure and species diversity in Lakes Chivero and Manyame (Zimbabwe), 1993-2003. *Second Pan-European Duck Symposium, 23-25 Mars 2009, Montpellier, France.*

Communication dans des formations

- **Caron A.** Investigating outbreaks in wild birds. *Support Program for Integrated National Action Plan (SPINAP) for Avian and Human Influenza Provisional Rapid Response Teams (RRTs) Training of Trainers (ToT) Workshop Programme, 19-23 October 2009, Masvingo, Zimbabwe.*

- **Caron A.** Collection and preservation of samples from wild birds. *Support Program for Integrated National Action Plan (SPINAP) for Avian and Human Influenza Provisional Rapid Response Teams (RRTs) Training of Trainers (ToT) Workshop Programme, 19-23 October 2009, Masvingo, Zimbabwe.*