



# FRIA 08 -009 : REVASIA

## Bilan Année 1

Marisa PEYRE & François ROGER - CIRAD, Unité AGIRs

16/09/2010



## FRIA 08-009

### Programme de Recherches pour l'Evaluation en Asie du sud-est de la Surveillance de l'Influenza Aviaire (REVASIA)

#### Rapport D'activités Année 1

---

**Coordinateur :** CIRAD (F. Roger)

**Partenaires :** INRA, Institut Pasteur

**Collaborateurs :** ANSES, ENVA, SUPAGRO, AVSF, NaVRI (Cambodge), DAH (Vietnam), DLD & Kasetsart University (Thaïlande)

#### Rappel des objectifs et des moyens mis en œuvre :

*« Les systèmes de surveillance ont été décrits comme les « nerfs » de la santé publique, avec des bras afférents pour l'accueil d'informations, des « corps cellulaires » où elles sont analysées et des bras efférents dont le rôle est de mettre en œuvre des actions appropriées ou de relayer l'information. L'importance des systèmes de surveillance se manifeste également par le nombre croissant de publications scientifiques traitant de la méthodologie et de l'évaluation des systèmes de surveillance. Les références les plus fréquemment citées dans ces publications sont la définition de la surveillance en santé publique par Thacker et Berkelman, les variantes de cette définition et les recommandations pour l'évaluation de ces systèmes de surveillance depuis les premières en 1988 et leur mise à jour publiée en 2002 par des groupes de travail du CDC (Centers for Disease Control and Prevention) aux Etats-Unis ».*

***Krause G. From evaluation to continuous quality assurance of surveillance systems. Euro Surveill. 2006;11(11):pii=657. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=657>***

L'objectif de REVASIA est d'étudier des méthodes et outils d'évaluation des systèmes de surveillance de l'influenza aviaire. Ce projet a pour objectifs d'identifier la ou les méthodes les plus pertinentes et les outils les plus adaptés aux contextes de différents pays du Sud. Cela permettra également de fournir des éléments pour l'application de ces méthodes dans des pays comme la France. L'utilisation et l'application de ces méthodes permettra ensuite

de fournir des recommandations aux services vétérinaires des pays concernés en termes d'organisation du système de surveillance et en considérant la dimension économique de la surveillance.

Le projet est construit autour de 2 volets thématiques – bilan épidémiologique et épidémiologie évaluative - et de 3 volets relatifs aux méthodes d'évaluation quantitative : évaluation et modélisation par capture-recapture (C-R), modèles probabilistes basés sur l'analyse de risque quantitative (ARQ) et modélisation mathématique (les systèmes multi-agents (SMA)).

### **Moyens mis en œuvre**

Ce projet s'appuie sur les projets de recherche et les équipes du CIRAD présentes sur le terrain en Asie du sud-est : Cambodge (1) et Thaïlande (1 + 1 en poste depuis juillet 2010). La post-doctorante recrutée a effectué sa première année en France et est basée au Vietnam depuis le mois de juillet 2010. Des missions courtes ont mobilisées des experts du CIRAD depuis Montpellier et des institutions partenaires. Un allocataire de recherche cofinancé par le CIRAD et l'ANSES a été recruté pour travailler sur le volet de recherche en sur les méthodes de C-R (volet 3). L'allocataire de recherche impliqué sur le volet modélisation mathématique (volet 5) est basé en Thaïlande depuis juillet 2010 et ce pour une durée de 6 mois. Un nouveau volet de recherche sur l'évaluation économique des systèmes de surveillance a été associé au projet FRIA-REVASIA par le biais d'un allocataire de recherche cofinancé par l'AFD et le CIRAD.

Des réunions préparatoires ont eu lieu en juin 2009 à Lyon d'une part et à Phnom Penh d'autre part. La réunion de lancement s'est tenue à Montpellier en septembre 2009 et avait réuni les différents partenaires français ainsi que des partenaires d'Asie du sud-est (Thaïlande et Vietnam).

## **RESULTATS ANNEE 1**

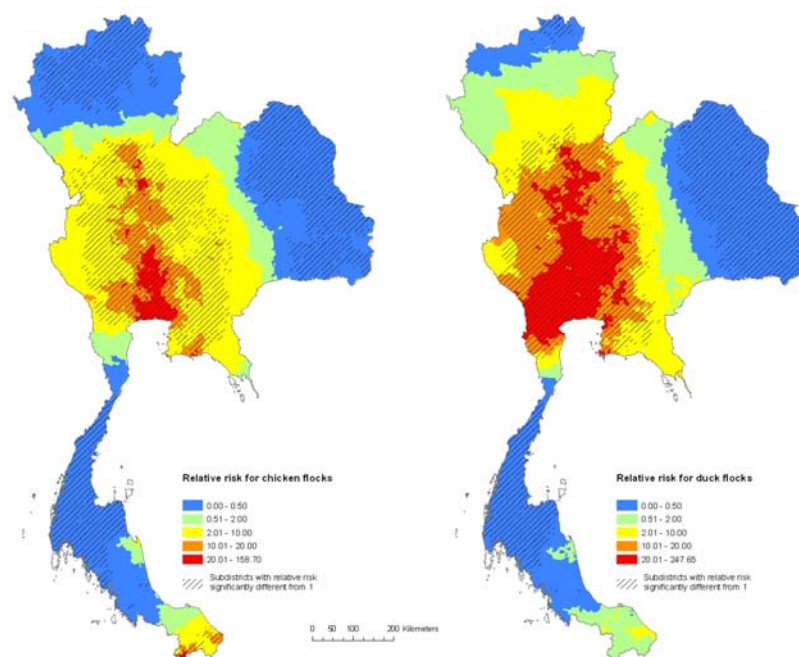
### **Volet 1 : Bilan épidémiologique**

L'objectif principal de ce volet est d'effectuer une synthèse et une analyse comparée de la situation sanitaire des pays de la zone d'étude vis-à-vis de l'influenza aviaire. Les objectifs spécifiques sont la production de cartes de risque d'introduction et de diffusion de la maladie afin d'identifier les zones à haut risques pour mieux cibler les mesures de surveillance et de prévention. Ces cartes seront comparées à des cartes d'efficacité des systèmes de surveillance (résultats du bilan évaluatif, volet 2) afin d'ajuster et renforcer la surveillance dans les zones à plus grand risque d'occurrence de la maladie.

- **Analyse spatiale du risque relatif de diffusion de l'influenza aviaire H5N1 en Thaïlande (étude finalisée)** : l'objectif de cette étude était d'évaluer le rôle des

facteurs anthropiques (commerce de volailles basé sur des indicateurs de type densité de population ; distance aux grandes villes ; densité de routes etc.) dans le risque de diffusion de l'IAHP H5N1 en Thaïlande, à partir des données des foyers de 2004-2005. Après observation d'une forte hétérogénéité spatiale du risque relatif (Figure 1), une série de facteurs de risque potentiels ont été testés dans un modèle linéaire multi-varié. Les résultats démontrent le rôle important joué par les facteurs liés aux activités humaines, en addition à celui des facteurs agro-environnementaux. Ces résultats ont été valorisés par une publication en 2010 :

- *Paul et al. Anthropogenic factors and the risk of highly pathogenic avian influenza H5N1: prospects from a spatial-based model. Vet Res (2010) 41:28*



**Figure 1. Cartes du risque relatif de diffusion de l'influenza aviaire de type H5N1 normalisée par le nombre d'élevages de poulets (à gauche) et de canards (à droite) (Paul M. et al, 2010)**

- **Etude des facteurs de risque d'infection par le virus H5N1 pour les petits élevages de Thaïlande (en cours) :** Les petits élevages de volailles de basse-cour ont été massivement affectés par l'épizootie d'influenza H5N1 en Asie. L'objectif de ce travail est d'identifier, à l'échelle de la ferme, des facteurs de risque associés à l'infection de la volaille par le virus H5N1. Une étude cas-témoins a été menée dans 486 petits élevages de Thaïlande, pour étudier le rôle des pratiques d'élevage et celles liées au commerce dans le risque d'infection par l'IAHP. Les résultats mettent en évidence le rôle des pratiques commerciales pour le risque d'infection par le virus IAHP H5N1. Les élevages de basse-cour qui ont commercé avec des marchands de volailles et

ceux situés à proximité des marchés ont été associés à un plus grand risque que les autres.

Ces résultats ont été présentés lors d'une conférence internationale en 2010 et sont sous presse:

- *Paul et al. Farming practices and the risk of highly pathogenic avian influenza H5N1 in backyard poultry: a case-control study in Thailand. SVEPM proceedings 2010*
- *Paul et al. Risk factors for Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 infection in backyard chicken farms: the role of poultry trade. Epidemiology and Infection. In Press.*

*Abstract: Given the threat HPAI H5N1 poses to public health and rural livelihoods, the disease needs to be contained in the backyard poultry sector, but the task remains a major challenge. To study the risk factors of HPAI H5N1 infection at the farm level, we carried out a case-control study on small-scale chicken farms in Thailand. We analyzed 104 case farms and 382 control farms. Data on farming practices and environmental characteristics were studied using multivariate logistic regression models. We show that farms where owners bought and sold live backyard chickens had a higher risk of HPAI H5N1 infection (OR 3.1, 95% CI 1.14–8.39), as well as those located near fresh markets (OR 2.46, 95% CI 1.05–5.78). Our results highlight the important role of poultry trade in the farm-to-farm transmission of HPAI H5N1. Findings from this study may help tailor prevention measures to local circumstances.*

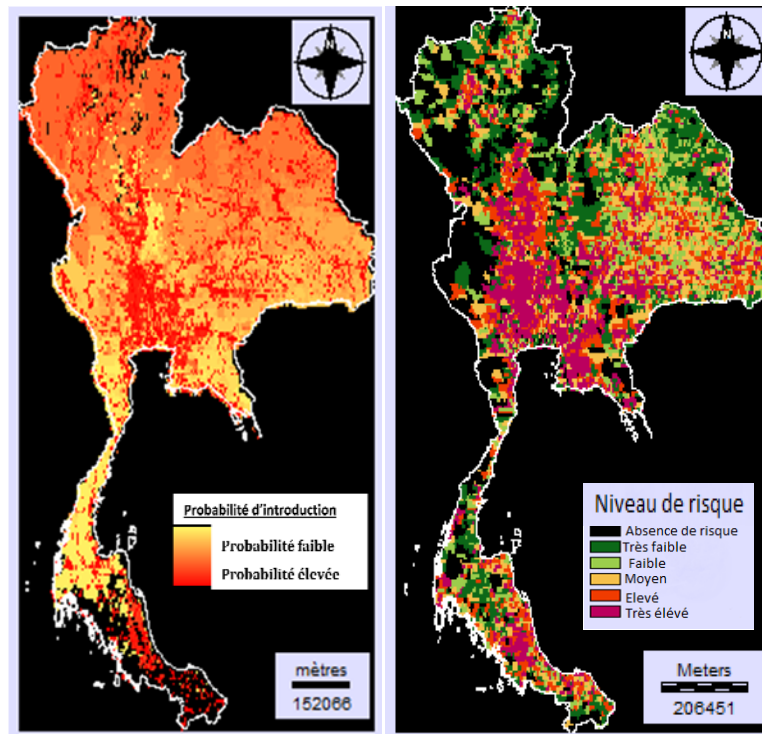
- **Cartographie du risque d'introduction et de diffusion de l'IAHP H5N1 par la méthode d'analyse multicritère (MCDA) (en cours):** L'objectif de ce travail est de développer un modèle spatialisé en intégrant des facteurs de risque influençant l'introduction et la diffusion du virus H5N1. Cette intégration des différents facteurs est possible grâce à la méthode d'analyse multicritère (MCDA). Chaque facteur de risque identifié au travers d'une analyse de la littérature et à dire d'experts – par ex. volailles de basse-cour ; coqs de combat ; poulet ou canards de chair ; poules ou cannes pondeuse ; abattoirs ; oies ; cailles ; culture de riz ; population humaine etc. - est cartographié pour former une couche spatialisée du modèle. Les facteurs sont ensuite pondérés par une élicitation<sup>1</sup> d'opinions d'experts. Un logiciel spécialisé (IDRISI, Clark Labs, Worcester MA 01610-1477 USA) permet de combiner les couches de façon linéaire, en prenant en compte la pondération afin de produire la carte de risque finale. Des cartes de risque d'introduction et diffusion de l'influenza aviaire ont été développées pour la Thaïlande dans le cadre d'un stage<sup>2</sup> de master de l'EPHE (Ecole Pratique des Hautes Etudes de Paris) (Figure 2). Le modèle ainsi développé est en cours de validation avec une étude de la corrélation entre les cartes développées par la méthode MCDA et les cartes de risque obtenues en analyse spatiale (Figure 1). Les résultats de cette étude sont en cours de publication : *Zahhaf A., Paul M. et al*

---

<sup>1</sup> « ...aider un expert à formaliser ses connaissances pour permettre de les sauvegarder et/ou les partager »

<sup>2</sup> Cartographie du risque de H5N1 en Asie du Sud Est par la méthode MCDM : le cas de la Thaïlande. ZAHHAF Amel. Master 2 - SSIB à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Université de la Sorbonne, Paris.

(2010). *MCDM Risk Mapping of HPAI H5N1 in South-east Asia*. Des travaux similaires sont en cours sur les données du Cambodge et du Vietnam



**Figure 2. Cartes de risque d'introduction (à gauche) et de diffusion (à droite) de l'influenza aviaire, générée par la méthode d'analyse multicritères (Zahhaf A et al, 2010)**

## **Volet 2 : Evaluation des systèmes de surveillance**

L'objectif de ces travaux est d'analyser la qualité et l'efficacité opérationnelle des systèmes de surveillance de l'IAHP H5N1 dans les pays d'étude par le biais de méthodes d'évaluation classiques. Les données ainsi obtenues sur le fonctionnement des systèmes de surveillance vont permettre 1) d'alimenter les volets recherche du projet sur le développement de méthodes d'évaluation innovantes et 2) de comparer les méthodes d'évaluation classiques et conventionnelles (qualitatives ou semi-quantitatives ; souvent subjectives) aux méthodes qui seront développées dans le cadre du programme. En effet, les résultats de ces évaluations serviront de base de comparaison avec les méthodes d'évaluation développées dans le cadre du projet. Une évaluation fine de la surveillance (petite échelle administrative) de manière qualitative et semi-quantitative (scores) permettra également de cartographier l'efficacité du système de surveillance (en termes de fonctionnement).

## Méthodes

Un outil standardisé d'analyse des systèmes d'information en santé appelé SNAT « Surveillance Network Evaluation Tool » sera utilisé pour l'évaluation des systèmes de surveillance de l'influenza aviaire dans les pays de la zone (Cambodge, Thaïlande, Vietnam). Cet outil, développé à l'origine dans le cadre d'un projet régional de surveillance épidémiologique (Caraïbe, Océan indien et Maghreb) a été utilisé pour évaluer le réseau CARIBVET aux Caraïbes en 2007 et en 2010. Une deuxième version de l'outil a été optimisée par l'ANSES en 2009 dans le cadre de l'évaluation des systèmes de surveillance des abeilles en Europe. Cette version mise à jour et corrigée par un groupe d'expert de l'ANSES en 2010 sera utilisée dans le cadre de REVASIA.

## Résultats

- **Evaluation du réseau RESPE** (Réseau de Surveillance des Pathologies Equines): une utilisation pilote de l'outil a été réalisée dans le cadre de l'évaluation du sous-réseau syndromes nerveux du réseau de surveillance des pathologies équine en France (RESPE,) (Janvier-Juillet 2010). Ces travaux ont été effectués en collaboration avec l'ANSES (P. Hendrikx) et le CIRAD (M. Peyre) et seront valorisés sous la forme d'une publication (e.g. journal de l'AEEMA) et de recommandations au comité de pilotage du réseau RESPE (fin 2010).
- **Présentation de l'outil SNAT aux partenaires asiatiques** : plusieurs réunions de présentation de l'outil ont eu lieu entre Janvier et Juillet 2010 avec les partenaires des pays de la zone d'étude de REVASIA (DLD, Thaïlande ; NavRI, Cambodge ; DAH, Vietnam). La présentation claire et détaillée des objectifs de l'évaluation des systèmes de surveillance par le biais de cet outil (méthodes classiques) représente une étape critique dans la mise en place de ces activités avec les partenaires locaux dans le cadre du projet.
- **Atelier régional de travail sur l'outil SNAT** : un atelier international de travail est en cours d'organisation (4-5 Octobre 2010) afin d'adapter l'outil d'évaluation à l'influenza aviaire et aux contextes socio-économiques des pays d'Asie du Sud Est. Les objectifs de cet atelier sont d'une part la prise en main de l'outil SNAT par les partenaires nationaux et d'autre part la définition d'un calendrier de travail pour son utilisation sur le terrain. Cet atelier est co-organisé par les services vétérinaires vietnamiens (DAH) et le CIRAD et cible les responsables des services vétérinaires et les coordinateurs des systèmes de surveillance IA nationaux (Laos<sup>3</sup>, Cambodge, Thaïlande et Vietnam).

---

<sup>3</sup> Le Laos ne faisait pas partie initialement du projet mais il nous paraît nécessaire de l'associer pour des raisons géo-épidémiologiques (proximité géographique, mouvements d'animaux et de produits animaux entre ce pays et les d'Asie du sud est) et en termes de gestion des risques (comparaison des systèmes de surveillance).

En préparation : *Peyre et al. Semi-quantitative Evaluation of AI Surveillance Systems in South-east Asia. The outcomes of a regional workshop.*

## VOLETS RECHERCHE

### Volet 3 : Capture-Recapture

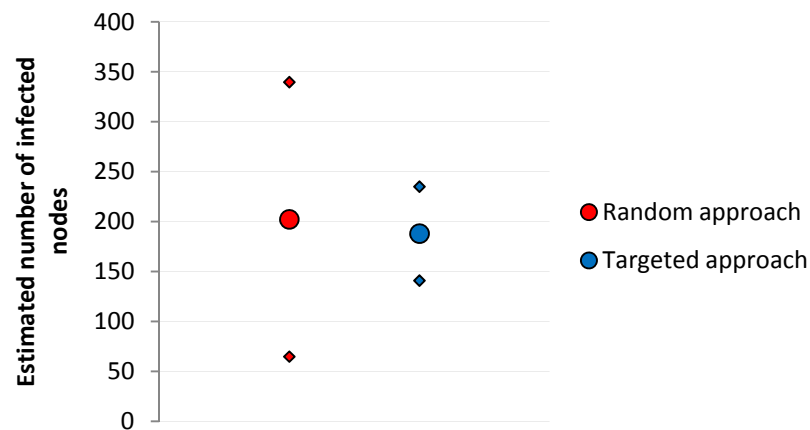
L'objectif de ce volet de recherche est d'évaluer l'apport des méthodes de capture-recapture (C-R) à la surveillance des maladies animales. Les méthodes de C-R permettent d'estimer le nombre d'unités épidémiologiques d'intérêt (animaux, élevages, villages,...) infectées par une maladie et non détectées par les systèmes de surveillance. Ces méthodes, classiquement utilisées en épidémiologie humaine, ne sont que depuis très récemment (2005) appliquées au domaine de l'épidémiologie vétérinaire. Deux méthodes de C-R seront développées dans le cadre de ce projet : les méthodes dites « unilistes », et les méthodes « multilistes ».

#### *Résultats*

- **Evaluation de la sensibilité du système de surveillance de la tremblante en France :** le nombre d'élevages infectés en 2006 a été évalué par la méthode uniliste de CR en se basant sur les données de surveillance nationale de la maladie en France. Au-delà de cette estimation du nombre d'élevages infectés, cette application a permis de mettre en évidence la nécessité de nombreuses adaptations méthodologiques pour valider ces analyses dans le cadre de la surveillance vétérinaire. Les résultats de cette étude ont été présentés à la conférence de l'AEEMA (Association pour l'Etude de l'Epidémiologie des Maladies animales) fin mai 2010 et sont en cours de valorisation :
  - *Vergne et al. (2010) Utilisation des méthodes unilistes de CR en surveillance de maladies animales : application aux données françaises de tremblante classique. Epidémiologie et santé animale. In press.*
  - *Vergne et al. (2010). Estimating the number of sheep holdings infected by scrapie in France with unilist CR model: an illustration of the pitfalls arising from animal disease surveillance processes. Epidemiology and Infection. In prep.*
- **Evaluation de différentes stratégies d'échantillonnage:** ces travaux ont été réalisés en lien avec le volet modélisation du projet (volet 5). Différentes stratégies d'échantillonnage (aléatoire ou ciblé) ont été comparées en évaluant les taux de prévalence obtenus à partir de données d'épidémies simulées (cf. Volet 5). Les prévalences obtenues par la stratégie d'échantillonnage ciblée sont plus précises (intervalle de confiance réduit) que les estimations par échantillonnage aléatoire



(Figure 4). Pour le même nombre de village échantillonnés, l'échantillonnage ciblé détecte plus de villages infectés. Les résultats de ces simulations seront directement appliqués sur le terrain (cf. paragraphe suivant).



**Figure 3. Estimation du nombre de nœuds infectés à partir d'un échantillonnage aléatoire (rouge) ou ciblé (bleu) avec un intervalle de confiance à 95% (losanges)**

- **Application des méthodes CR multilistes (deux listes ici) à la surveillance de la fièvre aphteuse (FA) au Cambodge (en cours):** A travers l'exemple de la FA au Cambodge, cette application va permettre d'apprécier l'utilité de ces méthodes à 2 listes pour corriger la valeur apparente de la prévalence. Les méthodes développées dans le cadre de cette étude pourront être par la suite appliquées à d'autres maladies et en particulier l'influenza aviaire en Thaïlande (travaux de terrain à partir de fin 2010). Le nombre réel de villages infectés par la FA (cas cliniques) est estimé par la méthode de C-R à deux listes dans la province de Svay Rieng (Figure 5). Les deux sources utilisées sont les villages déclarés positifs à l'OIE en 2009 (réseau de surveillance SEAFMD) et les résultats d'une étude d'épidémiologie participative sur le statut des villages en 2009 et 2010 à partir d'un échantillonnage ciblé (enquêtes en cours : Juillet-Septembre 2010). Ces travaux ont été présentés dans 2 conférences internationales :
  - Vergne et al (2010). *Simulation of CR methods as a new tool to assess animal disease surveillance: application to FMD outbreak reports in Cambodia. SVEPM conference (poster), Nantes, France, March 24-26.*
  - Vergne et al (2010). *How to design a second source for an effective capture-recapture analysis? The example of foot-and-mouth disease in Cambodia. AITVM conference (oral com.), Bangkok, Thailand, August 23-26.*



**Figure 4. Zone d'étude d'application de la méthode capture-recapture à la surveillance de la FA au Cambodge (Province de Svay Rieng)**

L'utilisation de méthodes participatives<sup>4</sup> est développée au travers de ce volet dans le but de disposer d'autres sources d'informations sanitaires dans une logique C-R mais également de pouvoir proposer des méthodes d'évaluation de l'épidémiosurveillance participative. Un stage de Master (CNAM-Pasteur) est en cours au Cambodge spécifiquement sur ces approches participatives.

<sup>4</sup> L'épidémiologie participative consiste à appliquer les méthodes participatives à la recherche épidémiologique et à la surveillance des maladies. Il s'agit d'une technique éprouvée qui a surmonté la plupart des contraintes des méthodes épidémiologiques traditionnelles, et permis de résoudre un grand nombre de problèmes dans les domaines de la surveillance et de la recherche en santé animale. Mise au point dans le cadre des petits programmes communautaires de santé animale, cette méthode a été appliquée ensuite dans des initiatives internationales de grande envergure pour la prophylaxie des maladies animales. Le Programme mondial d'éradication de la peste bovine a fait appel à l'épidémiologie participative en tant qu'outil de surveillance pour la lutte contre la peste bovine. Par la suite, cette méthode a été utilisée en Afrique et en Asie, dans des configurations tant rurales qu'urbaines de lutte contre la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants et l'influenza aviaire hautement pathogène, des pathologies rares comme des affections courantes. [...]. Jost, C.C., Mariner, J.C., Roeder, P.L., Sawitri, E. and Macgregor-Skinner, G.J. (2007). Participatory epidemiology in disease surveillance and research. Office international des épizooties revue scientifique et technique, 26(3), 537-549.

## Volet 4 : Méthodes Probabilistes

L'objectif de ces travaux est le développement d'une méthodologie permettant de développer un réseau de surveillance de l'influenza basé sur le risque par le biais de méthodes quantitatives.

**Utilisation des méthodes qualitatives (SWOT<sup>5</sup>) de description des réseaux influenza humains et animaux et investigation sur foyers IA au Cambodge, évaluation spatio-temporelle des déterminants :** Dans le cadre du projet REVASIA afin de décrire le système de surveillance passive des maladies aviaires au Cambodge des études de terrains ont été effectuées dans 4 provinces : Siem Reap, Kampong Cham, Svay Rieng, Takeo (2 districts par province et 2 villages par districts). Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec les techniciens du NAVRI (services vétérinaires) et les membres d'AVSF. Des entretiens face à face ou en groupes ont été réalisés avec les vétérinaires des Provinces (n=3) et des Districts (n=6) ainsi qu'avec les para vétérinaires villageois (village animal health workers (VAHWs)) (n=43) et les fermiers (n=20). Une description ainsi qu'une analyse de sensibilité du système de surveillance passif des maladies aviaires a été réalisée avec les données ainsi collectées (Figure 6).

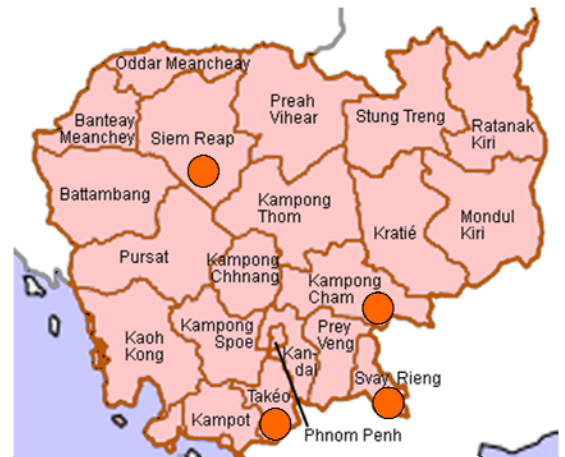


Figure 5. Zone d'étude de la surveillance passive des maladies aviaires au Cambodge

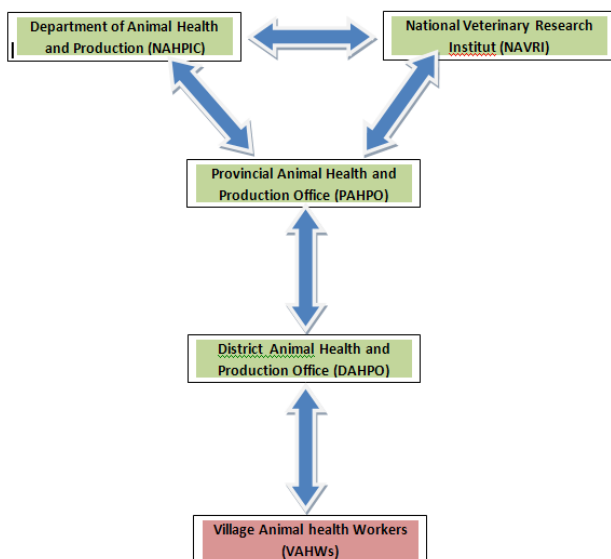


Figure 6. Flux d'information dans le système de surveillance au Cambodge.

- ✓ Dans les villages visités, le nombre moyen de volaille par foyer est faible : 20 poulets et 2 canards (canards de Barbarie). La maladie de Newcastle représente le problème le plus important selon les fermiers, avec une occurrence annuelle et parfois même bisannuelle (mars/avril et novembre/janvier). Les autres maladies identifiées sont la variole, le choléra et la peste du canard.
- ✓ La sensibilité moyenne (Se) du système de surveillance passif a été calculée dans les 3 provinces: Kampong Cham (Se=0.85) > Svay Rieng (Se=0.70) > Siem Reap (Se=0.54)
- ✓ Les principaux atouts de ce système de surveillance passif est la couverture géographique très élevée grâce aux VAHWs (environ 1 par village) ainsi que le bon niveau de sensibilisation des

<sup>5</sup> Analyse SWOT ou matrice SWOT : "Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats". Elle permet d'analyser l'environnement externe et interne au projet. Dans l'environnement externe, on distingue les opportunités et les menaces pour le projet. Dans l'environnement interne, on distingue les forces et les faiblesses que l'entreprise transmet au projet.

vétérinaires aux maladies aviaires.

- ✓ Les points critiques identifiés dans cette étude sont 1) le nombre limité de déclaration remontant du terrain, la difficulté est d'encourager les fermiers et les VAHWs à déclarer toute mortalité au vétérinaire local ; 2). Le niveau limité de standardisation de la définition du cas et de la méthode de déclaration entre provinces et entre districts.

Des travaux similaires ont été initiés en Thaïlande dans le cadre d'un autre projet – l'ANR-Ecoflu - et du volet géré par le CIRAD : *Quantitative assessment and comparison of the sensitivity of several scenarios for the active surveillance of Avian Influenza in Thailand*. Goutard F., Paul M., et al.

En préparation : Goutard F. et al. *Bilan mondial des systèmes de surveillance de l'influenza aviaire/humain*. Avec L'école CNAM-Pasteur de Santé Publique.

### **Volet 5 : Modélisation, Simulation**

L'objectif de ces travaux est de fournir un outil de simulation d'une épidémie et de son réseau de surveillance sous la forme de deux systèmes dynamiques spatialisés en interaction. Cet outil permettra d'évaluer la capacité du réseau de surveillance représenté à observer l'épidémie simulée en prenant en compte les aspects spatiaux et dynamiques (Pour le volet 3 Capture-Recapture par exemple). Les travaux réalisés à ce jour concernent essentiellement la simulation de l'épidémie sous la forme d'un processus de diffusion dans un graphe. Ce formalisme a été choisi car il semble le plus adapté aujourd'hui pour prendre en compte la complexité des contacts infectieux intervenant à l'échelle observée par un réseau de surveillance. De plus il permet d'une part d'explicitier l'espace, et d'autre part de réaliser des analyses de réseaux sociaux de plus en plus utilisées en épidémiologie.

- **Simulation d'une épidémie:** une épidémie est simulée par un processus de diffusion dans un graphe qui représente le réseau commercial de volaille qui est assimilé au réseau de contact infectieux. Un modèle paramétrisable (graphe et paramètres de l'épidémie) a été construit sous la plateforme informatique VLE (*Virtual Laboratory Environment*). En outre, une formalisation et une automatisation du processus d'expérimentation nécessaire a été mis en place. Ce processus d'expérimentation permet de 1) tester différents scénarios d'épidémies et 2) tester différents paramètres d'échantillonnage.
  - Bonté et al. 2009, *Recursive simulation and experimental frame for multiscale simulation, proceedings of Summer Computer Simulation Conference 2009*.
  - Bonté et al. *Publication soumise au journal "simulation », en révision*
- **Évaluation des méthodes d'échantillonnage par simulation :** différents protocoles d'échantillonnages ont été évalués en comparant les prévalences données par ces protocoles et la prévalence dans l'épidémie simulée. Le test pour un graphe pour une épidémie (Vergne et al, SVEPM 2010) et le test pour un graphe pour plusieurs épidémies (Vergne et al, AITVM 2010) montrent dans les deux cas qu'un échantillonnage ciblé est plus précis et plus exact. MAIS ce sont des résultats préliminaires qui ne sont pas encore extrapolables pour une action sur le terrain, il

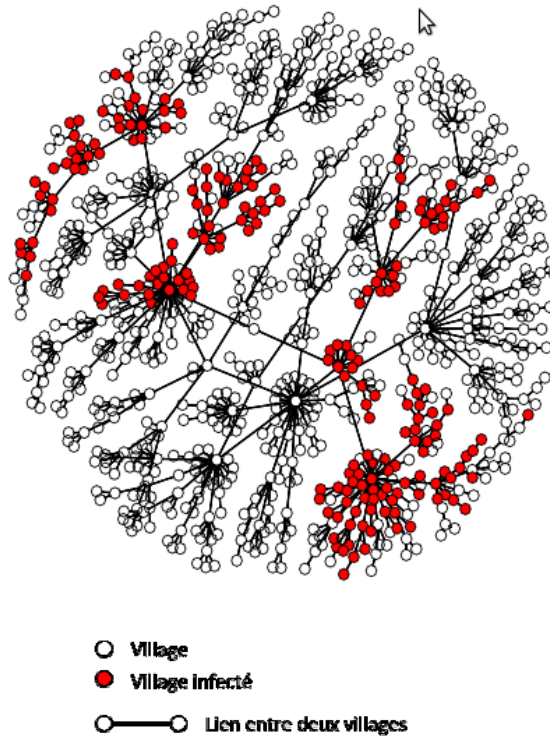


Figure 7. Epidémie simulée sous la forme d'un processus de diffusion dans un graphe

## Volet 6 : Evaluation économique des systèmes de surveillance

Ce volet est un nouveau module de recherche qui s'est mis en place suite au cofinancement d'une thèse entre l'Agence Française de Développement (AFD) et le CIRAD et l'identification d'un besoin réel en recherche sur les méthodologies d'évaluation économique de la surveillance en santé animale. L'inscription à l'école doctorale est en cours : <http://www.edeg.univ-montp1.fr/>. L'objectif de ces travaux est de développer des outils d'évaluation économique des stratégies de surveillance et de contrôle et de proposer des outils d'aide à la décision aux divers acteurs de la gestion de ces risques sanitaires. Il s'agira d'abord de conduire une analyse des coûts (directs et indirects) engendrés par différents systèmes ou réseaux de surveillance et de définir et documenter les dimensions de leur efficacité technique potentielle (*efficacy*) et leur efficacité réelle (*effectiveness*). Sera ensuite menée une évaluation du rendement des programmes d'abord par des analyses de minimisation des coûts, des analyses coût-efficacité (*cost-effectiveness*) des méthodes de surveillance in fine et enfin par une maximisation du ratio coût/bénéfice de la surveillance.

Le travail s'organisera autour de trois composantes principales :

a) Développement de la méthodologie :

- une revue systématique des méthodes économiques utilisables en santé animale et plus spécifiquement sur les systèmes de surveillance
- le développement d'outils pour l'évaluation des coûts, de l'efficacité et des bénéfices attendus des systèmes de surveillance dans le contexte du sud
- l'intégration des approches épidémiologiques et sociales (e.g. méthodes participatives)

b) Une phase d'acquisition de données pour calibrer, tester et valider les méthodes et outils proposés :

- L'évaluation des coûts des réseaux de surveillance au Vietnam, Laos, Cambodge et Thaïlande
- L'évaluation de l'efficacité et des bénéfices des réseaux de surveillance de l'influenza aviaire au Vietnam, Laos, Cambodge et Thaïlande

c) Une phase de synthèse :

- Des analyses coûts-efficacité en termes épidémiologique, économique, sociologique, et politique ; à différents niveaux d'échelle (du local/national au global/régional) ; et dans une perspective «*One Health*»
- Le développement d'un modèle économique permettant de comparer différentes stratégies de surveillance en associant données épidémiologiques et paramètres socioculturels

Un travail préliminaire a été effectué dans le cadre d'un stage ENSV<sup>6</sup> à l'Agence française de développement (AFD) : « Rentabilité de la surveillance épidémiologique des maladies animales dans les pays en développement: Contribution de l'évaluation économique et

---

<sup>6</sup> Ecole Nationale des Services Vétérinaires, Lyon

perspectives de recherche » (Revue bibliographique et entretiens d'acteurs). Myriam Chaudron. *Mémoire de Certificat d'Etudes Vétérinaires Approfondies – Santé Publique Vétérinaire*.

### **Management du projet et Communication**

Des réunions de lancement du projet et des ateliers techniques ont été organisées tout au long de cette première année en alternance avec la France et l'Asie du Sud Est :

- Lyon Juin 2009 : réunion de présentation du projet avec les partenaires français ;
- Cambodge Juin 2009 : réunion de présentation du projet avec les partenaires ASE ;
- Montpellier Septembre 2009 : réunion de lancement et atelier sur les méthodes d'évaluation classiques des systèmes de surveillance et sur l'élicitation d'experts ;
- Bangkok, Thaïlande en Décembre 2009 (réunion technique avec les partenaires ASE)
- Lyon, Décembre 2009 et Juillet 2010 (réunions Marisa Peyre/CIRAD, Pascal Hendrikx/ANSES et Barbara Dufour/ENVA sur SNAT).
  
- Vietnam 4-5 Octobre 2010 : atelier de travail sur l'outil SNAT avec les partenaires d'Asie du sud-est
- Bangkok, Thaïlande en Décembre 2010 : séminaire international associant des experts du Royaume-Uni (*Royal Veterinary College*, U. Londres), d'Australie (Université de Murdoch, Perth) et les partenaires du sud-est asiatique.

Les missions 2009-2010 en Asie du sud-est :

- Bellet Camille, Stage de Master CNAM- Pasteur : Cambodge en 2010 ;
- Bonté Bruno : PhD CIRAD AGIRs-GREEN, Thaïlande, Cambodge, Vietnam et 2009 et 2010
- Duboz Raphaël, CIRAD/AGIRs, missions Cambodge et Thaïlande, En poste à Bangkok depuis mi- 2010 ;
- Ducrot Christian, INRA/EpiA Theix, missions Cambodge, Thaïlande et Vietnam en 2009 et 2010 ;
- Figuié Muriel, CIRAD/MOISA, socio-économiste et Tristan le Cotty, économiste CIRAD/CIREC; missions au Vietnam en 2010, participations à l'atelier SNAT à Hanoi (couplées à des missions d'autres projets : ATP-émergences et FSP-Gripavi) ;
- Goutard Flavie, CIRAD/AGIRs, en poste au Cambodge (Institut Pasteur). Missions régionales en 2009 et 2010 ;
- Grosbois Vladimir, CIRAD/AGIRs, Mission Thaïlande en 2009 ;
- Paul Mathilde, PhD INRA-CIRAD : Thaïlande en 2010 ;
- Peyre Marisa, Post-Doctorat CIRAD-INRA sur FRIA-REVASIA : Cambodge, Vietnam, Thaïlande en 2009 et 2010 ; en poste au Vietnam depuis mi 2010. Missions régionales Asie du sud-est en 2010 ;
- Roger François, CIRAD/AGIRs. Thaïlande/France. Missions Cambodge, Laos et Vietnam ;

- Vergne Timothée, PhD CIRAD-ANSES/ENVA : Thaïlande, Cambodge, Vietnam en 2009 et 2010 ;
- Zahhaf Amel, MSc EPHE/CIRAD puis PhD AFD-CIRAD/AGIRs : Cambodge, Thaïlande, Vietnam en 2010.

Est prévue début 2011 une mission d'appui d'Aurélie Binot, CIRAD-AGIRs/Montpellier : SHS et épidémiologie, notamment sur les approches participatives.

Une page internet dédiée au projet a été développé sur le site FluTrop :

<http://avian-influenza.cirad.fr/fr/projets/recherche/revasia>

Le site présente des informations générales sur le projet, regroupe toutes les informations relatives aux réunions et possède un accès réservé aux membres du projet et au comité de pilotage a également été mis en place. Une zone en accès libre est dédiée à la présentation des résultats du projet.



Réunion REVASIA, Bangkok Décembre 2009