

# 2011



Fonds de soutien à la  
recherche sur l'influenza  
aviaire (FRIA)



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'ALIMENTATION  
DE LA PÊCHE  
DE LA RURALITÉ  
ET DE L'AMÉNAGEMENT  
DU TERRITOIRE

## Projet FRIA 08-009:

### REVASIA

Programme de Recherches pour  
l'Évaluation en Asie du Sud Est  
de la Surveillance de l'Influenza  
Aviaire

Rapport Final (2009-2010)

Marisa PEYRE  
François ROGER  
CIRAD, AGIRs



DAHP,  
Cambodge



NaVRI,  
Cambodge



DAH,  
Vietnam



Kasetsart  
Uni. Thailande



DLF,  
Laos



**Coordinateur :** CIRAD

**Partenaires :** INRA, Institut Pasteur

**Collaborateurs :** Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (ENVA), SUPAGRO, Agronomes et Vétérinaires sans Frontières (AVSF), National Veterinary Research Institute (NaVRI), Department of Animal Health (Vietnam), Department of Livestock Development et Université de Kasetsart (Thaïlande), Department of Livestock and Fisheries (Laos)



## RESUME

L'objectif du programme de recherche REVASIA est de développer des méthodes et outils d'évaluation quantitative des systèmes de surveillance en santé animale. Le projet FRIA-08-009 a permis d'une part d'initier le montage de ce programme de recherche REVASIA et d'en assurer sa coordination et d'autre part de financer le bilan évaluatif ainsi qu'une partie des activités de recherche de ce programme.

Le programme de recherche REVASIA est construit autour de 2 volets thématiques – bilan épidémiologique et épidémiologie évaluative - et de 3 composantes de recherche sur le développement de méthodes d'évaluation quantitative : évaluation et modélisation par capture-recapture (C-R), modèles probabilistes basés sur l'analyse de risque quantitative (QRA) et modélisation mathématique (Figure 1). La partie bilan (évaluation de la situation épidémiologique et évaluation semi-quantitative des réseaux de surveillance dans la zone) devait permettre d'une part d'alimenter en données les composantes de recherche et d'autre part de valider les méthodes développées au cours du projet en comparant les résultats obtenus à la situation actuelle.

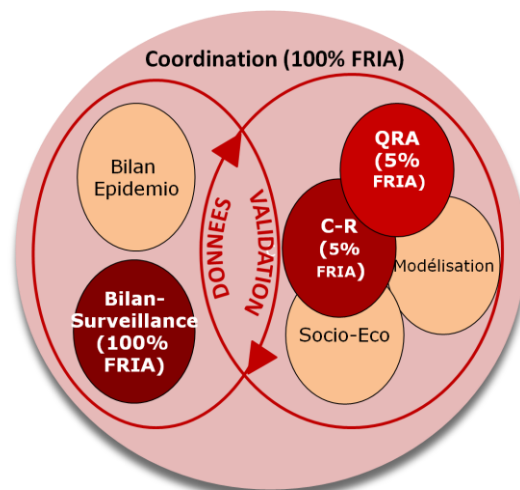


Figure 1. Schéma organisationnel des activités du programme REVASIA et % de financement du fond FRIA

Le bilan évaluatif ainsi que les travaux d'analyse de risque quantitative (avec l'intégration des réseaux santé animale et santé publique) ont permis de générer des données essentielles à la compréhension des déterminants et du risque de diffusion de l'influenza aviaire H5N1 en Asie du Sud Est. En effet, les facteurs liés aux activités humaines, en outre les facteurs agro-environnementaux jouent un rôle prépondérant dans le maintien et la diffusion de la maladie (Paul et al 2011). Ces travaux ont également permis d'avoir une vision globale de l'état des systèmes de surveillance et donc de la qualité des données de surveillance disponibles actuellement en Asie du Sud Est (Peyre et Roger 2011). En effet, le nombre de sous-notification est important dans certains pays de la zone et les systèmes de surveillance actuellement en place ont une efficacité limitée notamment en termes de sensibilité et rapidité (Minodier, 2011 ; Faverjon, 2011). Ces informations sont des éléments clés dans la définition des programmes de gestion du risque d'introduction de l'influenza aviaire et du risque pandémique en France et en Europe.

Le projet a également œuvré au développement et à la validation de méthodes innovantes pour l'évaluation quantitative des performances de la surveillance en santé animale. Les méthodes de Capture-Recapture permettent d'évaluer le nombre de sous notifications et ainsi de calculer la sensibilité du système. Ces méthodes ont été validées sur des jeux de données en Asie du Sud Est (fièvre aphteuse ; influenza aviaire) mais également en France



(tremblante) (Vergne et al 2011). L'application des méthodes participatives à l'évaluation des performances de la surveillance a été validée au Cambodge où des travaux se poursuivent sur l'intégration des problématiques de surveillance en santé animale et santé humaine dans les dispositifs d'évaluation (Goutard et al 2011 ; Bellet et al 2011 ; Calba 2011). Enfin, un modèle mathématique d'évaluation des performances de méthodes de surveillance et de contrôle sur des épidémies simulées a été développé et a permis de tester et de valider différents protocoles d'échantillonnage (Bonte et al 2011).

Ces méthodes ainsi que les méthodes d'évaluation socio-économiques qui seront développées à terme sont transposables à l'évaluation des performances des systèmes de surveillance d'autres maladies en France et en Europe.

L'utilisation et l'application de ces méthodes a déjà permis de fournir des recommandations aux services vétérinaires des pays concernés en termes d'organisation du système de surveillance, avec pour objectif à terme la prise en compte de la dimension économique de la surveillance en fonction des contextes locaux: privilégier par exemple plutôt une surveillance ciblée dans une région donnée ou maintenir un réseau passif etc.

## SOMMAIRE

<b>Résumé des Objectifs et Plan de travail</b> .....	<b>7</b>
<b>Moyens mis en œuvre</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Volet 1: Bilan Epidémiologique</b> .....	<b>11</b>
1.1 Analyse spatiale du risque relatif de diffusion de l'influenza aviaire H5N1 en Thaïlande .....	11
1.2 Etude des facteurs de risque d'infection par le virus H5N1 pour les petits élevages de Thaïlande .....	12
1.3 Cartographie du risque d'introduction et de diffusion de l'IAHP H5N1 par la méthode d'analyse multicritère (MCDA) (Financement FRIA) .....	12
<b>2 Volet 2: Evaluation des Systèmes de Surveillance (Financement FRIA)</b> .....	<b>13</b>
2.1 Adaptation de l'outil au contexte des pays en voie de développement .....	14
2.1.1 Présentation de l'outil SNAT aux partenaires asiatiques.....	14
2.1.2 Atelier régional de travail sur l'outil SNAT.....	14
2.1.3 Adaptation de l'outil SNAT au contexte des pays en voie de développement.....	15
2.2 Evaluation du système de surveillance de l'IA au Laos et au Cambodge .....	15
<b>COMPOSANTE RECHERCHE</b> .....	<b>17</b>
<b>3 Volet 3: Capture-Recapture</b> .....	<b>17</b>
3.1 Evaluation de la sensibilité du système de surveillance de la tremblante en France .....	17
3.2 Evaluation de différentes stratégies d'échantillonnage .....	17
3.3 Application des méthodes CR multilistes à la surveillance de la fièvre aphteuse (FA) au Cambodge .....	18
<b>4 Volet 4: Méthodes Probabilistes (Financement partiel FRIA (IPC))</b> .....	<b>19</b>
4.1 Apport de l'approche participative dans l'évaluation de la situation épidémiologique de la fièvre aphteuse, dans la province de Svayrieng, au Cambodge (Financement FRIA) .....	19
4.2 Adaptation de la méthode des critères au contexte des VAHW au Cambodge par l'utilisation de méthodes participatives (Financement FRIA) .....	20
<b>5 Volet 5 : Modélisation- Simulation</b> .....	<b>21</b>
<b>6 Nouveau volet (6): Evaluation économique des systems de surveillance</b> .....	<b>23</b>
<b>7 CONCLUSION / PERSPECTIVES</b> .....	<b>23</b>
<b>8 Management du Project et Communication</b> .....	<b>24</b>
8.1 Liste des Publications .....	25
Travaux financés sur fonds FRIA.....	25
Travaux dont la coordination a été assurée sous financement FRIA mais réalisés sur des financements annexes .....	26



## Acronymes

AFD	Agence Française de Développement
AGIRs	Animal et Gestion Intégrée des Risques
CIRAD	Centre International de Recherche en Agronomie pour le Développement
CIRRD	Centre Interdisciplinaire de Recherche en Développement Rural, Vietnam
CR	Capture-Recapture
DAH	Department of Animal Health, Vietnam
DLD	Department of Livestock Development
DLF	Department of Livestock and Fisheries, Laos
FAO	Organisation Mondiale de la Sécurité Alimentaire et de l'Agriculture
HAU	Hanoi Université d'Agriculture
IA	Influenza aviaire
IAHP	Influenza Aviaire Hautement Pathogène
NAHC	National Animal Health Institute, Laos
NaVRI	National Veterinary Research Institute, Cambodge
OIE	Organisation Mondiale de la Santé Animale
SNA	Social Network Analysis
SMA	Système Multi Agents
REVASIA	Programme de Recherche pour l'Evaluation en Asie du Sud Est de la Surveillance de l'Influenza Aviaire
VAHW	Village Animal Health Workers



## Résumé des Objectifs et Plan de travail

L'objectif du programme de recherche REVASIA est de développer des méthodes et outils d'évaluation quantitative des systèmes de surveillance en santé animale. Le projet FRIA-08-009 a permis d'une part d'initier le montage de ce programme de recherche REVASIA et d'en assurer sa coordination et d'autre part de financer le bilan évaluatif ainsi qu'une partie des activités de recherche de ce programme.

Le programme de recherche REVASIA est construit autour de 2 volets thématiques – bilan épidémiologique et épidémiologie évaluative - et de 3 composantes de recherche sur le développement de méthodes d'évaluation quantitative : évaluation et modélisation par capture-recapture (C-R), modèles probabilistes basés sur l'analyse de risque quantitative (QRA) et modélisation mathématique (Figure 1). La partie bilan (évaluation de la situation épidémiologique et évaluation semi-quantitative des réseaux de surveillance dans la zone) devait permettre d'une part d'alimenter en données les composantes de recherche et d'autre part de valider les méthodes développées au cours du projet en comparant les résultats obtenus à la situation actuelle.

## Moyens mis en œuvre

Le fond FRIA a financé la post-doctorante recrutée sur ce projet, basée en France la première année (Juillet 2009-Juillet 2010) et au Vietnam la deuxième (juillet 2010-juillet 2011). La post-doctorante était en charge de la coordination technique des activités de recherche et de la mise en œuvre du volet bilan évaluatif du programme (volet 2). Le fond FRIA a également financé une partie des activités de terrain des volets de recherche par le biais de stages d'étudiants en Master (volet 2 : bilan évaluatif et volet 4 : méthodes probabiliste).

Ce projet s'appuie également sur les projets de recherche et les équipes du CIRAD présentes sur le terrain en Asie du sud-est : Cambodge et Thaïlande. Un allocataire de recherche cofinancé par le CIRAD et l'ANSES a été recruté pour travailler sur le volet de recherche sur les méthodes de C-R (volet 3). L'allocataire de recherche impliqué sur le volet modélisation mathématique (volet 5) a effectué un séjour de 6 mois en Thaïlande lors de la deuxième année. 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 missions courtes ont mobilisé des experts du centre CIRAD de Montpellier et des institutions partenaires.

Le fond FRIA a permis le montage de ce programme de recherche qui a généré de nouvelles collaborations sur cette thématique (collaborations associées à de nouveaux financements) et a ainsi œuvré à la réalisation de nombreuses activités techniques rattachées à ce programme de recherche (Tableau 1).



Tableau 1. Bilan de répartition des ressources, sources de financement et principaux résultats pour chaque activité du programme REVASIA (Sep. 2011)

ACTIVITES	RESSOURCES	FINANCEMENTS	IMPACT
Coordination scientifique du projet	<b>12 mois Post-doctorant</b>	<b>FRIA (6 mois CIRAD ; 6 mois INRA)</b>	<b>Communication et valorisation des données</b> <b>Rédaction rapports annuels</b>
<b>1 Volet 1: Bilan Epidémiologique</b>			
1.1 Analyse spatiale du risque relatif de diffusion de l'influenza aviaire H5N1 en Thaïlande	12 mois doctorant	INRA-CIRAD INRA-CIRAD	<b>Connaissance approfondie du risque de diffusion de l'IA en Asie du Sud Est : implication dans la gestion du risque en France/Europe</b>
1.2 Etude des facteurs de risque d'infection par le virus H5N1			
1.3 Cartographie du risque d'introduction et de diffusion de l'IAHP H5N1 par la méthode d'analyse multicritère (MCDA)	<b>5 mois stagiaire EPHE</b>	<b>FRIA (CIRAD))</b>	
<b>2 Volet 2: Evaluation des Systèmes de Surveillance</b>			
2.1 Adaptation de l'outil au contexte des pays en voie de développement	<b>7 mois post-doctorant</b>	<b>FRIA (CIRAD)</b>	<b>Développement et validation de nouveaux critères d'évaluation pertinents pour la surveillance des maladies animales en France/Europe (intégration possible dans outil OASIS)</b>  <b>Amélioration des connaissances sur la qualité des données de surveillance IA en ASE : implication dans la gestion du risque en France/Europe</b>
2.2 Evaluation du système de surveillance de l'IA au Laos et au Cambodge	<b>3 mois post-doctorant</b> <b>5+6 mois stagiaires Master SAEPS</b>	<b>FRIA (CIRAD)</b>	



ACTIVITES	RESSOURCES	FINANCEMENTS	IMPACT
3 Volet 3: Capture-Recapture			
3.1 Evaluation de la sensibilité du système de surveillance de la tremblante en France	36 mois doctorant	CIRAD-ANSES	<b>Méthode d'évaluation de la sensibilité des système de surveillance développée et validée sur des données France</b>  <b>Application possible à l'évaluation de la Se de la surveillance d'autres maladies France/Europe</b>
3.2 Evaluation de différentes stratégies d'échantillonnage			
3.3 Application des méthodes CR multilistes (deux listes ici) à la surveillance de la fièvre aphteuse (FA) au Cambodge			
4 Volet 4: Méthodes Probabilistes			
Efficacité et efficience des systèmes de surveillance des maladies infectieuses émergentes en Asie du Sud Est	36 mois doctorant Frais terrain	CIRAD <b>FRIA (IPC)</b>	<b>Amélioration des connaissances sur la qualité des données de surveillance Influenza en ASE : implication dans la gestion du risque en France/Europe</b>  <b>Développement et application de méthodes participatives pour évaluer les performance de la surveillance transposables au contexte France/Europe</b>  <b>A terme intégration de la surveillance santé animale/santé humaine dans l'évaluation : méthode transposable en France/Europe</b>
4.1 Apport de l'approche participative dans l'évaluation de la situation épidémiologique de la fièvre aphteuse, dans la province de Svayrieng, au Cambodge	5 mois stagiaire Master Santé Publique	<b>FRIA</b>	
4.2 Adaptation de la méthode des critères au contexte des VAHW au Cambodge par l'utilisation de méthodes participatives	5 mois stagiaire master SAEPS	<b>FRIA</b>	



ACTIVITES	RESSOURCES	FINANCEMENTS	IMPACT
5 Volet 5 : Modélisation- Simulation	36 mois doctorant	CIRAD	Modèle de simulation des épidémies, de la surveillance et du contrôle de la maladie : validité/test de différents protocoles d'échantillonnage Application possible sur autres maladies et stratégies de surveillance France/Europe
<b>6 Nouveau volet (6): Evaluation économique des systèmes de surveillance</b>	36 mois doctorant	CIRAD-AFD	A terme méthode d'évaluation socio-économique de la surveillance transposable aux contextes France/Europe

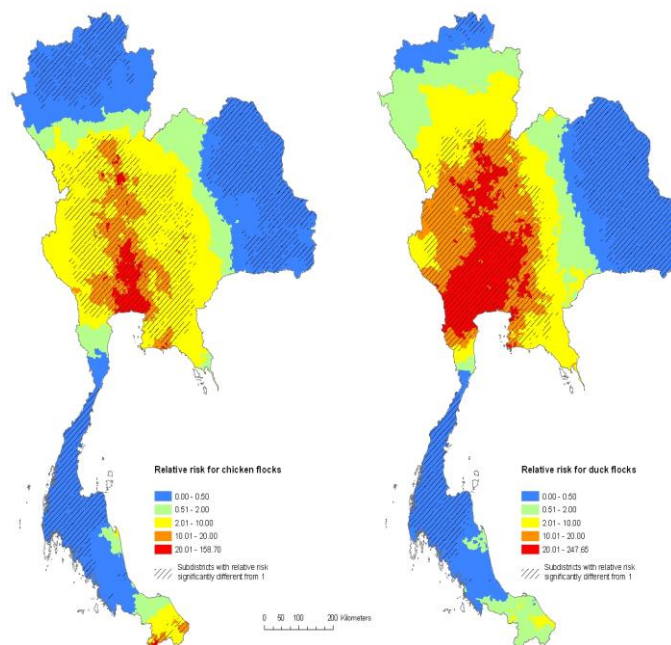


## 1 Volet 1: Bilan Epidémiologique

L'objectif principal de ce volet était 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 reposaient sur 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. La comparaison des cartes produites avec les cartes d'efficacité des systèmes (résultats du bilan évaluatif, volet 2) devrait permettre d'ajuster et renforcer la surveillance dans les zones à plus grand risque d'occurrence de la maladie.

### 1.1 Analyse spatiale du risque relatif de diffusion de l'influenza aviaire H5N1 en Thaïlande

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 plus de celui des facteurs agro-environnementaux. Ces résultats ont été valorisés par une publication dans un journal de rang A 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 2.** 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)

## 1.2 Etude des facteurs de risque d'infection par le virus H5N1 pour les petits élevages de Thaïlande

---

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 vendent et achètent des volailles vivantes et ceux situés à proximité des marchés ont été associés à un plus grand risque que les autres (OR 3.1, 95% CI 1.14–8.39 et OR 2.46, 95% CI 1.05–5.78 respectivement).

Les résultats de cette étude ont été publiés dans un journal de rang A en 2011 :

Paul M., Wongnarkpet S., Gasqui P., Poolkhet C., Thongratsakul S., Ducrot C., Roger F. (2011) Risk factors for highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1 infection in backyard chicken farms, Thailand. *Acta Tropica*, 118:209-216

## 1.3 Cartographie du risque d'introduction et de diffusion de l'IAHP H5N1 par la méthode d'analyse multicritère (MCDA) (Financement FRIA)

---

L'objectif de ce travail est de produire, à partir des connaissances acquises sur les facteurs de risque de l'IA, des cartes prédictives du risque d'introduction et de diffusion du virus H5N1 dans différents pays d'Asie. 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 de diffusion de l'influenza aviaire ont été développées pour la Thaïlande dans le cadre d'un stage de master de l'EPHE (Ecole Pratique des Hautes Etudes de Paris) (Figure 2). Le modèle ainsi développé a été validé par 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 : *Paul et al (2011). Cartographie du risque de H5N1 en Asie du Sud Est par la méthode MCDM : le cas de la Thaïlande. Manuscrit en préparation.* Des travaux similaires sont prévus sur les données du Cambodge et du Vietnam.

---

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



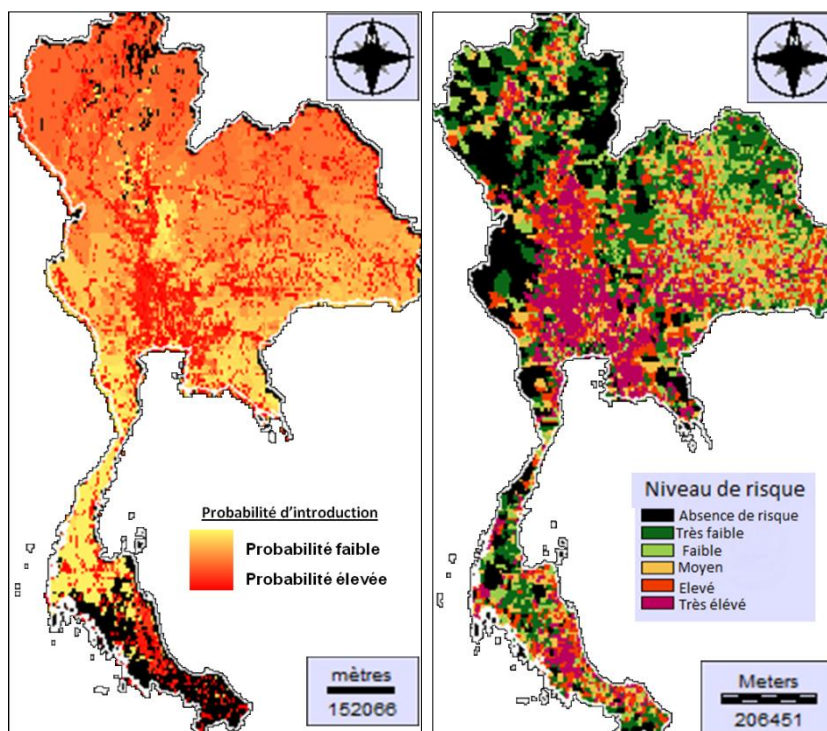


Figure 3. Cartes de risque d'introduction (à gauche) et de diffusion (à droite) de l'influenza aviaire, générée par la méthode d'analyse multicritères (Paul M et al, 2011)

## 2 Volet 2: Evaluation des Systèmes de Surveillance (Financement FRIA)

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<sup>2</sup>. Les données ainsi obtenues sur le fonctionnement des systèmes de surveillance permettent 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).

<sup>2</sup> Dufour et Hendrikx. Surveillance épidémiologique en santé animale, 2<sup>nd</sup> édition. AEEMA, édition QUAE.



Un outil standardisé d'analyse des systèmes d'information en santé appelé OASIS (« Outil d'Analyse des Systèmes d'Information en Surveillance ») et SNAT dans sa version anglaise (« Surveillance Network Evaluation Tool ») a été adapté au contexte des pays en voie de développement et utilisé dans sa nouvelle version SNATrop (« Surveillance Network Evaluation Tool for developing countries ») 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'AFSSA en 2009 dans le cadre de l'évaluation des systèmes de surveillance des abeilles en Europe. C'est à partir de cette dernière version mise à jour et corrigée par un groupe d'expert de l'AFSSA (piloté par le Dr. Pascal Hendrikx) en 2010 que SNATrop a été développé dans le cadre de REVASIA. Cet outil bénéficie d'une licence ouverte, qui permet librement son utilisation et sa modification à condition d'en citer les sources.

Une première étape d'appropriation de l'outil par la post-doctorante (M. Peyre) a consisté en l'évaluation du réseau RESPE (Réseau de Surveillance des Pathologies Equines). Cette évaluation dans un objectif de formation a été réalisée sous la supervision de l'AFSSA (P. Hendrikx) de Décembre-Juillet 2009.

## 2.1 Adaptation de l'outil au contexte des pays en voie de développement

### 2.1.1 Présentation de l'outil SNAT aux partenaires asiatiques

La présentation claire et détaillée des objectifs de l'évaluation des systèmes de surveillance par le biais de cet outil (méthodes classiques) a représenté une étape critique dans la mise en place de ces activités avec les partenaires locaux dans le cadre du projet. 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).

### 2.1.2 Atelier régional de travail sur l'outil SNAT

Un atelier régional de travail a été co-organisé par le CIRAD et les services vétérinaires vietnamiens (DAH) à Hanoi (4-5 Octobre 2010), afin de présenter SNAT et d'analyser les besoins des partenaires en termes d'évaluation de leurs systèmes de surveillance d'adaptation à l'influenza aviaire et aux contextes socio-économiques des pays d'Asie du Sud Est. Les objectifs de cet atelier étaient 1) de présenter l'outil SNAT et sa prise en main par les partenaires nationaux ; 2) d'identifier les besoins en termes d'adaptation de l'outil au contexte des pays en voie de développement et à la surveillance de l'influenza aviaire et 3) d'identifier les besoins en terme d'évaluation de leurs systèmes de surveillance et de définir un calendrier de travail pour l'adaptation et l'utilisation de SNAT sur le terrain. Cet atelier a réuni les représentants des services vétérinaires et les coordinateurs des systèmes de

surveillance IA nationaux (Laos<sup>3</sup>, Cambodge, Thaïlande et Vietnam) ainsi que les représentants des organismes internationaux (FAO, WHO, CDC).

### 2.1.3 Adaptation de l'outil SNAT au contexte des pays en voie de développement

Dans le cadre de stages de Master SAEPS 2ème année (Mlle Céline Faverjon et Mlle Laetitia Minodier), l'outil a été modifié dans sa totalité, le questionnaire, le guide de notation, et le fichier Excel ont été adaptés aux conditions de surveillance des réseaux Lao et cambodgiens. Trois phases de modifications ont été nécessaires pour arriver à l'outil tel qu'il est aujourd'hui, sous le nom de **SNATrop**. (1) travail d'adaptation suite aux recommandations émises durant l'atelier de Hanoi<sup>4</sup> (2) travail d'adaptation avec les services vétérinaires par des réunions informelles (3) test de terrain et modification de l'outil en fonction des résultats du test. Ces trois phases ont été nécessaires pour aboutir à la version actuelle de l'outil. SNATrop est désormais plus facile à utiliser, moins subjectif, et répond donc aux attentes des pays demandeurs

## 2.2 Evaluation du système de surveillance de l'IA au Laos<sup>5</sup> et au Cambodge<sup>6</sup>

SNATrop a été utilisé pour la première fois en juillet 2011 lors de l'évaluation des réseaux de surveillance de l'IAHP H5N1 au Cambodge et au Laos. Ces études ont permis d'avoir une vision globale des réseaux et de définir les améliorations à apporter. Suite à ces études de terrain, certains biais de l'outil ainsi que l'importance de nouveaux critères spécifiques aux contextes des pays du Sud et peu pris en compte dans la forme initiale de l'outil ont été identifiés. Ces points ont fait l'objet de modifications ultérieures :

- **Décalage entre ce qui est « formalisé » et « appliqué »** : la plupart des activités menées par les réseaux sont formalisées (appui des organismes internationaux, contexte de crise sanitaire mondiale avec le risque de pandémie influenza) ; cependant, la réalité est souvent bien différente de ce qui est inscrit sur le papier. Ainsi la structure administrative peut exister sans pour autant être opérationnelle, et il peut y avoir (ou non) une autre structure informelle qui remplit les tâches attribuées officiellement à quelqu'un d'autre.
- **Importance majeure du niveau de formation des acteurs de terrain de la surveillance** : cette partie a consisté en le développement de la partie concernant la formation des agents de terrain. En effet cette dernière est abordée de manière très

---

<sup>3</sup> Le Laos ne faisait pas partie initialement du projet mais il nous est apparu nécessaire de l'associer étant donné sa proximité géographique, les mouvements d'animaux et de produits animaux entre ce pays et les d'Asie du sud ainsi que son système de surveillance

<sup>4</sup> Peyre M. & Dung DH. 2010. Final Report Surveillance Network Analysis Tool (SNAT) Regional Workshop; CIRAD-DAH. Hanoi, Vietnam, October, 4-5

<sup>5</sup> Céline Faverjon. 2011. Adaptation d'un outil d'évaluation des systèmes d'information en santé animale au contexte de la surveillance de l'influenza aviaire hautement pathogène (H5N1) au Laos. Rapport de Master 2, Mars-Juillet 2011, Vientiane, Laos

<sup>6</sup> Minodier L. (2011). Adaptation d'un outil d'évaluation des systèmes d'information en santé animale au contexte de la surveillance de l'influenza aviaire hautement pathogène (H5N1) au Cambodge. Rapport de stage Master 2 SAEPS.



succincte dans l'outil originel et rend ainsi difficilement compte de la complexité du problème de cette formation en pays en voie de développement. La formation des agents de terrain constitue en effet dans ce contexte un important enjeu, et ce pour deux raisons. D'une part, la formation assure la bonne conduite de la surveillance passive : la plupart des agents de terrain ne sont effectivement pas vétérinaires et une des seules formations qu'ils recevront en santé animale sera cette formation initiale. D'autre part, la formation est l'élément central qui permet de motiver les agents de terrain à participer aux surveillances active et passive. En effet, les autres moyens envisageables pour entretenir la motivation du premier maillon de la chaîne d'information sont généralement absents dans les pays en voie de développement.

- **Notion de pérennité financière du réseau** : l'objectif de ce travail était de prendre en compte au sein de l'outil SNATrop la fragilité financière des systèmes de surveillance dans les pays en voie de développement. En effet, une des contraintes majeure auxquelles sont soumis ces réseaux est la non pérennité des financements qui sont généralement alloués de manière plus ou moins temporaire par des organismes internationaux. Le fait de ne pas prendre en compte ce paramètre induirait un biais dans l'évaluation des réseaux. Par exemple, en ce qui concerne le cas du Laos, la quasi-totalité de la surveillance active et passive est actuellement assurée financièrement et logistiquement par des financements extérieurs mis en œuvre par la FAO, la visibilité actuelle de ces financements est Septembre 2011. Il semble ainsi essentiel de prendre en compte ce paramètre au sein de l'outil d'évaluation pour d'une part bien comprendre la fragilité du système en place, et d'autre part fournir aux pays d'éventuels arguments lors d'une recherche de financements.
- **Standardisation de l'utilisation de l'outil** : Afin de faciliter l'utilisation de l'outil par les partenaires, un travail de standardisation a été réalisé avec i) le développement d'un guide d'utilisation (spécifiant les types et nombre d'acteurs à interroger) ; ii) la mise en place de module automatisé d'identification des critères de rétroaction (les points à améliorer sont automatiquement classés en fonction de la note obtenue) ; iii) le développement d'un module d'évaluation de la qualité de l'évaluation qui spécifie le niveau de remplissage du questionnaire et permet une analyse statistique des écarts d'évaluation entre les différents notateurs.

Le travail conduit a permis de transformer l'outil SNAT originel afin qu'il soit mieux adapté aux contraintes auxquelles est soumis un pays en voie de développement tel que le Laos. Les propositions formulées permettent ainsi de mieux percevoir et comprendre les problèmes des systèmes de surveillance dans ce pays et de rendre l'utilisation de l'outil plus simple et plus standardisée qu'auparavant. Il sera nécessaire de tester par la suite l'outil sur d'autres maladies, dans d'autres pays et d'autres contextes pour vérifier son applicabilité et lui apporter d'éventuelles améliorations complémentaires. Il s'avère également fondamental de continuer le travail de communication et de sensibilisation initié par le projet REVASIA afin de pérenniser les motivations et/ou la maîtrise de son utilisation. L'outil SNATrop dans son nouveau format adapté aux PVD est un des outils prometteurs pour conduire des





évaluations de systèmes d'épidémio-surveillance dans ces pays aux contextes socio-économiques difficiles.

## COMPOSANTE RECHERCHE

### 3 Volet 3: Capture-Recapture

L'objectif de ce volet de recherche était 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 ont été développées et testées dans le cadre du projet : les méthodes dites « unilistes », et les méthodes « multilistes ».

#### 3.1 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 sont en cours de valorisation: *Vergne et al. (2011) A Bayesian zero-truncated approach for evaluating French classical scrapie surveillance. Prev. Vet. Med. (en presse)*

#### 3.2 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 ont été directement appliqués sur le terrain (section 3.3).

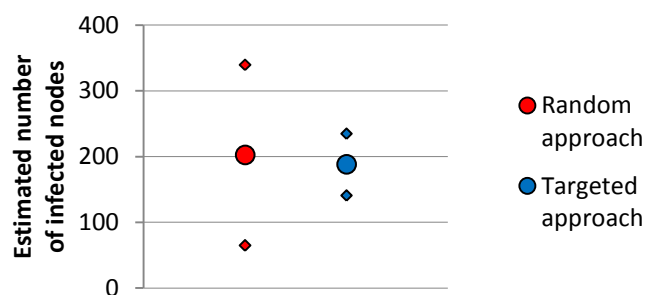


Figure 4. Estimation du nombre de nœuds infectés à partir d'un échantillonnage aléatoire (rouge) ou ciblé (bleu) avec un intervalle de confiance à 95% (losanges)



### 3.3 Application des méthodes CR multilistes (deux listes ici) à la surveillance de la fièvre aphteuse (FA) au Cambodge

A travers l'exemple de la FA au Cambodge, cette application permet 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'IA 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. 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. Les résultats de cette étude ont mis en évidence des cas clinique de FA en 2009 dans 49% malgré un taux de déclaration officiel de 5% ; l'étude montre également que les autorités locales, au courant de 36% des villages infectés ne rapportent que les foyers d'infection sévère comprenant un grand nombre de cas. Ces travaux sont en cours de publication : *Vergne et al. (2011) A capture-recapture analysis for assessing FMD epidemiologic situation in Svay Rieng province, Cambodia. Preventive Veterinary Medicine Special Issue Surveillance (soumis).*



Figure 5. Zone d'étude d'application de la méthode capture-recapture à la surveillance de la FA au Cambodge (Province de Svay Rieng)

#### 4 Volet 4: Méthodes Probabilistes (Financement partiel FRIA (IPC))

L'objectif de ces travaux est le développement d'une méthodologie permettant d'évaluer de manière quantitative les performances d'un réseau de surveillance de l'influenza basé sur le risque dans un système complexe santé animale et santé publique. Ce travail s'inscrit dans l'approche globale « One Health » promue par les organismes internationaux de développement dans un objectif de renforcement de l'anticipation et de la gestion des risques des maladies émergentes.

Les réseaux de surveillance de l'influenza humaine et animale ont été décrits par des méthodes qualitatives de type SWOT. La sensibilité des réseaux a été quantifiée par la méthode des arbres de décision. Cette approche a été au préalable validée sur l'évaluation de la sensibilité du réseau de surveillance de l'influenza aviaire en Thaïlande (F. Goutard et al. 2011 *Optimizing early detection of Avian Influenza H5N1 in backyard and free-range poultry production systems in Thailand. Accepted dans Preventive Veterinary Medicine* ).

La sensibilité de la surveillance de l'IA au Cambodge et des déterminants de la maladie ont été évalués par investigation sur foyers IA.

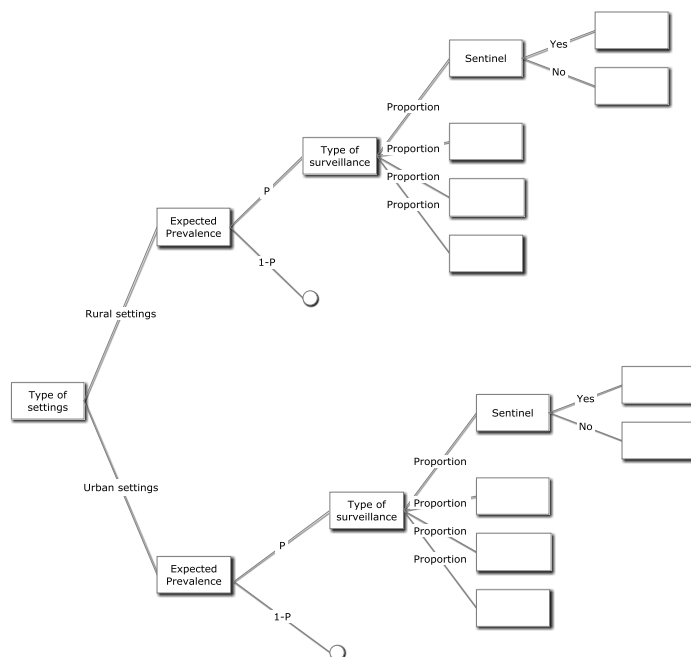


Figure 6. Analyse quantitative des différentes composantes du système de surveillance humain (ratio Se): arbres de décision

#### 4.1 Apport de l'approche participative dans l'évaluation de la situation épidémiologique de la fièvre aphteuse, dans la province de Svayrieng, au Cambodge (Financement FRIA)

Cette étude a été réalisée en lien avec l'activité 3.2 du volet de recherche sur les méthodes Capture-Recapture. L'objectif de ces travaux étaient d'appliquer les méthodes de l'approche participative (interviews semi-directives, matrices et proportional piling) afin d'évaluer la connaissance et la perception de la FA par les éleveurs khmers, dans la province de Svay Rieng, au Cambodge. 51 villages sur six des sept districts ont été visités et des réunions avec les éleveurs organisées. Un taux d'incidence de la FA dans ces villages, pour l'année 2009, a également été évalué et plus de 600 veaux et bufflons, âgés de moins de deux ans, ont été prélevés et testés sérologiquement. La comparaison statistique des données semi-quantitatives, issues des réunions avec les éleveurs, a mis en évidence une bonne concordance de la connaissance et de la perception de la maladie dans l'ensemble des



villages. Celle-ci, très présente dans la zone, est majoritairement perçue comme un handicap et non un véritable danger pour les animaux.

Ces travaux sont en cours de valorisation : C Bellet, T Vergne, D Holl, F Roger, F Goutard. 2011. *Assessing the use of participatory appraisal to evaluate relative incidence and impacts of Foot-and-Mouth Disease among livestock owners of Svay Rieng province in Cambodia.* Acta Tropica

#### 4.2 Adaptation de la méthode des critères au contexte des VAHW au Cambodge par l'utilisation de méthodes participatives (Financement FRIA)

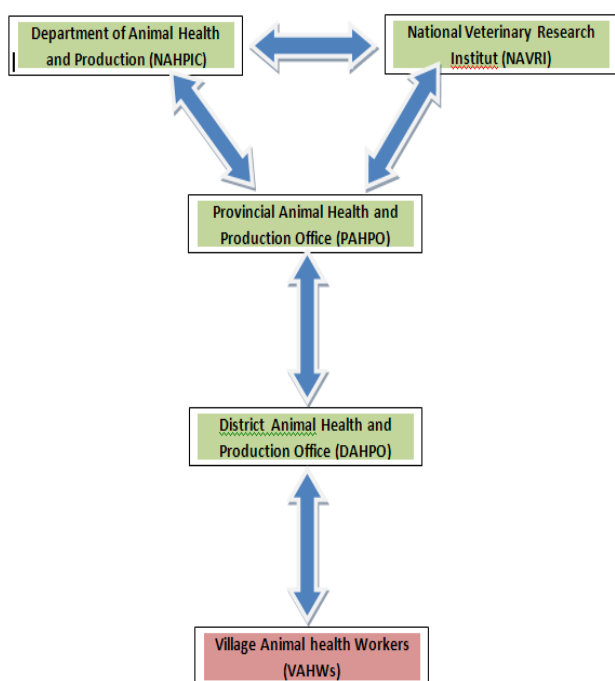


Figure 7. Flux d'information dans le système de surveillance au Cambodge

L'objectif de ces travaux était d'évaluer la faisabilité d'utiliser des approches participatives telle que la méthode des critères afin d'évaluer les performances des Village Animal Health Workers (VAHW).

Les VAHW sont reconnus comme étant le maillon majeur de la surveillance, car ils constituent les acteurs de premier niveau directement en contact avec les villageois et leurs animaux d'élevage. Il est donc essentiel que la qualité des activités qu'ils conduisent soit assurée et utile aux gestionnaires de disposer d'un outil permettant de l'évaluer.

La méthode des critères est une méthode d'évaluation participative reconnue comme une manière efficace d'évaluation quantitative des problématiques des fermiers, ainsi que de les soutenir dans leur travail.

Différentes méthodes participatives ont été mises en place avec les acteurs principaux du dispositif de santé animale, elles ont permis d'aboutir à une meilleure compréhension du contexte par l'élaboration d'un arbre à problèmes et de schémas relationnels, complétés par des interviews semi-structurées ; ainsi qu'à une grille de critères. Cinq familles de critères ont été identifiées : viabilité, traitement, production, vaccination et déclarations de maladies. La grille a ensuite été testée sur le terrain dans le but de définir une méthodologie d'application, et de mettre en avant l'efficacité de l'outil. Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure sur ce dernier point, du fait d'un échantillon de taille réduite et trop homogène. Il sera donc nécessaire par la suite de conduire de nouvelles évaluations sur



le terrain. A terme, cette grille pourrait être utilisée pour la sélection d'auxiliaires de communes ainsi que pour leur suivi.

## 5 Volet 5 : Modélisation- Simulation

L'objectif de ces travaux était 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). Un modèle de simulation de l'épidémie d'influenza aviaire a été réalisé 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.

Un modèle de l'épidémie se présentant comme un ensemble d'unités épidémiologiques reliées par un réseau infectieux a été construit associé à des modules représentant les sous systèmes du système de surveillance et du système de contrôle :

- Un « composant de surveillance passive » qui reçoit des observations à chaque changement d'état des unités épidémiologiques auquel il est connecté. L'utilisateur peut spécifier à quelles unités ce composant de la surveillance est connecté, ainsi qu'une probabilité de déclaration.
- Un « composant de surveillance active » qui va observer de façon pro-active un échantillon d'unités épidémiologiques choisies aléatoirement à intervalle de temps régulier. L'utilisateur peut spécifier le pas de temps d'observation et la proportion d'unités à observer.
- Un « composant de surveillance réactive » qui observe de manière réactive les unités situées dans un rayon de N km autour d'une unité détectée. L'utilisateur peut spécifier le rayon d'observation et le délai de l'observation.
- Un « composant de contrôle » qui va envoyer un message de contrôle aux unités épidémiologiques situées dans un rayon de contrôle autour d'une unité détectée. L'utilisateur peut spécifier le rayon de contrôle, le délai d'intervention, et la durée de la période de contrôle. Le modèle de l'épidémie a été modifié de manière à ce qu'à la réception d'un message de contrôle, une unité épidémiologique passe dans un état « contrôlé » durant lequel elle ne peut ni infecter, ni être infectée.
- Pour chaque composant de surveillance, l'utilisateur peut choisir une probabilité de faux positifs et une probabilité de faux négatifs.

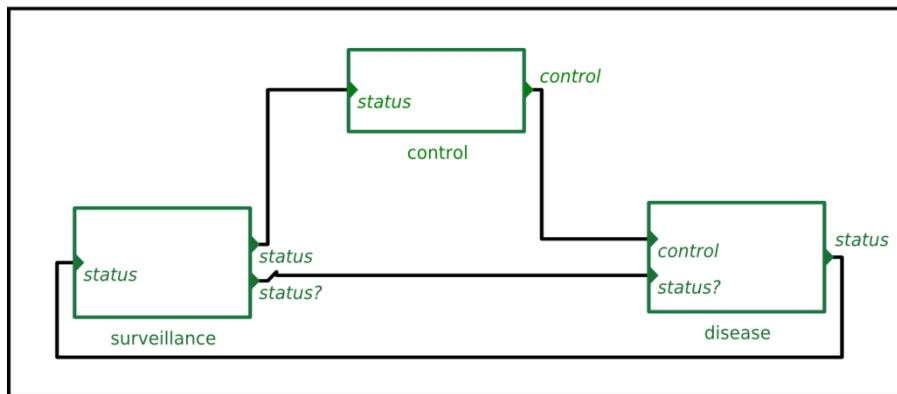


Figure 8. Modèle conceptuel de simulation de la surveillance, du contrôle et de la propagation de la maladie

Différents protocoles d'échantillonnages ont été évalués en lien avec le volet 3 Capture-Recapture (section en comparant les prévalences données par ces protocoles et la prévalence dans l'épidémie simulée :

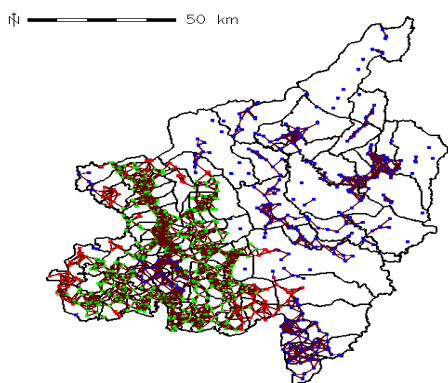


Figure 10. Visualisation de la propagation de la maladie

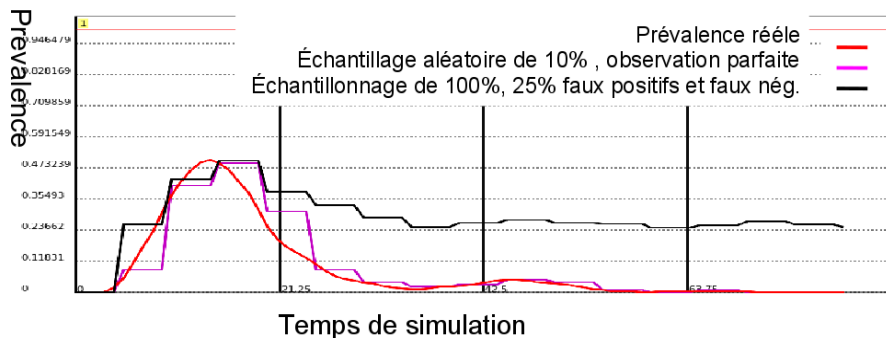


Figure 9. Visualisation des résultats de la surveillance

Ces travaux sont en cours de valorisation : *B. Bonté, G. Quesnel, J.-P. Müller, and R. Duboz. Modelling of the experimentation process : Application to scale-transfer. Simulation : Transactions of the Society for Modeling and Simulation International. (en revision)*



## 6 Nouveau volet (6): Evaluation économique des systèmes de surveillance

Ce volet est un nouveau module de recherche qui a été mis en place suite au cofinancement d'une thèse par l'Agence Française de Développement et le CIRAD et à l'identification d'un besoin réel en recherche sur les méthodologies d'évaluation économique de la surveillance en santé animale. 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 puis 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.

## 7 CONCLUSION / PERSPECTIVES

Le projet FRIA-08-009 a permis d'une part d'initier le montage de ce programme de recherche REVASIA et d'en assurer sa coordination et d'autre part de financer le bilan évaluatif ainsi qu'une partie des activités de recherche de ce programme. Ce financement initial a permis de générer de nouvelles collaborations (associées à de nouveaux financements) et a ainsi œuvré à la réalisation de nombreuses activités techniques rattachées à ce programme de recherche.

Les résultats de ces travaux de recherche ont de multiples impacts:

- Sur l'amélioration des systèmes de surveillance dans les pays de la zone d'étude en Asie du Sud Est Avec i) une sensibilisation des autorités sanitaire sur l'importance de l'évaluation des programmes de surveillance en santé animale ; ii) l'identification des points critiques des systèmes de surveillance de l'IA en ASE avec des propositions de actions correctives.
- Sur la gestion du risque en France/Europe avec une amélioration des connaissances sur la qualité des données de surveillance et sur les risques de diffusion de l'IA en Asie du Sud Est IA en ASE
- Sur l'amélioration de l'évaluation de la surveillance du risque sanitaire avec le développement de méthodes d'évaluation quantitatives des performances des systèmes de surveillance en santé animale transposable aux différents contextes (SEA, France ou Europe) (C/R ; arbres de décision ; modèles de simulation) et la validation de nouveaux critères d'évaluation pertinents (pérennité financière, formation des agents de terrains).



## 8 Management du Project et Communication

La coordination administrative du projet a été réalisée par le Dr. François Roger, Directeur AGIRs ; la coordination scientifique par la post-doctorante Dr. Marisa Peyre, AGIRs, sur financement du fond FRIA.

Des réunions de lancement du projet et des ateliers techniques ont été organisées tout au long du projet en alternance avec la France et l'Asie du Sud Est ; ainsi que la mobilisation des experts du CIRAD et des institutions partenaires par le biais de missions courtes sur financement annexes :

### Réunions projet

- 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 (séminaire sur les méthodes d'évaluation classiques des systèmes de surveillance et sur l'éllicitations d'experts)
- Bangkok, Thaïlande en Décembre 2009 (réunion technique avec les partenaires ASE)
- Lyon, Décembre 2009 et Juillet 2010 (réunions M.Peyre, P. Hendrikx et B. Dufour sur SNAT).
- Vietnam 4-5 Octobre 2010 (atelier de travail sur l'outil SNAT avec les partenaires ASE)
- Bangkok, Thaïlande en Décembre 2010 : séminaire international sur les outils innovant d'évaluation de la surveillance en santé animale ; associant des experts du Royaume-Uni (Royal Vet. College, U. Londres) et d'Australie (Université de Murdoch, Perth) et les partenaires du sud-est asiatique.

### Missions courtes

- Bellet Camille, Training course of CNAM- Pasteur Master: Cambodia in 2010;
- Bonté Bruno: PhD CIRAD AGIRs-GREEN, Thailand, Cambodia, Vietnam in 2009 and 2010
- Duboz Raphaël, CIRAD/AGIRs, Cambodia and Thailand missions, based in Bangkok since mid- 2010;
- Ducrot Christian, INRA/EpiA Theix, Cambodia Thailand and Vietnam missions in 2009 and 2010;
- Figuié Muriel, CIRAD/MOISA, socio-economist missions in Vietnam in 2010, participation to the SNAT workshop in Hanoi (joint mission with other projects: ATP-emergences and FSP-Gripavi);
- Goutard Flavie, CIRAD/AGIRs, based in Cambodia (Pasteur Institute). Regional missions in 2009 and 2010;





- Grosbois Vladimir, CIRAD/AGIRs, Thailand mission in 2009;
- Paul Mathilde, PhD INRA-CIRAD: Thailand in 2010;
- Peyre Marisa, Post-Doctorate CIRAD-INRA on FRIA-REVASIA: Cambodia, Vietnam, Thailand in 2009 and 2010; based in Vietnam since mid 2010. Regional missions Southeast Asia in 2010;
- Roger Francois, CIRAD, Head AGIRs Unit. Thailand/France. Missions Cambodia, Laos and Vietnam;
- Vergne Timothée, PhD CIRAD-ANSES/ENVA: Thailand, Cambodia, Vietnam in 2009 and 2010;
- Zahhaf Amel, MSc EPHE/CIRAD then PhD AFD-CIRAD/AGIRs: Cambodia, Thailand, Vietnam in 2010.

Un site internet dédié au projet a été développé : <http://revasia.cirad.fr>

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.

## 8.1 Liste des Publications

---

### Travaux financés sur fonds FRIA

#### Publications

- Bellet C, Vergne T, Grosbois V, Holl D, Roger F, Goutard F. Use of participatory appraisal to evaluate relative incidence and impacts of Foot-and-Mouth Disease among livestock owners of Svay Rieng province in Cambodia Acta Tropica (soumis)
- Peyre M, Hendrikx P, Pham Thi Thanh H ; Do Huu D, Goutard F, Roger F. Evaluation of surveillance systems in animal health: the need to adapt the tools to the contexts of developing countries, results from a regional workshop in South East Asia. Epidémiol. et santé anim., 58
- Vergne et al. (2010). Utilisation des méthodes unilistes de CR en surveillance de maladies animales : application aux données françaises de tremblante classique. Epidémiol. et santé anim., 58 : 161-173
- Vergne et al. (2011) A Bayesian zero-truncated approach for evaluating French classical scrapie surveillance. Prev. Vet. Med. (en révision)

#### Communications orales/Posters



- 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.
- 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. (2011) Capture-recapture technique for evaluating surveillance systems. ICAHS conference (oral com.), Lyon, France, May 17-20 2011.
- Vergne et al. A Bayesian zero-inflated approach for assessing the H5N1 surveillance system at subdistrict level in the province of Suphanburi, Thailand, during the 2004 outbreak. 2011 EPIDEMICS3 symposium (Communication orale)

### Rapports

- Calba C (2011). Adaptation de la méthode des critères au contexte des VAHW au Cambodge par l'utilisation de méthodes participatives. Rapport de stage Master 2 SAEPS.
- Bellet C (2010). Contribution of the participatory approach in the better understanding of FMD epidemiological situation in Svay Rieng Province- Cambodia. Training course report CNAM- Pasteur Master 2, June-Sep.
- Goutard F. (2010) Passive surveillance of Poultry diseases in Cambodia. Field visits of Siem Reap, Kampong Cham, Svay Rieng and Takeo Provinces.
- Faverjon C (2011). Adaptation d'un outil d'évaluation des systèmes d'information en santé animale au contexte de la surveillance de l'influenza aviaire hautement pathogène (H5N1) au Laos. Rapport de stage Master 2 SAEPS.
- Minodier L. (2011). Adaptation d'un outil d'évaluation des systèmes d'information en santé animale au contexte de la surveillance de l'influenza aviaire hautement pathogène (H5N1) au Cambodge. Rapport de stage Master 2 SAEPS.
- Peyre M and Dung DH (2010) Report from the regional workshop on "Surveillance Network Analysis Tool", Hanoi, Oct 4-5.

### Travaux dont la coordination a été assurée sous financement FRIA mais réalisés sur des financements annexes

#### Publications

- B. Bonté, G. Quesnel, J.-P. Müller, and R. Duboz. Modelling of the experimentation process: Application to scale-transfer. Simulation : Transactions of the Society for Modeling and Simulation International. Under Second Review.
- F. Goutard et al. 2011 Optimizing early detection of Avian Influenza H5N1 in backyard and free-range poultry production systems in Thailand. Accepté dans Preventive Veterinary Medicine.



- Paul M et al. Anthropogenic factors and the risk of highly pathogenic avian influenza H5N1: prospects from a spatial-based model. *Vet Res* (2010) 41:28
- Paul M et al. Risk factors for highly pathogenic avian influenza (HPAI) H5N1 infection in backyard chicken farms, Thailand. *Acta Tropica* (2011) 118:209-216

#### Communications orales/Posters

- Bonté et al A modular simulation tool to help designing epidemics surveillance: work in Progress, International Conference on Animal Health surveillance (ICAHS), 17 – 20 May 2011, Lyon, France.
- Bonté B. and Duboz R., VLE-Surveillance package: A modular simulation tool. Séminaire Bangkok 2010
- Bonté et al. (2009) Recursive simulation and experimental frame for multiscale simulation, proceedings of Summer Computer Simulation Conference 2009
- Goutard F .et al. 2011 Quantitative assessment of the Avian Influenza H5N1 surveillance system for backyard and free-range poultry production in Thailand using a scenario tree modelling approach. ICAHS ppt
- Paul M et al. (2010). Farming practices and the risk of highly pathogenic avian influenza H5N1 in backyard poultry: a case-control study in Thailand. SVEPM proceedings, Nantes, France, March 24-26

#### Rapports

- Peyre M & Roger F. (2011) Innovative tool for assessment of animal health surveillance systems, International seminar, Thailand, Bangkok Dec 16-17, final Report.

