



**HAL**  
open science

# Codévelopper des stratégies pour réduire l'utilisation des antibiotiques : le cas des élevages de poulets au Viêt Nam

Chloé Bâtie

► **To cite this version:**

Chloé Bâtie. Codévelopper des stratégies pour réduire l'utilisation des antibiotiques : le cas des élevages de poulets au Viêt Nam. Santé publique et épidémiologie. Université de Montpellier, 2023. Français. NNT : 2023UMONG002 . tel-04299443

**HAL Id: tel-04299443**

**<https://theses.hal.science/tel-04299443v1>**

Submitted on 22 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# THÈSE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

En Écologie de la santé et Épidémiologie

École doctorale Biodiversité, agriculture, alimentation, environnement, terre, eau (GAIA)

Unité de recherche Animal, Santé, Territoires, Risques et Ecosystèmes (ASTRE)

## Codévelopper des stratégies pour réduire l'utilisation des antibiotiques : le cas des élevages de poulets au Viêt Nam

Présentée par Chloé BÂTIE

Le 6 mars 2023

Sous la direction de Marisa PEYRE  
et l'encadrement de Flavie GOUTARD

Devant le jury composé de

Mme CATHERINE BELLOC, Professeure des universités, ONIRIS/INRAE

Mme LUCIE COLLINEAU, Chargée de recherche, ANSES

Mme MURIEL FIGUIÉ, Cadre scientifique des EPIC, CIRAD/INRAE

M. CHRISTIAN LIENHARDT, Directeur de recherche, IRD

Mme MARISA PEYRE, Cadre scientifique des EPIC, CIRAD/INRAE

M. SIMON RÜEGG, Chercheur, Université de Zurich

Mme KATHARINA D.C. STÄRK SPALLEK, Chercheuse, Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires à Bern

Présidente du jury

Membre du jury

Membre du jury

Membre du jury

Directrice de Thèse

Rapporteur

Rapporteuse



UNIVERSITÉ  
DE MONTPELLIER



# Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements à mes encadrantes de thèse. À Marisa Peyre, qui a accepté d'être ma directrice et m'a accordé son entière confiance tout au long de ce travail. À Flavie Goutard, alors que je n'étais encore qu'étudiante à l'école vétérinaire qui m'a donné l'opportunité de commencer dans la recherche, d'apprendre à me questionner sur le monde et m'a guidée tout le long de ce travail. Merci d'avoir toujours pris le temps de répondre à mes nombreuses interrogations et de m'avoir tant appris. Je te remercie de son soutien sans faille et particulièrement dans les moments difficiles. Je suis heureuse d'avoir pu travailler avec toi et infiniment reconnaissante pour tout ce que tu as fait.

Je souhaite remercier le Dr Ngo Thi Kim Cuc de l'institut national des sciences animales d'Hanoi pour m'avoir accueillie dans les bureaux de son institut tout le long de mon travail à Hanoi. Merci également au NIAS et au NIVR pour l'hébergement et les procédures administratives. Merci aussi aux directeurs régionaux du Cirad, Philippe Girard et François Roger, pour votre aide.

Merci au Cirad, à l'Union Européenne et au dispositif en partenariat GREASE pour le financement de cette thèse.

À Catherine Belloc, Lucie Collineau, Muriel Figuié, Christian Lienhardt, Simon Rüegg et Katharina Stärk-Spallec pour m'avoir fait l'honneur de faire partie de mon jury de thèse, d'avoir accepté de réviser ce travail et leur contribution à l'amélioration de ce manuscrit.

Mes remerciements vont également aux membres de mes comités de suivi de thèses : Nicolas Antoine-Moussiaux, Aurélie Binot, Marion Bordier, Nicolas Fortané, Bent Jörgensen, Rodolphe Mader, Catherine Moulia, Mathilde Paul, Pham-Duc Phuc, Séverine Thys et Nathalie Vachier pour leurs précieux conseils et leur bienveillance.

Merci à toutes les personnes de l'unité ASTRE pour leur accueil chaleureux. Merci également aux membres du projet ROADMAP dont les nombreuses discussions ont permis d'enrichir ce manuscrit. À Hà Le Thi Thu que j'ai eu le plaisir d'encadrer durant ma thèse et qui a contribué à une partie de ces travaux et bien au-delà. Merci à Anita Saxena pour la relecture des articles en anglais.

Cette thèse n'aurait jamais vu le jour sans les nombreuses collaborations avec des instituts de recherche et universités vietnamiens. Merci à Bao, Cuc, Quyen, Trang, Trinh et Tuan ; merci à Dien, Duy, Khue, Nga, et Ton ; merci à Duong, Hang, Trang et Van Anh et merci à Huong, Nam, Phuc et Phuong Anh de m'avoir guidée dans ce travail, dans les confusions du terrain, raconté leur culture, permis d'avancer malgré les obstacles, d'avoir partagé leurs connaissances et nombreuses expériences. Merci également pour leur patience et leur soutien. Merci aux étudiant·es vétérinaires de l'université de Thai Nguyen, Duong, Hien et Linh pour la traduction et l'accompagnement sur le terrain. Merci à Nga et Le pour les prises de note et les transcriptions. Merci à Hoa et à Hang du Cirad de m'avoir accueillie dans votre bureau, simplifié la vie et rassurée dans mes périodes de doute.

Un immense merci à toutes les personnes qui ont accepté de participer à cette étude en donnant de leur temps, en partageant leurs savoirs, leurs idées et leur immense hospitalité.

Merci aux autorités et services vétérinaires vietnamiens de m'avoir autorisée à me rendre sur le terrain.

Merci à toutes les personnes qui ont contribué à ce travail, à nourrir ma réflexion et à me guider dans le monde de la recherche. Je suis heureuse d'avoir pu y ajouter ma petite pierre.

Je dois également ce travail en grande partie à mes ami·es et ma famille qui m'ont accompagnée, aidée à prendre des décisions et contribué à ma rassurer. Merci aux ami·es de la Drôme, de Grenoble, de Toulouse, de Roumanie, de Madagascar, du Viêt Nam, de Montpellier et plus encore ! Merci pour les découvertes, les joies, les conseils, les moments de doute et d'aventures. Merci à Camille, Lucie et Marion pour avoir suivi mon travail depuis le début, leurs conseils pertinents et leur présence. Merci à Marie-Jeanne ma compagne d'aventure. Merci à Robin pour son attention quotidienne qui fait de chaque jour un jour heureux. Merci à mes deux sœurs, Clara et Alice, que j'aime profondément. À mes parents qui ont toujours été présents, qui m'ont toujours soutenue, encouragée dans mes choix et qui ont permis de me construire

# Publications scientifiques

## Articles publiés

**Article 1. Bâtie C.**, Kassie D., Randravatsilavo D.N.R.M., Baril L, Waret Szkuta A., Goutard F.L., 2020. Perception of Drug Vendors and Pig and Poultry Farmers of Imerintsiasika, in Madagascar, Toward Risks Related to Antibiotic Usage: A Q-Method Approach. *Frontiers in Veterinary Science* 7,490. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00490>

**Article 2. Bâtie C.**, Le T.T.H., Loire E., Truong D.B., Ha M.T., Ngo N.K.C., Paul M., Goutard F.L., 2022. Characterisation of chicken farms in Vietnam: A typology of antimicrobial use among different production systems. *Preventive Veterinary Medicine* 208, 105731. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105731>

## Articles soumis

**Article 3. Bâtie C.**, Nguyen V.D., Nguyen T.M.K., Peyre M., Bordier M., Nguyen T.D., Vu D.T., Goutard F.L. Understanding antimicrobial resistance policies implementation in Vietnam: a multilayer analysis of the veterinary drug value chain». En cours de révision dans la revue *BMC Public Health*.

**Article 4. Bâtie C.**, Minh T.H., Vu T.V.A., Luong T.D., Pham T.T., Fortané N., Pham-Duc P., Goutard F.L. Reducing antimicrobial use in chicken production in Vietnam: exploring the systemic dimension of change. Soumis dans la revue *PLoS ONE*.

## Communications orales lors de conférences internationales

**Bâtie C**, Vu T.V.A, Luong T.D, Pham T.T., Pham D.P, Hang T.M., Goutard F, 2022. Toward a reduction of antimicrobials in Vietnam: understanding the transition process of chicken farmers. 16th International Symposium of Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE 16), 08-12 août 2022, Halifax, Canada.

**Bâtie C**, Vu D.T, Nguyen T.D, Nguyen V.D, Nguyen M.K., Goutard F, 2021. From antimicrobial use reduction policy development to practices change: legislative and multilayer analysis of veterinary drug value chain in Vietnam. International Society for Economics and Social Sciences of Animal Health, Conference 2021 (ISESSAH), 17 -18 novembre 2021, Malaysia, en ligne.

**Bâtie C**, Le T.T.H, Loire E, Truong D.B, Ha M.T, Ngo T.K.C, Paul M, Goutard F, 2021. Patterns of antibiotic usage among chicken farmers in North and South Vietnam. One Health Antimicrobial Stewardship Conference, mars 10-11 mars, 2021, en ligne sous forme de vidéos pré-enregistrées.

### Communications posters lors de conférences internationales

**Bâtie C**, Nguyen V.D, Nguyen M.K, Nguyen T.D, Vu D.T, Goutard F, 2022. Policy development to reduce antibiotic usage in Vietnam: understanding its implementation from the actors of the veterinary drug value chain perspectives. 16th International Symposium of Veterinary Epidemiology and Economics (ISVEE 16), 08-12 août 2022, Halifax, Canada.

**Bâtie C**, Le T.T.H, Loire E, Truong D.B, Ha M.T, Ngo T.L.Q, Nguyen C.D, Ngo T.K.C, Paul M, Goutard F, 2021. Patterns of antibiotic usage among chicken farmers in North and South Vietnam. Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine (SVEPM), 24-26 mars, 2021, en ligne.

Baudoin F, Wauters E, Hoorweg F, **Bâtie C**, Canali M, 2020. Stakeholder analysis of animal health decision systems to understand antimicrobial use in livestock production in Europe, Mozambique and Vietnam. International Society for Economics and Social Sciences of Animal Health, Conference 2020 (ISESSAH), 11 -13 novembre 2020, Danemark, en ligne.

### Autres activités pendant la thèse

- Participation à l'animation d'un atelier lors d'une conférence internationale

Conférence: "Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine SVEPM Annual conference, online 2021". Atelier: "Exploring drivers of change in Antimicrobial Usage through participatory methods". Présentation: "Q methodology: application in Madagascar" (C. Bâtie)

- Mémoire de stagiaire encadré pendant la thèse

Le Thi Thu Hà, Master 1, InterRisk. Development of a methodology to realize a poultry farms typology regarding practices of antibiotic use and implementation in Vietnam. 2020

- Interventions dans des cours de masters

Partage d'expériences sur la mobilisation d'approches participatives :

- pour les étudiant·es du master de spécialisation « Gestion Intégrée des Maladies Zoonotiques Animales Tropicales » (GIZMAT) du Cirad et de l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse en 2022.

- pour les étudiant·es du master de spécialisation « Gestion intégrée des Risques Sanitaires dans les Pays du Sud » (GIRISS) de l'Université de Liège en 2021 et 2022.

- Participation à un jury de défense de mémoire de master 2

Master 2 InterRisk, Université de Kasetsart - Faculté sciences vétérinaires et Institut nationale polytechnique de Toulouse - Ecole nationale vétérinaire de Toulouse « Assessment of rabies knowledge and perceptions in school children : case study in rabies endemic areas of Bhutan »

# Résumé

La résistance aux antibiotiques est un problème de santé publique mondial et pourrait entraîner des millions de décès si rien n'est fait. En tant que problématique *One Health*, elle doit être adressée à la fois dans le secteur humain, animal et environnemental. Le Viêt Nam compte près de 100 millions d'habitants, il est l'un des pays d'Asie du Sud-Est dont l'économie et la démographie connaissent la croissance la plus rapide. Le secteur de la production de poulets est en pleine transformation. Le taux de croissance moyen de la population de poulets est de 6 % par an et les élevages s'intensifient. L'utilisation abusive et excessive d'antibiotiques est courante au Viêt Nam car les produits sont facilement accessibles et le secteur peu réglementé. En conséquence, de nombreuses bactéries isolées dans les élevages de poulets sont résistantes aux antibiotiques. Des stratégies existent pour lutter contre cette menace mais sont difficilement mises en place. L'objectif de cette thèse est de codévelopper avec les acteur·rices de la filière poulets et de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire des stratégies pour réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages. Pour répondre à cet objectif, nous avons adopté une approche transdisciplinaire, systémique et participative.

Après une étude exploratoire pour comprendre le contexte dans lequel se déroule notre étude, nous avons construit une typologie des pratiques d'utilisation des antibiotiques parmi les différents systèmes de production de poulet. Nous avons identifié trois systèmes de production : les élevages de basse-cour, les élevages familiaux commerciaux et les élevages intensifs. Le processus de prise de décision des éleveur·ses varie en fonction du système de production. Au cours de l'étude exploratoire, nous avons également identifié des changements dans le cadre réglementaire et essayé de comprendre de quelle manière ces changements sont compris, reconnus et appliqués par les acteur·rices de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire. Après avoir cartographié la chaîne et identifié la position des parties prenantes concernant les réglementations, nous avons exploré les barrières et les motivations pour les mettre en œuvre. Les principales barrières concernent le manque de capacité des autorités à les faire appliquer, le décalage entre la théorie et les pratiques, le manque de connaissances et la forte proportion de petites exploitations. Étant donné que les éleveur·ses n'auront pas d'autre choix que de s'adapter, nous avons ensuite exploré comment ces acteur·rices font face à la nécessité de réduire l'utilisation des antibiotiques à une échelle locale. Nous avons identifié des solutions telles que l'utilisation de probiotiques fabriqués localement, le partage de connaissances et l'organisation d'éleveur·ses en coopératives. Enfin, tous les résultats obtenus ont été mis en contexte par l'organisation d'ateliers visant à coconstruire des stratégies. Les ateliers ont été organisés au niveau local avec les acteur·rices de la filière poulets et de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire. Ces stratégies codéveloppées ont pour objectifs d'améliorer la formation et la communication sur la biosécurité et la production biologique.

Dans le cadre de ce travail, nous avons identifié des barrières systémiques mais aussi des leviers permettant de réduire l'utilisation des antibiotiques au Viêt Nam. Notre étude souligne la nécessité d'adopter une approche systémique et participative pour codévelopper des solutions et des stratégies. Celles-ci doivent ensuite être diffusées auprès des décideur·ses politiques pour un changement durable des pratiques. Nous avons également identifié le développement d'une filière qualité qui pourrait agir comme un levier au changement. Cependant le développement d'une telle filière devrait se faire en

prenant en considération les acteur·rices les plus vulnérables. Des études complémentaires doivent être menées dans ce sens.

Mots clés : production de volailles, Asie du Sud-Est, théorie du changement, épidémiologie participative, résistance aux antibiotiques, transdisciplinarité

# Summary

Antibiotic resistance is a global public health concern that could lead to millions of deaths if nothing is done. As a One Health problematic, it needs to be addressed both in human, animal and environmental sectors. Vietnam, with a population of nearly 100 million, is one of the fastest growing economies and demographics in Southeast Asia. The chicken production sector is undergoing a major transformation. The average growth rate of the chicken population is 6% per year and farms are intensifying. Antibiotic misuse and overuse in chicken production is common in Vietnam as products are easily accessible and that the sector is poorly regulated. As a result, many of the bacteria isolated from chicken farms are multi-drug resistant. Strategies exist to tackle antibiotic resistance but they are implemented with difficulties. The objective of this thesis is to co-develop with the stakeholders of the poultry supply chain and of the veterinary drug value chain, strategies to reduce antibiotic use in chicken production in Vietnam. To answer to this objective, we have adopted a transdisciplinary, systemic and participatory approach.

After an exploratory study to understand the context in which our study takes place, we have built a typology of antibiotic use practices among the different chicken production systems. We identified three chicken production systems: household, family commercial farms and intensive farms. The decision-making process of farmers varied according to the production system. During the exploratory study, we also identified changes in the regulatory framework and tried to understand how these changes are understood, acknowledged and applied by the stakeholders of the veterinary drug value chain. After mapping the chain and identifying stakeholder's posture regarding the regulations we have explored the barriers and motivations to implement them. Major barriers included the lack of capacity of the authorities to enforce the regulations, a mismatch between theory and practices, the lack of knowledge on the new regulations and the high proportion of small-scale farms. Because farmers will have no choice but to adapt to the changes in regulations, we then explored how farmers at a local level are dealing with the necessity to reduce antibiotic use. We identified local solutions such as the use of locally-handmade probiotics, knowledge exchange, and organization of farmers in cooperatives to overcome the barriers to ABU reduction. Finally, all the identified barriers and levers were put in to context through the organization of workshops aimed at co-build strategies. The workshops were organized at the local level with stakeholders of the chicken and veterinary value chain. Strategies aiming to improve training and communication on biosecurity and organic production were co-developed.

Within this work, we identified barriers and levers to the reduction of antibiotic use in chicken production in Vietnam. Our study emphasizes the need to adopt a systemic and participatory approaches to co-develop local-based solutions using bottom-up approaches. Strategies and solutions must then be disseminated to policy makers for a sustainable change in practice. We also identified the development of quality products value chain in Vietnam that could act as a lever to change of practice but should be done by taking into consideration the most vulnerable stakeholders. Further studies must be conducted in this direction.

Keywords: poultry production, Southeast Asia, change theory, participatory epidemiology, antibiotic resistance, transdisciplinarity

# Table des matières

<b>Remerciements</b> .....	<b>i</b>
<b>Publications scientifiques</b> .....	<b>iii</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>v</b>
<b>Summary</b> .....	<b>vii</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>ix</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>1</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>4</b>
<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>5</b>
<b>Préambule</b> .....	<b>7</b>
<b>Note à l'intention des lectrices et des lecteurs</b> .....	<b>9</b>
<b>Introduction générale : état de l'art</b> .....	<b>11</b>
1. Antibiorésistance et utilisation des antibiotiques .....	13
1.1. L'antibiorésistance : un enjeu de santé publique mondial .....	13
1.2. Principaux moteurs de l'antibiorésistance .....	16
1.3. Lutter contre l'antibiorésistance : stratégies à l'échelle globale.....	21
1.4. Utilisation des antibiotiques dans les pays en développement .....	25
2. L'élevage de poulets au Viêt Nam .....	33
2.1. Présentation du Viêt Nam.....	33
2.2. L'élevage au Viêt Nam : un secteur en pleine transformation .....	35
2.3. Utilisation des antibiotiques et antibiorésistance dans les élevages de poulets .....	41
2.4. L'antibiorésistance en élevage, une priorité pour le gouvernement vietnamien ?.....	47
<b>Problématique et méthodologie</b> .....	<b>53</b>
1. Problématique et objectifs .....	55
1.1. Problématique et hypothèses .....	55
1.2. Les objectifs .....	55
2. Cadrage.....	56
3. Méthodologie générale .....	57
3.1. La démarche générale.....	57
3.2. Sélection des zones d'études et des participant·es .....	59
3.3. Collaboration avec les partenaires locaux .....	61
3.4. Collecte et analyse des données .....	62
3.5. Considérations éthiques.....	65
4. Organisation du travail de recherche et structure du manuscrit .....	65
<b>Partie étude</b> .....	<b>67</b>
Chapitre 1 : Analyse exploratoire du contexte vietnamien.....	69
1. Introduction .....	69
2. Méthodologie.....	69
3. Principaux résultats .....	70
4. Implication pour le travail de recherche.....	77
Chapitre 2 : Profils d'utilisation des antibiotiques en lien avec les systèmes d'élevage .....	79
Préambule chapitre 2 .....	79
Article 2. Caractérisation des élevages de poulets au Viêt Nam : une typologie de l'utilisation des antimicrobiens parmi différents systèmes de production .....	80
Implication pour le travail de recherche.....	96
Chapitre 3 : Etude de la mise en œuvre de réglementations pour réduire l'utilisation des antibiotiques .....	97

Préambule chapitre 3 .....	97
Article 3. Analyse cartographique des parties prenantes de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire .....	99
Implications pour le travail de recherche .....	127
Chapitre 4 : Chemin de transition des éleveur·ses vers une réduction d'utilisation des antibiotiques .....	129
Préambule chapitre 4 .....	129
Article 4. Réduction de l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam : explorer les dimensions systémiques du changement .....	130
Implication pour le travail de recherche .....	153
Chapitre 5 : Coconstruction de stratégies afin de réduire l'utilisation des antibiotiques .....	155
1. Introduction .....	155
2. Méthodologie.....	155
3. Résultats .....	162
4. Discussion .....	170
<b>Discussion générale et pistes de recherche .....</b>	<b>173</b>
1. Synthèse des résultats .....	175
1.1. Réponses aux objectifs .....	175
1.2. Tenir compte du genre dans les changements de pratique .....	176
2. Solutions pour réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets .....	178
2.1. Coconstruction de stratégies : repenser les formations.....	178
2.2. Solutions identifiées pouvant être développées en stratégie.....	179
2.3. Les solutions partiellement identifiées et abordées dans le projet ROADMAP .....	183
2.4. Contexte socio-politique autour de la mise en place des solutions .....	184
3. L'étude des changements de pratique dans le secteur des productions animales.....	187
3.1. Réflexion sur les cadres mobilisés.....	187
3.2. Les approches transdisciplinaires et participatives au changement.....	189
3.3. Le participatif à distance : quelles conséquences pour quels résultats ? .....	193
3.4. Codévelopper des stratégies .....	195
4. Perspectives et pistes de réflexions .....	196
4.1. Perspectives opérationnelles.....	197
4.2. Pistes de recherches futures.....	200
Conclusion générale .....	201
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>205</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>227</b>
Annexe 1 : Article 1 « Perception of Drug Vendors and Pig and Poultry Farmers of Imerintsiatosika, in Madagascar, Toward Risks Related to Antibiotic Usage: A Q-Method Approach ».....	229
Annexe 2 : Matériel supplémentaire de l'article 2 .....	254
Annexe 3 : Questionnaire d'enquête article 2 .....	261
Annexe 4 : Calendrier des principales réglementations au Viêt Nam entourant l'utilisation des AB, la norme VietGAHP et la norme biologique .....	281
Annexe 5 : Matériel supplémentaire de l'article 3 .....	282
Annexe 6 : Résumé pratique .....	286
Annexe 7 : Matériel supplémentaire de l'article 4 .....	290
Annexe 8 : Poster « Patterns of antibiotic usage among chicken farmers in north and south Vietnam » .....	300
Annexe 9 : Poster « Policy development to reduce antibiotic usage in Vietnam : understanding its implementation from the actors of the veterinary drug value chain perspectives » .....	301
Annexe 10 : Message House ROADMAP project .....	302

# Liste des figures

<b>Introduction générale : état de l'art.....</b>	<b>11</b>
<b>Figure 1.</b> Propagation de l'antibiorésistance entre humains, animaux de production et environnement. .....	16
<b>Figure 2.</b> Illustration et photo correspondante, du classement du Q-set et obtention du Q-sort en deux étapes, Madagascar, 2020.....	27
<b>Figure 3 :</b> Consommation d'antibiotiques par pays en 2017 et 2030..	29
<b>Figure 4.</b> Découpage administratif du Viêt Nam en six régions continentales et soixante-trois provinces. ....	34
<b>Figure 5.</b> Nombre de poulets en millions de têtes entre 2000 et 2020. ....	38
<b>Figure 6.</b> Nombre de volailles par régions en 2015 au Viêt Nam. ....	39
<b>Figure 7.</b> Photos prises d'un élevage de basse-cour en juillet 2020. ....	40
<b>Figure 8.</b> Photos prises d'un élevage familial commercial de poulets en juillet 2020 .....	40
<b>Figure 9.</b> Photos prises dans un élevage de poulets intégrés en juillet 2020. ....	41
<b>Figure 10.</b> Organigramme simplifié des services vétérinaires au Viêt Nam. ....	48
<b>Problématique et méthodologie.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 1.</b> Cadre conceptuel mobilisé lors de ce travail.....	56
<b>Figure 2.</b> Cartes représentant les provinces du Viêt Nam étudiées. ....	60
<b>Figure 3.</b> Collecte des données en utilisant la tablette et le logiciel KoboToolBox pour réaliser une typologie des pratiques d'utilisation des antibiotiques, province d'Hanoi, Viêt Nam, 2020. ....	63
<b>Figure 4.</b> Capture d'écran sur la version web du questionnaire d'enquête développé sur le logiciel KoboToolBox.....	63
<b>Figure 5.</b> Collecte de données mobilisant la méthode d'empilement proportionnel (gauche) et observation (droite) auprès d'éleveur·ses et de marchand·es de poulets pour comprendre les facteurs influençant la diminution d'AB dans les élevages, district de Phu Binh, Viêt Nam, 2022 .....	64
<b>Figure 6.</b> Collecte des données partiellement en distanciel lors d'entretiens individuels (gauche) et de groupe de discussion focalisée (droite) pour réaliser la cartographie et analyse des parties prenantes de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire, Hanoi, Viêt Nam, 2020-2021 .....	65
<b>Figure 7.</b> Présentation de la structure générale du manuscrit. ....	66
<b>Partie étude .....</b>	<b>67</b>
Chapitre 1 : Analyse exploratoire du contexte vietnamien.....	69
<b>Figure 1.</b> Exemple de deux schémas (et prises de notes) obtenus des différents systèmes de production de poulets en lien avec la chaîne des intrants et des produits à partir des entretiens semi-structurés conduits entre novembre 2019 et avril 2020 au Viêt Nam. ....	70
<b>Figure 2.</b> Description de la chaîne de production de poulets d'après les entretiens semi-structurés en 2019 et 2020, Viêt Nam. ....	72

<b>Figure 3.</b> Etiquettes « sans antibiotiques interdits » et « sans résidus d’antibiotiques » de poulets vendus dans des magasins spécialisés à Hanoï, Viêt Nam, 2020 .....	73
<b>Figure 4.</b> Description des interactions entre les acteurs de la chaîne de production de poulets en regard des pratiques d'utilisation des antibiotiques au Viêt Nam à partir des entretiens semi-structurés, 2020. ....	73
<b>Figure 5.</b> Six stratégies identifiées de réduction d'utilisation des antibiotiques au Viêt Nam ainsi que les barrières et motivations à les appliquer à partir des entretiens semi-structurés, 2020. ....	75
<b>Figure 6.</b> Schéma représentant l’organisation des 5 phases de terrain. ....	77

Chapitre 2 : Profils d’utilisation des antibiotiques en lien avec les systèmes d’élevage .....	79
<b>Figure 1.</b> Map of the study areas with the division into 63 provinces and zoom on Hanoi and Long An provinces. Hanoi and Long An provinces are represented in green. The five surveyed districts are represented in orange: Soc Son and Chuong My in Hanoi and Thanh Hoa, Can Duoc and Can Giuoc in Long An.....	83
<b>Figure 2.</b> Framework of the methodological process for typology of farming practices and antibiotic usage patterns. ....	85
<b>Figure 3.</b> Description of the chicken production value chain in Vietnam from stakeholders’ interviews in 2020.....	86
<b>Figure 4.</b> Projection of the 111 Vietnamese chicken farms on the first two dimensions within the 3 groups identified through MCA and HCA performed on farming practices variables. ....	88
<b>Figure 5.</b> Projection of the 111 Vietnamese chicken farms on the first two dimensions within the 3 groups identified through MCA and HCA performed on antibiotic usage patterns.....	89

Chapitre 3 : Etude de la mise en œuvre de réglementations pour réduire l’utilisation des antibiotiques .....	97
<b>Figure 1.</b> Organization of the antibiotics and alternative feed additives value chain from focus group discussion (n=12) and semi-structured interviews (n=39) in Vietnam in 2020 and 2021.....	105
<b>Figure 2.</b> Chain of control of the antibiotics and alternative feed additives value chain and chain of command between governmental authorities from focus group discussion (n=12) and semi-structured interviews (n=39) in Vietnam in 2021. ....	106
<b>Figure 3.</b> Categories of stakeholders (n=30) involved in the veterinary antibiotics and alternative feed additives value chain in Vietnam in 2021 from focus group discussion (n=12) and semi-structured interviews (n=39), 2020-2021, Vietnam. ....	107
<b>Figure 4.</b> Onion ring visualization of the position of the identified stakeholders within the chain regarding regulations to reduce antibiotic use from semi-structured interviews (n=39), 2021, Vietnam. ....	112

Chapitre 4 : Chemin de transition des éleveur·ses vers une réduction d’utilisation des antibiotiques .....	129
<b>Figure 1.</b> Summary of the data collection for phase 1 and phase 2 in Phu Binh district, Vietnam, 2021-2022.....	135
<b>Figure 2.</b> Relationships between the respondents, their antibiotic usage profiles, and factors influencing their changing practices from semi-structured interviews, December 2021 and November 2022, Phu Binh district, Vietnam. ....	146

Chapitre 5 : Coconstruction de stratégies afin de réduire l'utilisation des antibiotiques .....	155
<b>Figure 1.</b> Représentation du chemin de l'impact selon la démarche ImpresS ex ante reproduit à partir de (Blundo Canto et al., 2018).....	156
<b>Figure 2.</b> Plaquette distribuée aux participant·es au début des ateliers décrivant leur organisation et les objectifs, traduite en anglais, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam. ....	158
<b>Figure 3.</b> Photos prises lors de la définition de la vision du futur à atteindre dans 10 ans pour réduire l'utilisation des antibiotiques en élevages par les participant·es lors du premier atelier de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.....	159
<b>Figure 4.</b> Photos prises lors de la construction de l'arbre à problèmes par les participant·es lors du premier atelier de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.....	160
<b>Figure 5.</b> Cartographie simplifiée des acteurs du médicament vétérinaire et de la chaîne de production de poulets présentée aux participant·es lors du deuxième atelier de coconstruction, traduite en anglais, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam. ....	160
<b>Figure 6.</b> Représentation simplifiée de la cartographie des changements souhaitables (gauche) d'après (Blundo Canto et al., 2018) et photo de présentation de la cartographie lors du troisième atelier de coconstruction (droite), avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.....	161
<b>Figure 7.</b> Photos prises lors de l'élaboration des plans d'actions en groupe afin de pouvoir mettre en place les stratégies codéveloppées lors du troisième atelier de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam .....	162
<b>Figure 8.</b> Problèmes empêchant la réalisation de la vision commune visant à développer les productions biologiques, la biosécurité et les alternatives aux antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam ainsi que les formations sur les effets négatifs de la résistance aux antibiotiques, d'après les ateliers de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam. ....	165
<b>Figure 9.</b> Chemin d'impact sur l'initiative au Viêt Nam pour améliorer les formations et les campagnes de sensibilisation sur la biosécurité et la production biologique de poulets, d'après les ateliers de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.....	169
<b>Discussion générale et pistes de recherche .....</b>	<b>173</b>
<b>Figure 1.</b> Cadre conceptuel et théorique mobilisé pour étudier le codéveloppement de stratégies ....	187

# Liste des tableaux

<b>Introduction générale : état de l'art.....</b>	<b>11</b>
<b>Problématique et méthodologie.....</b>	<b>53</b>
<b>Partie étude .....</b>	<b>67</b>
Chapitre 1 : Analyse exploratoire du contexte vietnamien.....	69
Chapitre 2 : Profils d'utilisation des antibiotiques en lien avec les systèmes d'élevage.....	79
<b>Table 1.</b> Socio-demographic characteristics of the 111 Vietnamese chicken farms surveyed in 2020.....	87
<b>Table 2.</b> Frequency of ABU variables categories according to the 3 groups on ABU patterns identified from the MCA/HCA performed on the 111 Vietnamese chicken farms surveyed in 2020.....	90
<b>Table 3.</b> Association between categories of farming practice variables and the three ABU patterns that are statistically ( $p < 0.05$ ) significant. ....	92
Chapitre 3 : Etude de la mise en œuvre de réglementations pour réduire l'utilisation des antibiotiques .....	97
<b>Table 1.</b> Socio-demographic characteristics of the respondents of the semi-structured interviews (n=39) in Vietnam in 2021. ....	104
<b>Table 2.</b> Classification of the stakeholders of the veterinary drug value chain interviewed according to their level of legitimacy, resources, connections, and their role in the implementation of the new regulations on the progressive ban of AB in the feed (n°13/2020/ND-CP) and mandatory prescription (n°122020TT-BNNPTNT) from focus group discussion (n=12) semi-structured interviews (n=39) and analysis of the National Action Plan (NAP), 2021, Vietnam. ....	108
Chapitre 4 : Chemin de transition des éleveur·ses vers une réduction d'utilisation des antibiotiques .....	129
<b>Table 1.</b> Sociodemographic characteristics of farmers, drug sellers, and traders interviewed during semi-structured interviews in December 2021 (phase 1) and February 2022 (phase 2) in Phu Binh district, Thai Nguyen province, Vietnam. ....	137
<b>Table 2.</b> Farmer's characteristics according to semi-structured interviews from December 2021 (phase 1) and February 2022 (phase 2) in Phu Binh district, Thai Nguyen province, Vietnam. ....	138
Chapitre 5 : Coconstruction de stratégies afin de réduire l'utilisation des antibiotiques.....	155
<b>Discussion générale et pistes de recherche .....</b>	<b>173</b>

# Liste des abréviations

AAA : additifs alimentaires alternatifs  
AB : antibiotique(s)  
AM : antimicrobien(s)  
ASEAN : association des nations de l'Asie du Sud-Est (*association of Southeast Asian Nations*)  
Cirad : centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement  
Covid-19 : maladie au coronavirus (*coronavirus disease*)  
CENPHER : centre de recherche sur la santé publique et les écosystèmes (*center of public health and ecosystem research*)  
CP : *Charoen Pokphand*  
DAH : département de santé animale (*department of animal health*)  
DLP : département de production animale (*department of livestock production*)  
FAO : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (*food agriculture organisation*)  
HPHU : université de santé publique d'Hanoï (*Hanoi public health university*)  
GAP : plan d'action global (*global action plan*)  
IA : ingrédient actif  
IoA : insitut d'anthropology (*insitute of anthropology*)  
LMR : limites maximales de résidus  
MARD : ministère de l'agriculture et du développement rural (*ministry of agriculture and rural development*)  
NAEC : centre national de vulgarisation agricole (*national agriculture extension center*)  
NAP : plan d'action national (*national action plan*)  
NIAS : institut national des sciences animales (*national institute of animal science*)  
NIVR : institut national de recherche vétérinaire (*national institute of veterinary research*)  
NLU : université de Nong Lam (*Nong Lam university*)  
OHP : *One Health partnership*  
OMS : organisation mondiale de la santé  
OMSA : organisation mondiale de la santé animale  
OUCRU : unité de recherche clinique de l'université d'Oxford (*Oxford university clinical research unit*)  
PGS : système participatif de garantie (*participatory guarantee system*)  
PIB : produit intérieur brut  
PNUE : programmes des nations unies pour l'environnement  
RAB : résistance aux antibiotiques  
RAM : résistance aux antimicrobiens  
ROADMAP : *rethinking of antimicrobial decision-systems in the management of animal production*  
Sub-DAHLP : sous département de santé animale et de production animale (*sub-department of animal health and livestock production*)  
TUAF : université d'agriculture et de sylviculture de Thai Nguyen (*Thai Nguyen university of agriculture and forestry*)  
UAB : utilisation des antibiotiques  
UAM : utilisation des antimicrobiens  
VietGAHP : bonnes pratiques d'élevage vietnamiennes (*vietnamese good animal husbandry practices*)  
VNUA : université nationale d'agriculture du Viêt Nam (*Vietnam national university of agriculture*)



# Préambule

Ma thèse s'inscrit dans le cadre du projet Européen ROADMAP (Rethinking of Antimicrobial Decision-systems in the Management of Animal Production) financé par l'Union Européenne dans le cadre des projets Horizon 2020 sous la convention de subvention n°817626 (<https://www.roadmap-h2020.eu>). Ce projet est un projet de 4 ans (2019-2023) visant à promouvoir des transitions vers une utilisation raisonnée des antimicrobiens dans différents contextes. Le projet inclut 17 partenaires situés en Europe et est articulé autour de 5 piliers et de 8 *workpackages*. Il est organisé autour d'études de cas dans 10 pays (Suède, Danemark, Pays-Bas, Belgique, Royaume-Uni, France, Suisse, Italie, Viêt Nam et Mozambique) classés en trois catégories : système de production intensif et conventionnel (étude de cas 1), systèmes de production alternatifs (étude de cas 2) et systèmes de production marginaux (étude de cas 3). Le Viêt Nam se situe dans l'étude de cas numéro 3 en raison d'un système législatif autour des antimicrobiens faibles ou difficilement appliqués. L'un des postulats du projet est qu'il n'existe pas une seule solution pour lutter contre la résistance aux antimicrobiens pour tous les contextes. Au contraire, celles-ci dépendent du contexte dans lequel elles sont mises en place et nécessite donc de le développer dans chaque contexte. De plus, la multiplicité des études de cas permet également de comparer les stratégies développées dans chaque pays afin de nourrir les autres études de cas. Le projet s'appuie sur des *Living Lab* et des *Actions Lab* pour développer des solutions collectivement et les mettre en pratique. Le terme de stratégie, employée tout au long de ce travail renvoie à l'ensemble de mesures mises en place afin de répondre à un problème donné.

Tout au long de ce travail nous avons contribué à la rédaction de rapports dans le cadre du projet. Des échanges avec différents chercheur·ses du projet et les responsables des *Workpackages* ont aussi nourri les réflexions de ce travail.



# Note à l'intention des lectrices et des lecteurs

Avant de démarrer ce manuscrit de thèse, une clarification sur les termes utilisés me semble nécessaire. La littérature parle généralement de la résistance aux antimicrobiens. Cela se définit par la capacité des microbes à résister aux antimicrobiens. Les microbes incluant les bactéries mais aussi les parasites, les virus et les champignons. La classe des antimicrobiens comprend par conséquent les antibiotiques mais aussi les antiparasitaires, les antiviraux et les antifongiques.

Dans le cadre de ma thèse, nous n'avons étudié que la résistance aux antibiotiques, dont la capacité des bactéries à résister aux antibiotiques. Par conséquent, nous utiliserons le terme résistance aux antibiotiques ou antibiorésistance et le terme antibiotique tout au long du manuscrit.

Néanmoins, dans certains cas, en lien avec des études et des références, et pour des raisons de cohérence nous utiliserons les termes antimicrobiens et résistance aux antimicrobiens.

Le projet vise à promouvoir une utilisation raisonnée des antibiotiques. Cependant, nous trouvons que le terme réduction est plus approprié dans le cas du Viêt Nam. Nous parlerons donc de stratégies pour réduire l'utilisation des antibiotiques dans le reste de ce manuscrit.

Ce manuscrit a été rédigé en écriture inclusive avec l'aide du petit précis historique et pratique « *Le langage inclusif : pourquoi, comment* » écrit par Eliane Viennot paru aux éditions iXe en 2018.



# Introduction générale : état de l'art



## 1. Antibiorésistance et utilisation des antibiotiques

### 1.1. L'antibiorésistance : un enjeu de santé publique mondial

#### 1.1.1. Définitions et historique

##### **Les antibiotiques**

L'antibiotique (AB) est une substance de synthèse ou naturelle permettant de bloquer la croissance bactérienne (bactériostatique) ou de détruire les bactéries (bactéricide). Les bactéries sont des organismes vivants procaryotes microscopiques, c'est à dire des microbes le plus souvent unicellulaires mais pouvant être aussi pluricellulaires. Les bactéries sont présentes dans tous les milieux incluant la peau et les intestins des humains et des animaux. La plupart des bactéries (10 000 espèces connues actuellement) constituant le microbiote (ensemble des micro-organismes vivant dans un environnement) humain ou animal sont inoffensives ou bénéfiques. Néanmoins, certaines bactéries sont pathogènes et sont à l'origine d'infections bactériennes dont les conséquences sur l'organisme peuvent aller d'une infection bénigne jusqu'à la mort de l'individu dans le cas de septicémie par exemple. Les humains et les animaux partagent certaines bactéries. Ainsi, ces bactéries dites zoonotiques provoquent des zoonoses. Les zoonoses sont des maladies transmises entre les humains et les animaux. Il a été estimé qu'environ 60% des maladies émergentes étaient des zoonoses (Jones et al., 2008).

Un des premiers antibiotiques découvert est la pénicilline par Alexandre Fleming, en 1928. Il découvrit qu'un champignon, un *Penicillium*, sécrétait une substance antibactérienne dans une boîte de pétri contenant des *Staphylocoques*. Historiquement, on sait que les microbes synthétisant des antibactériens sont utilisés pour prévenir le développement de maladies depuis plus de 2000 ans en Serbie, Chine, Grèce et Egypte. Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, Paul Ehrlich a développé un composé synthétique, Slavarsan, afin de traiter l'agent responsable de la syphilis, *Trepanoma pallidum*. Un peu plus tard, dans les années 1920, les propriétés antibactériennes des *Actinomycètes* ont été découvertes. Un deuxième composé synthétique, les Sulfonamides, a ensuite été découvert en 1930. Finalement, l'utilisation clinique de la pénicilline n'a débuté qu'en 1940 (Hutchings et al., 2019). L'âge d'or des antibiotiques a atteint son pic au milieu des années 1950 avec une découverte d'antibiotiques quasi annuelle (Spagnolo et al., 2021). La découverte des antibiotiques a été révolutionnaire et a considérablement diminué le taux de mortalité lié aux infections bactériennes mais a aussi permis le développement de la chirurgie (Laxminarayan et al., 2016). On distingue les antibiotiques naturels qui sont ceux produits par les *Actinomycètes*, d'autres bactéries et des champignons, et les antibiotiques synthétiques (Hutchings et al., 2019). Les antibiotiques entièrement synthétiques sont rares et concernent par exemple les quinolones et sulfonamides.

##### **La résistance aux antibiotiques**

La découverte des antibiotiques, s'est aussi très vite accompagnée de l'apparition de résistances. La résistance aux antibiotiques (RAB) ou antibiorésistance est définie comme la capacité des bactéries à résister à l'action des antibiotiques. Le terme plus large de résistance aux antimicrobiens regroupe la résistance aux médicaments traitant des infections virales, parasitaires, bactériennes ou fongiques. La résistance à la pénicilline a été observée très rapidement après sa découverte. Il s'agit d'un phénomène naturel, se produisant lorsque les bactéries évoluent en présence des antibiotiques. Dans l'environnement, les bactéries se sont adaptées à la présence des *Actinomycètes* et par le biais de mécanismes de sélection, ont développé des résistances (Holmes et al., 2016). Les résistances peuvent apparaître de façon spontanée par la mutation naturelle de leur génome ou par la transmission de gènes

de résistance. Les bactéries peuvent échanger des gènes de résistance par le biais de trois routes : la conjugaison bactérienne, la transduction par les phages et la transformation bactérienne (Holmes et al., 2016). La conjugaison bactérienne est un échange de plasmides contenant l'ADN bactérien via la formation d'un pilus bactérien entre deux cellules. Le deuxième mode d'acquisition se fait via transduction d'éléments génétiques par l'intermédiaire d'un phage. Enfin, le dernier mode s'effectue par transformation bactérienne avec inclusion d'ADN bactérien extracellulaire (Modi et al., 2014). La résistance aux antibiotiques apparaît donc suite à l'utilisation des antibiotiques et à un contact prolongé avec ceux-ci. Les antibiotiques exercent une pression sélective sur les bactéries, favorisant l'émergence et le développement de bactéries résistantes. D'autres facteurs favorisent le développement de résistance. Par exemple, les métaux et les biocides sont aussi impliqués dans la co-sélection de la résistance aux AB (Singer et al., 2016).

Il a été estimé que la résistance aux antibiotiques apparaissait environ deux ans après la commercialisation d'un nouvel antibiotique (Coates et al., 2011). Les nouveaux antibiotiques mis sur le marché sont rares expliqués par le manque de nouvelles découvertes et du coût économique très important des essais cliniques (Spagnolo et al., 2021). Ainsi, alors qu'une vingtaine de classes d'antibiotiques a été découverte entre 1940 et 1960, seulement deux ont fait leur apparition sur le marché depuis les années 2000 (Coates et al., 2011). L'arsenal thérapeutique se trouve donc réduit au fur et à mesure du développement de résistance posant des enjeux de santé publique importants pour la médecine moderne. Ainsi, il est nécessaire de protéger les antibiotiques existants pour en limiter les conséquences sur la santé des humains, des animaux et des plantes.

### 1.1.2. Conséquences de la résistance aux antibiotiques

Selon le célèbre rapport de J. O'Neill publié en 2016, 700 000 décès par an seraient imputables à la résistance aux antimicrobiens (RAM). Selon ses estimations, le nombre de morts attribuables à la résistance aux antimicrobiens pourrait s'élever à 10 millions par an en 2050 (O'Neill, 2016). En 2019, il a été estimé que 4 millions de morts étaient liés à l'antibiorésistance dont 1,3 millions causés directement par les bactéries résistantes (Murray et al., 2022). Les causes des décès sont non seulement les bactéries résistantes mais également le virus du sida, la tuberculose et la malaria. La RAM a également des conséquences lors du traitement de cancers où la couverture antibactérienne est nécessaire pour les patients sous chimiothérapie mais également lors d'opérations chirurgicales. D'autres points de préoccupations concernent les infections urinaires où les antibiotiques de dernières générations sont utilisés. En effet, les infections pour lesquelles les antibiotiques sont encore efficaces présentent des effets secondaires importants ou provoquent l'apparition de bactéries multi-résistantes ou *superbug*. Ainsi, l'apparition de résistance pour les traitements AB de dernière génération incluant les céphalosporines, carbapénèmes et polymyxine est un sujet de préoccupation majeure (Vikesland et al., 2019). Ceci est déjà le cas pour *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM), les *E. coli* productrices de bêta-lactamase à spectre étendu (EBLSE) Extended-Spectrum Bêta-Lactamase à spectre étendu (ESBL), la dissémination du gène *mcr-1* par des plasmides liés à l'usage de la colistine, ou encore des *E coli* possédant le gène New Delhi métallobêta-lactamase 1 (NDM-1) (Nataraj and Mallappa, 2021). De plus, de par la multiplicité des échanges humains et commerciaux, les bactéries résistantes se retrouvent rapidement sur tous les continents. Ainsi les gènes de résistance NDM-1 ont tout d'abord été découverts en Inde, puis en Angleterre et même sur le continent Antarctique (White and Hughes, 2019).

Les échecs de traitement ont aussi des coûts économiques notamment pour les systèmes de santé. La revue de O'Neil a estimé que les coûts en termes de perte de production globale de la résistance aux antibiotiques pourraient être de 100 trillions de dollars entre la date de parution du rapport et 2050 (O'Neill, 2016).

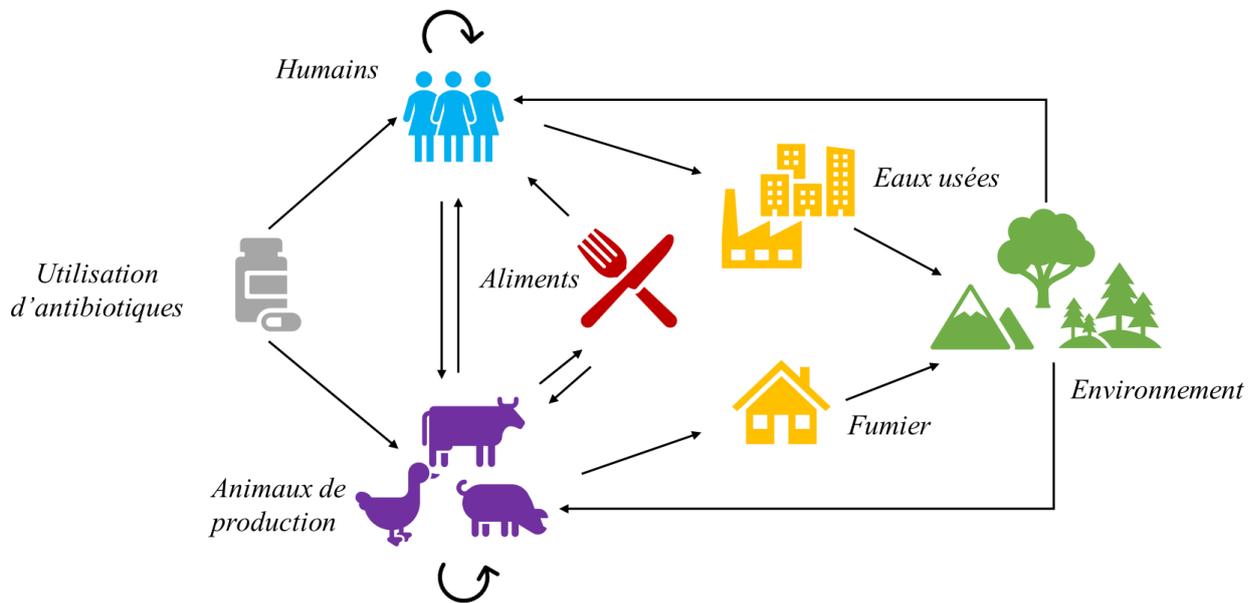
Dans le secteur des productions animales, l'impact de la RAM n'a pas été estimé de façon précise (Magouras et al., 2017). Un projet est actuellement en cours pour évaluer l'impact économique des maladies animales incluant la RAM (Bernardo et al., 2021). La résistance aux antibiotiques entraîne, tout comme en santé humaine, l'impossibilité de traiter certaines maladies menaçant ainsi le bien-être animal, les ressources animales et la sécurité alimentaire et des aliments (FAO, 2021; Rushton, 2015). Les coûts de la RAB dans le secteur des productions animales incombent aux éleveur·ses mais aussi à la société. Il est estimé qu'une personne sur cinq dépend des productions animales pour ses revenus et moyens de subsistance (Thornton et al., 2006). De plus l'élevage occupe une place importante dans les revenus des petits exploitants et représente un moyen de résilience pour les ménages (FAO, 2018). La RAB conduit également à des impacts économiques pour les éleveur·ses. En effet, les coûts de traitement sont plus élevés, le taux de mortalité augmente et entraîne une perte de production et une augmentation des coûts de production pour les éleveur·ses. Par exemple, les mammites à *Staphylococcus aureus* représentent une des infections les plus contagieuses en production laitière entraînant des conséquences sur le bien-être animal et des pertes économiques qui pourraient être aggravées par le développement de résistances aux antibiotiques couramment utilisés (Molineri et al., 2021).

Les conséquences de la résistance aux antibiotiques dans l'environnement sont pour le moment mal connues. Néanmoins, des gènes de résistance, des antibiotiques peuvent se retrouver dans l'environnement interagissant avec la flore et la faune ce qui modifie leur structure et pourrait avoir un impact sur le fonctionnement des écosystèmes et leur diversité. Certains antibiotiques peuvent rester dans l'environnement jusqu'à 300 jours. Les antibiotiques peuvent aussi être absorbés par les plantes pour se concentrer par la suite dans la biomasse végétale. L'effet sur les plantes aquatiques est mal connu mais certaines études semblent montrer un effet sur la microflore. Les antibiotiques peuvent aussi avoir des effets toxicologiques sur les organismes exposés (Singer et al., 2016).

### 1.1.3. Une problématique *One Health*

L'antibiorésistance touche à la fois sur le secteur humain, animal et environnemental. Mais l'utilisation des antibiotiques en santé animale a aussi des conséquences sur la santé humaine (Rushton, 2015) ou l'environnement, tout comme l'utilisation en santé humaine a des conséquences sur l'environnement par le rejet dans l'environnement de bactéries résistantes ou directement d'antibiotiques (effluents des industries pharmaceutiques, faible métabolisation) (Singer et al., 2016). La figure 1 représente les différentes voies de transmission de la RAB. L'environnement joue également un rôle dans la transmission et le développement de bactéries résistantes infectant par la suite l'humain et l'animal (Singer et al., 2016). L'antibiorésistance est ainsi un exemple du concept *One Health*, « une seule santé ». Ce concept naît dans les années 1960 par le terme « Une Médecine » puis se développe dans les années 2000. Ce concept reconnaît que les santés humaines, animales et des écosystèmes sont liées et interdépendantes (Cassidy, 2018). C'est en 2015, lors de l'appel des organisations internationales pour

lutter contre la résistance aux antibiotiques, que ce concept a été employé dans la sphère politique (Cañada et al., 2022).



**Figure 1.** Propagation de l'antibiorésistance entre humains, animaux de production et environnement. Schéma adapté de (Woolhouse and Ward, 2013)

## 1.2. Principaux moteurs de l'antibiorésistance

L'épidémiologie de la résistance aux antibiotiques est complexe tant les mécanismes d'apparition et de transmission sont à la fois biologiques mais aussi sociaux, économiques, culturels, politiques et environnementaux et qu'ils affectent à la fois les humains, les animaux et l'environnement (Vikesland et al., 2019). Ainsi chaque réservoir contribue à la RAB bien que l'estimation de chaque contribution soit encore mal connue. Les facteurs de risques peuvent être définis comme la probabilité d'un individu d'être colonisé ou infecté par des bactéries résistantes ou de transmettre ces bactéries à un autre individu ou à l'environnement (Chatterjee et al., 2018).

### 1.2.1. Utilisation des antibiotiques

L'utilisation des antibiotiques et leur utilisation erronée en médecine humaine, animale et en agriculture sont à la fois les principaux contributeurs à la résistance aux antibiotiques et ceux dont on possède également le plus grand nombre de preuve (Holmes et al., 2016). Les mécanismes cellulaires de développement de résistance liée à l'utilisation des antibiotiques ont été décrits ci-dessus. L'augmentation de la résistance dépend de la prolifération bactérienne et du transfert de gènes de résistance qui semble varier selon les bactéries et le mécanisme de résistance mis en place (Sabtu et al., 2015). Un point de questionnement concerne la réversibilité du processus. Dans ce cas, diminuer la pression de sélection contribuerait à diminuer les bactéries porteuses de gènes de résistance. Malheureusement, les mécanismes ne semblent pas si simples que cela et dépendent de la classe d'AB (Andersson and Hughes, 2011; Holmes et al., 2016).

L'utilisation des AB contribue au développement de résistance et son utilisation ne cesse d'augmenter. Il a ainsi été évalué que la consommation mondiale avait augmenté de 39% entre 2000 et 2015,

majoritairement dans les pays en voie de développement (Klein et al., 2018). Il est également estimé que 73% des antibiotiques consommés dans le monde sont utilisés dans le secteur des productions animales (Van Boeckel et al., 2017). Une première étude avait estimé une augmentation globale de 67% entre 2010 et 2030 (Van Boeckel et al., 2015a). Cette projection a depuis été revue à la baisse avec une estimation d'une augmentation de 11,5% entre 2017 et 2030 liée à une baisse d'utilisation en Chine notamment (Tiseo et al., 2020). La raison principale est l'augmentation de la population animale mais aussi le passage d'une agriculture familiale à un mode de production intensif en particulier dans les pays en développement. En effet, les élevages intensifs sont plus dépendants des antibiotiques (Robinson et al., 2017). L'utilisation des antibiotiques en médecine vétérinaire est ainsi fortement corrélée à la prévalence de bactéries résistantes (Chantziaras et al., 2014).

En médecine humaine, l'apparition de résistances est liée à l'utilisation des antibiotiques pour traiter des maladies dans le contexte hospitalier mais aussi au sein des établissements de santé traditionnels et des communautés (Sabtu et al., 2015). Ainsi les gènes de résistance se transmettent entre les hommes par contact direct ou par l'environnement dans le milieu hospitalier dans le cas des SARM comme cela a été décrit en Angleterre (Sabtu et al., 2015). Dans les communautés, on retrouve désormais une forte prévalence d'EBLSE alors que traditionnellement ces bactéries se trouvaient dans le secteur hospitalier (Sabtu et al., 2015).

Dans le cas de la médecine vétérinaire, les antibiotiques sont utilisés majoritairement dans quatre contextes : l'usage thérapeutique, métagylactique, prophylactique et en tant que promoteur de croissance (McEwen and Collignon, 2018a; Prescott, 2008). Tout d'abord, ils sont utilisés pour un usage thérapeutique afin de traiter une infection bactérienne. L'usage métagylactique est l'utilisation d'antibiotiques sur un groupe d'animaux qui sera thérapeutique pour les animaux malades ou prophylactique pour les animaux non malades. L'utilisation prophylactique des antibiotiques est une utilisation en prévention d'infections bactériennes qui peuvent apparaître sous certaines conditions de stress ou de changement de température par exemple. Les antibiotiques sont dans ce cas utilisés sur des animaux sains. Enfin, l'utilisation d'antibiotiques en tant que promoteurs de croissance est l'administration en continu à dose sous thérapeutique d'antibiotiques afin de stimuler la croissance des animaux dans une logique de performance économique. Or, l'utilisation des antibiotiques à des doses sous thérapeutiques, dont l'utilisation d'antibiotiques en tant que promoteurs de croissance et en usage prophylactique, contribue à la sélection et transmission de résistances (Laxminarayan et al., 2016). L'utilisation des antibiotiques (UAB) en tant que promoteurs de croissance est d'autant plus décriée que leur rôle et mécanisme d'action ne sont pas clairement définis (Marshall and Levy, 2011; Rushton, 2015). Les études montrent qu'une différence de croissance peut effectivement être observée lorsque les AB à dosage sous thérapeutique sont administrés à des animaux jeunes et élevés dans des conditions d'hygiène faible. En revanche, la différence semblerait moins nette lorsque les conditions d'hygiène sont meilleures remettant en cause leur effet (Rushton, 2015). De plus, les raisons de leur utilisation sont purement économiques et n'ont pas de rôle dans la santé des animaux (McEwen and Collignon, 2018b).

La bonne ou mauvaise utilisation des antibiotiques est également liée à un diagnostic erroné. Par exemple, dans le cas de l'utilisation d'antibiotiques sur des infections virales ou sur des bactéries sur lesquelles il n'aura aucun effet. De plus, le non-respect des instructions de dosage, mais aussi l'utilisation par eau de boisson ou dans l'alimentation où tous les animaux n'ont pas toujours accès de

manière égale (maladie) peut conduire à l'administration d'antibiotiques à des doses sous-thérapeutiques (You and Silbergeld, 2014).

### 1.2.2. Transmission entre les secteurs

Il semblerait que l'apparition de résistance dans la population humaine soit majoritairement causée par l'utilisation d'antibiotiques en médecine humaine. De même en médecine vétérinaire (Morel, 2019). De plus, si des cas de transmission entre le secteur humain, animal et environnemental existent bien, la contribution de chaque réservoir dans l'apparition de résistance est mal connue (Hoelzer et al., 2017). Cette difficulté est liée au fait que l'émergence de résistance ne suit pas un lien de causalité et d'effet direct. Ainsi, il y a de plus en plus de preuves que l'utilisation d'AB dans le secteur des productions animales contribue à l'antibiorésistance chez les humains mais davantage de recherche doivent être conduites (Hoelzer et al., 2017; Magouras et al., 2017; Robinson et al., 2017; White and Hughes, 2019).

On cite en général trois voies de transmission de résistance entre les animaux et les hommes qui seront abordées dans cette partie. Cette transmission se fait par contact direct, par l'alimentation et par l'environnement (Morel, 2019; Woolhouse and Ward, 2013).

#### **Transmission par contact direct**

La transmission de bactéries résistantes entre les animaux et les humains et inversement peut se faire par contact direct. En effet, il a été montré que les éleveur·ses fréquemment au contact avec les animaux d'élevages partageaient des bactéries résistantes dans le cas de bactéries zoonotiques telles que les SARM (Hoelzer et al., 2017). Ces bactéries peuvent par la suite se transmettre au sein des habitant·es d'un même foyer jusque dans le milieu hospitalier (Marshall and Levy, 2011). Au sein de la population humaine, la dissémination de bactéries résistantes est facilitée par l'utilisation des AB qui rajoute une pression sélective supplémentaire, l'absence de contrôle des infections et de faibles mesures d'hygiène (Sabtu et al., 2015). Ainsi des bactéries résistantes identiques ont été retrouvées chez des éleveur·ses et leurs animaux (Hoelzer et al., 2017). Par exemple, il a été montré au Danemark, que les éleveur·ses étaient plus fréquemment porteur·ses de SARM et que cela était associé à la durée de contact avec les animaux (Graveland et al., 2011).

#### **Transmission via l'environnement**

Des bactéries résistantes et des gènes de résistance sont présents dans l'environnement soit suite à un mécanisme naturel tel que décrit au tout début de cette introduction soit suite à une intervention anthropique. La concentration d'antibiotiques dans l'environnement varie en fonction de la démographie, de l'accès aux soins, de la présence d'industries pharmaceutiques, du traitement des eaux usées et des réglementations appliquées (Vikesland et al., 2019). Elle est donc variable d'une région du globe à l'autre. Deux rôles majeurs de l'environnement sur le développement et transmission de résistance sont cités. L'environnement peut être considéré comme un vecteur de pathogènes résistants ou comme une source où les bactéries présentes dans l'environnement se retrouvent en contact avec des antibiotiques (Morel, 2019).

Les antibiotiques peuvent se retrouver directement dans l'environnement par le résultat du déversement de produits issus d'entreprises pharmaceutiques mais aussi par le biais des eaux usées ou du fumier ou encore l'utilisation d'antibiotiques dans l'agriculture. On retrouve ainsi au Viêt Nam de forts taux de contamination dans les eaux usées issues des élevages (Pham-Duc et al., 2020). En effet, les antibiotiques se retrouvent dans l'environnement car ils ne sont pas métabolisés (exemple des tétracyclines) ou alors par la dissémination dans l'environnement de bactéries résistantes via l'urine ou le fumier (Rushton, 2015). Cela est particulièrement problématique dans les pays où le traitement des eaux usées et des déchets est soumis à peu de contrôle par l'absence d'infrastructures nécessaires et/ou de législation contraignante. Les conséquences sur la santé des populations sont ainsi encore plus importantes (Vikesland et al., 2019). Cependant selon une revue systématique les preuves de la transmission de résistance entre l'environnement vers le réservoir humain sont rares (Singer et al., 2016)

### **Le rôle controversé de l'alimentation**

A cause de l'utilisation d'antibiotiques dans le secteur des productions animales et des mauvaises conditions d'hygiène, des bactéries résistantes présentes dans le système digestif des animaux peuvent se retrouver en contact avec la viande lors de l'abattage. Ces bactéries peuvent ensuite se transmettre à l'homme suite à la manipulation de la viande ou ingestion (Morel, 2019). La transmission via l'alimentation est complexe à comprendre et le risque sur la santé publique est difficile à démontrer (Marshall and Levy, 2011). Pendant longtemps le rôle de l'alimentation dans l'apparition de résistances a été controversé par les industriels de la production de viande en raison d'un manque d'évidences tangibles (McEwen and Collignon, 2018b). Il y a cependant des preuves que consommer de la viande insuffisamment cuite était un facteur de risque d'infections par des bactéries d'origine alimentaire qui portent des gènes de résistance (Hoelzer et al., 2017).

Un autre point concerne la présence de résidus d'AB dans la viande suite au non-respect des délais d'attente avant abattage et donc des limites maximales de résidus (LMR) (ANSES, 2022). Le risque de résidus d'AB dans la viande sur la santé humaine sont essentiellement allergènes dans le cadre de la pénicilline mais peuvent aussi contribuer à des cancers, des chocs anaphylactiques, des maladies rénales et des troubles de la reproduction. La présence de résidus pourrait également conduire au développement de bactéries résistantes (Arsène et al., 2022).

### **1.2.3. Les facteurs socio-économiques, culturels et politiques influençant l'utilisation des antibiotiques**

Bien que d'un point de vue purement cellulaire, la résistance aux antibiotiques soit causée par un contact prolongé avec les antibiotiques, les pratiques d'utilisations des antibiotiques ainsi que la transmission des facteurs de résistances sont quant à elles influencées par de nombreux facteurs culturels, sociologiques, économiques, techniques et politiques rendant cette problématique très complexe (Asiimwe et al., 2021). Nous aborderons plus en détails ces facteurs lors de la partie sur les particularités du secteur animal dans les pays en voie de développement. Nous présentons ici les principaux éléments décrits dans la littérature sans prétendre en faire une liste exhaustive.

Les réglementations en vigueur sur les conditions de prescription, vente et utilisation sont un facteur important influençant l'utilisation des AB. Ainsi dans certains pays les antibiotiques en tant que promoteurs de croissance sont toujours utilisés du fait de l'absence de réglementations ou de l'insuffisance des conditions d'applications de la loi (OMSA, 2022). De même, dans plusieurs pays les antibiotiques sont disponibles sans prescription entraînant un fort taux d'automédication. Ceci augmente les risques d'erreurs de traitement, de mauvais dosage, d'interactions médicamenteuses et le développement de résistance (Nepal and Bhatta, 2018). Même lorsque les antibiotiques ne sont vendus que sur ordonnance, les personnes délivrant les instructions telles que les vétérinaires peuvent être influencées par les éleveur·ses. Ainsi, bien que cela ne soit pas toujours nécessaire, des antibiotiques sont prescrits pour répondre à leur demande (Coyne et al., 2014; David C. Speksnijder et al., 2015; D. C. Speksnijder et al., 2015). En médecine humaine, il a également été montré que les médecins avaient tendance à prescrire des AB même lorsque cela n'était pas nécessaire afin de répondre à la demande de leurs patients (Krockow et al., 2019). Les prescripteur·rices peuvent à leur tour dépendre de compagnies pharmaceutiques qui influencent leur pratique de prescription. L'argument est également souvent avancé que prescrire et vendre des AB conduisait à des conflits d'intérêt. Néanmoins, dans une étude conduite en France sur la période 2008-2014 aucune preuve de cela n'a été mise en évidence (Raboison et al., 2021).

Les connaissances et le niveau de sensibilisation des éleveur·ses et des vétérinaires ont également été mis en évidence comme facteurs favorisant le développement de résistance (Bokma et al., 2018). Ainsi plusieurs études en Europe ont montré que les éleveur·ses utilisaient majoritairement des antibiotiques selon leur expérience et le conseil de vétérinaire. Certaines ont aussi mis en évidence que des caractéristiques socio-démographiques pouvaient influencer l'utilisation des AB bien que d'autres n'ait pas trouvé de corrélations. Une bonne perception du risque lié à l'antibiorésistance était aussi associée à une plus faible utilisation des antibiotiques (Kramer et al., 2017). Une autre étude conduite dans 5 pays européens a montré que les éleveur·ses de porcs plus inquiet·ètes de la RAB percevaient d'avantage les conséquences des mesures légales sur la réduction des AB (Visschers et al., 2015). Cette étude suggère qu'augmenter la sensibilité sur la RAB pourrait permettre une meilleure perception des réglementations. Une étude conduite au Cambodge a montré que les éleveur·ses avaient un faible niveau de connaissance et une attitude neutre sur UAB et RAB ainsi que de mauvaises pratiques d'UAB (Chea et al., 2022). Dans une étude conduite au Soudan auprès d'éleveur·ses, le faible niveau d'éducation, les mauvaises connaissances sur l'UAB, la résistance aux antibiotiques et les infections zoonotiques ont été montrés statistiquement corrélés (Eltayb et al., 2012).

Les antibiotiques peuvent aussi être utilisés comme une solution afin de compenser des mesures d'hygiène (Krockow et al., 2019) ou de biosécurité défectueuse ou alors pour compenser la faiblesse de certains systèmes de santé. De plus dans certains pays comme par exemple le Viêt Nam les prix des AB sont très faibles facilitant leur accès (Carrique-Mas et al., 2019a) et sont donc facilement utilisés en prévention ou pour augmenter la productivité comme cela a été identifié en Indonésie (Coyne et al., 2020b). Chez les éleveur·ses, il a également été montré que le niveau d'intégration conditionnait l'utilisation des antibiotiques, les élevages intégrés et intensifs étant plus dépendant de leur utilisation (Hutchinson, 2017). L'utilisation des antibiotiques dépend aussi des conditions d'accès aux tests diagnostiques, antibiogrammes mais aussi aux alternatives telles que les vaccins ou d'autres solutions techniques. Les capacités des laboratoires sont ainsi un facteur important dans l'utilisation d'antibiotiques (Bokma et al., 2018). Il a aussi été montré dans des élevages de porcs en Belgique que

les mesures de biosécurité réduisant la transmission de pathogènes au sein du troupeau et ainsi contribuait à réduire l'utilisation des AB en usage prophylactique. Ces mesures étaient le plus souvent mises en place par de jeunes professionnel·les, dans des cheptels importants et avec des équipements modernes (Laanen et al., 2013)

La transmission de résistance est aussi favorisée par les voyages en avion (Frost et al., 2019). Une souche résistante va donc rapidement se retrouver sur plusieurs continents comme que nous l'avons décrit dans le cas des bactéries multi-résistantes. De même, l'organisation des systèmes de santé, l'accès à l'eau potable, l'hygiène mais aussi la couverture vaccinale ainsi que l'accès à des antibiotiques de qualité sont des facteurs de transmission de résistance (Frost et al., 2019). Ces paramètres sont également influencés par les réglementations concernant le traitement des eaux usées.

### 1.3. Lutter contre l'antibiorésistance : stratégies à l'échelle globale

#### 1.3.1. Promouvoir une utilisation raisonnée des antibiotiques

Globalement, deux grandes stratégies sont communément citées pour lutter contre la résistance aux antibiotiques : protéger les antibiotiques qui fonctionnent en cherchant à limiter l'émergence et la transmission de résistance et stimuler le développement et la mise sur le marché de nouveaux antibiotiques (Sabtu et al., 2015). Dans le cadre de ce travail nous nous concentrerons uniquement sur la première grande stratégie.

Au fur et à mesure du temps, la résistance aux antibiotiques en santé animale, humaine et environnementale a de plus en plus inquiété les professionnel·les de la santé mais aussi les grandes instances internationales qui ont ainsi fait un appel à action. Les premières mesures pour lutter contre le risque microbiologique de l'utilisation des antibiotiques en production animale pour la santé publique datent de 1968. Cette année-là, l'Europe a séparé les antibiotiques à usage thérapeutique de ceux pour l'alimentation, rendant ainsi les antibiotiques à usage thérapeutique disponibles seulement avec prescriptions dans les aliments pour les animaux (McEwen and Collignon, 2018b). Les actions entreprises par les organisations internationales et les pays sont croissantes suite à la prise de conscience de cette menace. Les premiers efforts sur cette problématique avec une perspective *One Health* datent de 1950 (McEwen and Collignon, 2018b). En santé animale, les promoteurs de croissance ont été interdits en 1986 au Danemark. D'autres pays européens ont adopté la même politique et les promoteurs de croissance ont finalement été interdits dans les pays européens en 2006 (Millet and Maertens, 2011). Néanmoins, le rapport de l'Organisation mondiale de la santé animale (OMSA) montre qu'une quarantaine de pays n'a pas mis en place de réglementations (OMSA, 2022). Aux Etats Unis par exemple, les promoteurs de croissance ont été interdits plus tardivement qu'en Europe, à cause des fortes pressions exercées par le secteur viande (McEwen and Collignon, 2018a). Une autre étape importante dans la lutte contre la RAM a été l'inclusion de cette problématique à l'ordre du jour de l'Assemblée nationale de l'organisation des Nations Unies le 21 septembre 2016. La RAM n'était plus simplement une menace sanitaire mais selon le discours de Ban Ki-moon « une menace fondamentale, à long terme pour la santé humaine, la production durable de nourriture et le développement » (UN, 2016).

### 1.3.2. Appel des organisations internationales

L'organisation mondiale de la santé (OMS), l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'organisation mondiale de la santé animale (OMSA), sous la forme d'un partenariat Tripartite ont ainsi adopté un plan d'action global en 2015 (devenu Quadripartite avec l'inclusion du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)). Ce plan promeut des actions concertées pour améliorer recherches, surveillances et interventions dans les secteurs humain, animal et environnemental (Harbarth et al., 2015) mobilisant des approches *One Health* et pour encourager les pays à développer leurs plans d'actions nationaux (OMS, 2015). Le plan d'action global est organisé autour de 5 objectifs pour lutter contre la résistance aux antibiotiques qui sont résumés ci-dessous :

#### Les 5 objectifs du plan d'action global pour lutter contre la résistance aux antibiotiques

- 1) Accroître la sensibilité et la compréhension de la RAB grâce au développement de communication, éducation et de formation efficaces ;
- 2) Améliorer les connaissances et les preuves à partir de la surveillance et de programmes de recherche ;
- 3) Diminuer les infections grâce à des mesures d'hygiène et de mesures de préventions ;
- 4) Optimiser l'utilisation des antibiotiques en santé humaine et animale ;
- 5) Augmenter les investissements dans les nouveaux médicaments, tests diagnostiques, vaccins et autres interventions en prenant en compte les besoins de tous les pays

La FAO et l'OMSA ont également développé leur plan d'action pour lutter contre l'antibiorésistance (OMSA, 2016). Le plan de la FAO 2021-2025 comprend cinq objectifs : augmenter la sensibilité et l'engagement des acteur·rices pour promouvoir le changement ; renforcer la surveillance et la recherche pour favoriser la prise de décision basée sur des preuves ; promouvoir les bonnes pratiques pour prévenir les infections et contrôler la diffusion de la RAB ; promouvoir une utilisation responsable des AB pour protéger leur efficacité ; améliorer la gouvernance et la distribution des ressources pour accélérer et pérenniser le progrès (FAO, 2021). Les bonnes pratiques visent à réduire les infections afin de diminuer le besoin d'antibiotiques et donc du développement de résistances tout le long de la chaîne de production alimentaire et dans l'environnement. Eviter les infections est promu par la mise en place de mesures d'hygiène, de biosécurité, de vaccination mais aussi d'utilisation d'alternatives aux antibiotiques (Postma et al., 2015). L'utilisation raisonnée renvoie à la réduction d'AB ou une utilisation plus ciblée par la mise en place de meilleurs diagnostics, de prévention et d'antibiogouvernance. L'antibiogouvernance vise à maximiser l'efficacité des traitements tout en minimisant les effets secondaires en optimisant la sélection de l'AB, le dosage, la voie d'administration et la durée (Sabtu et al., 2015).

Les instances internationales ont alors développé des guides pratiques, des normes et des mesures concrètes pour les pays membres afin notamment de les soutenir dans leur mise en place de programmes d'antibiogouvernance pour un usage responsable et prudent des antibiotiques. Par exemple, les activités de l'OMSA incluent la publication de rapports sur les données nationales d'UAB des états membres, le développement d'outils pour évaluer la performance des services vétérinaires (PVS) pour améliorer les services vétérinaires nationaux et renforcer les réglementations, suivi de la mise en œuvre des plans

d'actions nationaux dans le cas du plan d'action global et diffusion de la liste des AB d'importance en médecine vétérinaire (Pinto Ferreira et al., 2022).

Concernant ce dernier point, un des moyens de préserver l'efficacité des antibiotiques en médecine humaine est de réglementer l'utilisation des antibiotiques de dernière génération notamment en médecine vétérinaire. Ainsi, l'OMS a défini une liste qui catégorise les antibiotiques d'importance critique, hautement importants et importants (OMS, 2019a). Une liste similaire est également disponible en médecine vétérinaire (OMSA, 2022). En France par exemple, dans le cadre du plan Ecoantibio 1 (2013-2016), l'exposition en médecine vétérinaire aux fluoroquinolones a diminué de 75% et de 81% pour les céphalosporines (DGAL, 2017). Dans le cadre du plan Ecoantibio 2 des mesures plus restrictives ont été mise en place avec par exemple l'interdiction d'utiliser des AB d'importance critique en usage prophylactique et la nécessité de faire un antibiogramme avant de les utiliser (MAAF, 2017). Dans une étude conduite auprès de 66 vétérinaires, les personnes interrogées percevaient ce décret comme permettant de mieux utiliser les antibiotiques et l'utilisation des alternatives. L'utilisation des antibiogrammes n'a pas augmenté à cause des contraintes de temps et de terrain mais les vétérinaires ont changé leur façon de prescrire (Bourély et al., 2018).

A la date de novembre 2022, 170 pays ont finalisé leur plan d'action national pour combattre l'antibiorésistance selon les recommandations développées dans le plan d'action global (OMS, 2022a).

### 1.3.3. Approches One Health dans la lutte contre la résistance aux antibiotiques

Le plan d'action global promeut une approche *One Health* pour lutter contre la RAB (OMS, 2015) ; en 2016 l'assemblée générale des Nations Unies a confirmé la nécessité de cette approche pour combattre le RAB (OMS, 2016); le plan d'action de la FAO souligne l'importance de mettre en place des approches multidisciplinaires et multisectorielles pour assurer le succès des plans d'actions nationaux et de nombreux scientifiques engagent les acteur·rices à avoir une approche One Health, globale, intégrée, et transdisciplinaire sur la question (Harbarth et al., 2015; Magouras et al., 2017; McEwen and Collignon, 2018b; White and Hughes, 2019). Les approches *One Health* promeuvent des approches intégrées, unifiées et systémiques de la santé à des échelles locales, nationales et mondiales. Ces approches se veulent transdisciplinaires et multi-sectorielles afin d'obtenir une santé optimale pour les hommes, animaux, et l'environnement (OHHLEP et al., 2022). Ainsi, le contexte politique, écologique et socio-économique doit être pris en compte lors de l'analyse de l'épidémiologie de la RAB et du comportement des acteurs (Roger et al., 2016). Les solutions techniques pour réduire l'utilisation des antibiotiques ont été largement documentées pour réduire l'UAB (Postma et al., 2015). Néanmoins, comme décrit plus haut, l'utilisation des antibiotiques est liée à de nombreux facteurs socio-économiques influençant leur utilisation. Ainsi, changer les pratiques d'utilisation des antibiotiques mais aussi des conditions de prescription, d'accès, sont des moyens pour réduire l'utilisation des antibiotiques.

Pendant longtemps, les politiques publiques se sont concentrées sur la modification des comportements individuels (Harpet, 2022). Le manque de connaissance des éleveur·ses en matière d'utilisation des antibiotiques et de la résistance serait responsable de leur mauvaise pratique. Ainsi, améliorer les connaissances et la sensibilité de ces acteurs par le développement de campagnes de communication pourrait permettre un changement de pratique (Tompson and Chandler, 2021). De même, améliorer la qualité des prescriptions vétérinaires conduirait à une meilleure utilisation des antibiotiques et

permettrait de lutter contre la résistance aux antibiotiques. Or il a été montré que les conditions de prescription et de délivrance dépendaient d'autres facteurs et que malgré la connaissance des éleveur·ses sur les risques liés à la RAB, ces personnes continuaient à les utiliser. Bien qu'améliorer les connaissances et sensibiliser les différents acteur·rices continue de faire partie des plans d'actions, cela ne peut en aucun cas être l'unique méthode pour lutter contre la résistance aux antibiotiques (Harpet, 2022). Ce modèle du « manque de connaissance » est de plus en plus remis en cause. Tompson et Chandler, et Harpet soulignent le fait que modifier des comportements sans prendre en compte le contexte socio-économique, culturel, politique et environnemental est vain. Broom et al. replacent la problématique de la RAB dans un contexte social et politique en contraste avec les approches plus traditionnelles de changement des comportements individuels et des solutions techniques (Broom et al., 2021) En effet, ces individus qui évoluent dans un environnement socio-économique sont en interaction avec des acteur·rices différent·es : professionnel·les de santé, chercheur·ses, entourage ... qui vont exercer une influence sur ces personnes.

Ainsi de nombreux chercheur·ses appellent à étudier la RAB non plus d'un point de vue individuel avec la volonté de changer les comportements mais d'un point de vue systémique et transdisciplinaire en prenant en compte les paramètres sociaux, économiques, politiques, culturels et aussi des écosystèmes dans la mise en place de solutions (Baudoin et al., 2021; Broom et al., 2019; de Lima Hutchison et al., 2018; Harpet, 2022).

Ducrot et al. présentent dans un article différentes études mobilisant les sciences humaines et sociales visant à contribuer à la réduction des AB dans les élevages en France (Ducrot et al., 2019). A partir d'études majoritairement qualitatives, ils décrivent les facteurs influençant les pratiques d'utilisation des antibiotiques et ceux influençant les changements de pratique le long de la chaîne de production. Ces études mettent en évidence que réduire l'utilisation des antibiotiques ne dépend pas uniquement des vétérinaires ou éleveur·ses mais nécessite de combiner des actions à différentes échelles.

Par exemple, l'anthropologie permet de collecter des informations locales sur les produits vétérinaires utilisés et de tenir compte des savoirs vétérinaires locaux dans la gestion des maladies en s'inscrivant dans une logique d'échange de savoirs (Lainé, 2022). L'ethnomédecine est une branche de l'anthropologie médicale qui, dans le cadre de la RAB, vise à apporter des connaissances socio-écologiques afin de guider les politiques publiques pour la mise en place de solutions adaptées. Ainsi les cadres géographiques, sociaux, historiques mais aussi les habitudes et expériences individuelles façonnent les pratiques d'utilisation des AB (Harpet, 2022). Les sciences sociales se sont aussi intéressées au médicament vétérinaire comme enjeu de lutte entre différents groupes sociaux (Hobeika and Figuié, 2022). L'économie, par l'étude du choix des acteur·rices et allocations des ressources, contribue à caractériser l'effet des maladies, les processus de décision dans la gestion des traitements et donc du risque mais aussi dans la compréhension des systèmes de santé des politiques publiques (Lhermie and Raboisson, 2022). Ces approches peuvent ainsi être amenées à mobiliser la participation avec l'implication des populations locales dans le développement de solutions à leurs propres problèmes. La vidéo participante a été employée au Népal permettant de mettre en évidence l'importance du genre dans les comportements à risque pour la RAB (Jones et al., 2022).

Dans le cadre de cette thèse nous nous focaliserons sur le secteur des productions animales dans un pays en voie de développement en utilisant une approche interdisciplinaire, participative et systémique.

## 1.4. Utilisation des antibiotiques dans les pays en développement

La plupart des articles scientifiques parlent de pays en développement ou de pays à revenu faible ou intermédiaire en opposition aux pays développés ou à haut revenu. Ces deux termes ont été employés pendant longtemps par la Banque Mondiale mais ont été plusieurs fois remis en question (Bouron et al., 2022; Khokhar and Serajuddin, 2015). Dans notre cas, et bien qu'ayant conscience des limites de ces termes, nous garderons la dénomination encore employée dans la plupart des articles scientifiques et renvoyant à la définition de la Banque Mondiale à défaut d'autres termes.

### 1.4.1. Exemple à Madagascar : résumé d'une étude sur les perceptions des éleveur·ses et vendeur·ses de médicaments concernant les risques liés à l'utilisation des antibiotiques

*Les résultats de ce travail ont été publiés dans la revue *Frontiers in Veterinary Sciences* en août 2020 et sont présentés en **annexe 1**.*

<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00490>

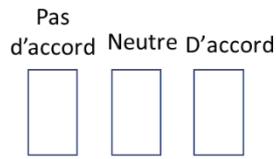
Lutter contre la résistance aux antibiotiques est un défi mondial. Afin d'être efficace face à cette menace, il est nécessaire de comprendre le contexte socio-économique et culturel entourant les pratiques d'utilisation ainsi que la perception du risque lié à la résistance aux antibiotiques par les actrices concernées. Madagascar est un pays insulaire situé à l'est du continent Africain. Malgré ses importantes ressources environnementales, le pays fait actuellement partie des pays les plus pauvres du monde. Il s'agit d'un pays essentiellement rural où le mode de production semi-intensif et de basse-cour est majoritaire. Les antibiotiques sont facilement disponibles sans ordonnance et la majorité des éleveur·ses traitent eux-mêmes leurs animaux. Le délai d'attente avant abattage est mal respecté et, associé à un faible contrôle, contribue à la présence de résidus dans la viande. Au moment de l'étude qui est présentée ici, peu de recherches avaient été conduites à Madagascar concernant l'utilisation des antibiotiques et sur l'antibiorésistance. Afin de mettre en place des stratégies de communication efficaces, cette étude vise à comprendre les perceptions des éleveur·ses et des vendeur·ses de médicaments concernant l'utilisation des antibiotiques, la résistance aux antibiotiques et l'utilisation d'alternatives.

Pour répondre à cet objectif, d'avril à mai 2018, nous avons conduit une étude semi-qualitative utilisant la méthode Q dans la commune d'Imerinstiatosika à Madagascar. Cette commune est située à 30km à l'ouest de la capitale, Antananarivo et a été choisie pour sa proximité avec la capitale, la diversité d'élevages de poulets et de porcs ainsi que pour le lien entre l'équipe de recherche et le vétérinaire de la commune. La méthode Q est une méthode participative visant à déterminer les perceptions, donc l'ensemble des représentations sur un sujet donné, via le classement d'affirmations selon un degré d'accord. Elle se déroule en plusieurs étapes. La première étape consiste en l'établissement du *concourse*. Le *concourse* est une liste d'affirmations qui rassemble l'ensemble de la diversité des points de vue sur la thématique étudiée. Celui-ci a été développé grâce à l'étude de la littérature et des entretiens semi-structurés. Les affirmations recueillies ont été divisées en trois thèmes : l'utilisation des antibiotiques, la résistance aux antibiotiques et les alternatives. A partir de ce *concourse* (n=250), un nombre plus restreint d'affirmations ont été sélectionnées par les chercheurs afin de constituer le *Q set*. Le *Q-set* représente donc l'ensemble des affirmations qui seront classées par la population d'étude, *P*-

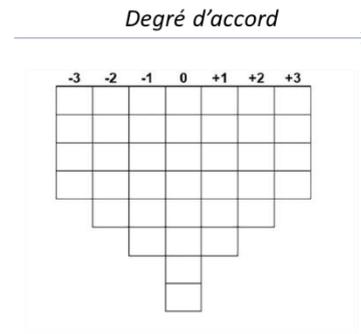
*set*. Dans notre cas, nous avons étudié deux populations d'études différentes : les éleveur·ses de poulets et de porcs et les vendeur·ses de médicaments. Le *Q-set* des éleveur·ses comprenait ainsi 38 affirmations et 45 pour les vendeur·ses. Lors des entretiens, les participant·es devaient classer l'ensemble des affirmations (*Q-set*) dans une grille à 7 niveaux de -3 à +3, représentant leur degré d'accord : -3 représentant le pas du tout d'accord et le +3 tout à fait d'accord afin d'obtenir le *Q-sort*. Cette étape est représentée dans la figure 2. Après avoir placé toutes les affirmations, les valeurs extrêmes (-3 et +3) étaient discutées afin de comprendre le point de vue des participant·es. Au final, le classement de 26 éleveur·ses et 19 vendeur·ses de médicaments a été analysé. Les grilles de classement des affirmations obtenues ont été analysées par une analyse multifactorielle en composante principale. Le résultat de cette analyse permet d'obtenir des facteurs représentant des groupes d'individus partageant des opinions communes (déterminées par le classement des affirmations) pouvant être interprétées. L'analyse statistique permet également d'identifier des affirmations consensus c'est-à-dire partagées par tous les participant·es et des affirmations divergentes représentant leurs points de désaccord. Les données qualitatives permettent d'expliquer ces différents facteurs et donc les points de vue des différents groupes obtenus.

Trois discours différents ont été identifiés chez les éleveur·ses ainsi que chez les vendeur·ses de médicaments. Bien que les affirmations soient légèrement différentes entre les deux populations d'étude, les trois discours distingués chez les éleveur·ses et les trois discours chez les vendeur·ses étaient semblables. Le premier discours appelé « confiance en les antibiotiques » regroupait 13 éleveur·ses et 7 vendeur·ses de médicaments. Ces individus utilisaient largement les antibiotiques en usage préventif et n'associaient aucun danger particulier à cette utilisation. Pour eux, les antibiotiques étaient une méthode nécessaire et indispensable à l'élevage. Leur connaissance sur la résistance aux antibiotiques était faible et ils ne pensaient pas que les méthodes alternatives aux antibiotiques soient efficaces pour prévenir ou traiter les maladies. Le deuxième groupe appelé « croyance dans les alternatives » avait des perceptions opposées au premier groupe. Il était constitué de 7 éleveur·ses et de 7 vendeur·ses de médicaments. Pour ces participant·es l'utilisation des antibiotiques à usage préventif représentait le principal problème lié à la résistance aux antibiotiques. Ils encourageaient l'utilisation des alternatives telles que les vaccins ou les mesures de biosécurité. Ils étaient sensibles à la question de la résistance aux antibiotiques qui pour eux représentait un problème de santé publique. Enfin, le dernier groupe de 6 éleveur·ses et vendeur·ses appelé « approche modérée des antibiotiques » avait des connaissances imprécises sur l'utilisation des antibiotiques mais aussi sur l'antibiorésistance et les alternatives. Chez les éleveur·ses, le troisième groupe avait statistiquement une éducation plus faible que les deux autres groupes. Cette étude a donc permis de mettre en évidence des points de divergence de perception mais aussi d'identifier des consensus entre les trois groupes. Ainsi, les éleveur·ses pensaient que les prescriptions étaient utiles mais ne pensaient pas que c'était une méthode efficace pour diminuer l'utilisation des antibiotiques, que les conseils des vendeur·ses étaient importants pour utiliser des antibiotiques surtout pour le dosage, que l'hygiène des fermes étaient une façon efficace pour prévenir les maladies et qu'il était important de respecter les temps d'attente avant abattage. Les vendeur·ses de médicaments étaient consensuels sur les points suivants : obligation de recevoir une formation avant de vendre des antibiotiques et accès à l'information relative aux risques liés à l'utilisation des antibiotiques. En revanche, leurs connaissances sur l'impact de la surutilisation des antibiotiques et sur la résistance aux antibiotiques étaient imprécises. Tout comme les éleveur·ses, les vendeur·ses étaient d'accord sur le fait que l'hygiène de la ferme était une bonne alternative aux antibiotiques pour réduire la transmission de maladies.

## 1) Classement en trois piles



## 2) Classement en sept piles



**Figure 2.** Illustration et photo correspondante, du classement du *Q-set* et obtention du *Q-sort* en deux étapes, Madagascar, 2020. Crédit : Daouda Kassié.

Grâce à l'emploi d'une méthode participative et semi-qualitative, cette étude exploratoire a permis de mettre en évidence des points spécifiques sur la question de l'antibiorésistance dans une commune de Madagascar. Les antibiotiques sont en pratique disponibles sans ordonnance à Madagascar et les participant-es ne jugent pas que les rendre obligatoires soit une manière efficace pour lutter contre la résistance aux antibiotiques. De plus, les entretiens ont mis en évidence l'existence d'un marché informel du médicament à Madagascar avec des problèmes de qualité d'antibiotiques et ayant des conséquences délétères identifiées par les deux populations d'étude. Ce marché est entretenu principalement par des vendeur·ses à la sauvette proposant des produits de mauvaise qualité et certains techniciens réalisant des diagnostics sans formation préalable. Parallèlement, certaines zones reculées n'ont pas accès à des services vétérinaires efficaces et ces réseaux informels de distribution semblent être le seul moyen pour obtenir des médicaments ou des conseils. De plus, l'antibiorésistance ne semble pas être une priorité pour certain-es participant-es qui préfèrent se concentrer sur leur situation économique.

Utiliser des méthodes qualitatives et participatives nous a permis dans cette étude de récolter une diversité de points de vue sur un même sujet et de mettre en avant des barrières à la réduction d'utilisation des antibiotiques au contexte malgache. L'identification de trois discours permet de mieux cibler des stratégies de communications et des recommandations. En effet, le premier groupe devrait être plus sensibilisé aux risques d'utilisation des antibiotiques et des conséquences de la résistance aux antibiotiques. Le deuxième groupe, déjà sensible à ces questions, pourrait être sollicité pour servir de modèle aux autres éleveur·ses. Enfin, davantage d'informations et de campagnes de sensibilisation devraient être développées pour sensibiliser les éleveur·ses du groupe 3.

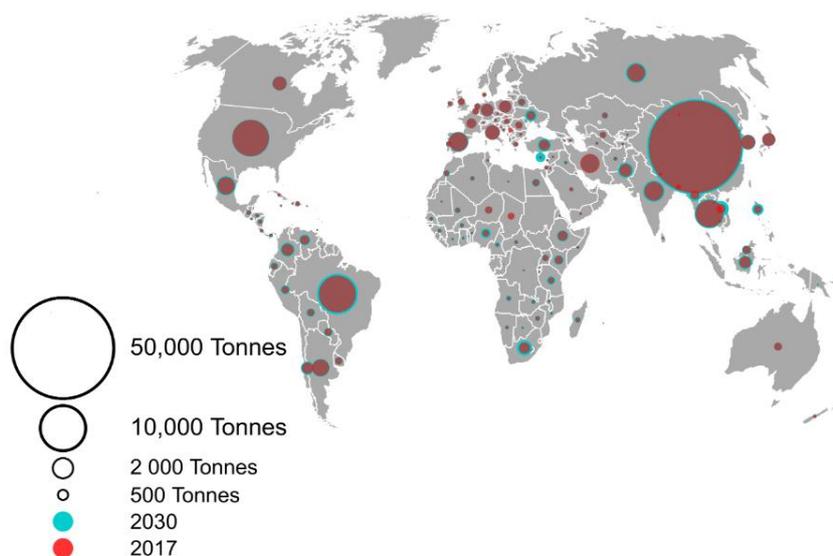
#### 1.4.2. Les enjeux propres aux pays en développement

La majorité des enjeux identifiés dans l'étude à Madagascar peuvent être mis en perspectives avec d'autres études conduites dans des pays en voie de développement.

##### **Utilisation des AB et RAB dans les pays en développement**

Tout d'abord, il est reconnu que les enjeux liés à la RAB, tout comme le changement climatique, sont et seront plus importants dans les pays en développement (Goldberg et al., 2022). En effet, la sécurité alimentaire de certains pays est déjà grandement menacée par la perte de biodiversité, les périodes intenses de sécheresse et d'inondation ce qui pourrait être accentué par la RAB. De plus, l'accès à l'eau potable et l'hygiène parfois limité ainsi que le contact prolongé avec les animaux de production sont des facteurs de risque concernant la contamination avec des bactéries résistantes (Nadimpalli et al., 2018). L'augmentation des coûts des antibiotiques et de l'absence d'efficacité des traitements engendrent également des difficultés économiques pour les éleveur·ses déjà souvent en situation précaire (Robinson et al., 2017).

C'est également dans les pays en développement que la vente d'antibiotiques dans les élevages est la plus susceptible d'augmenter alors qu'elle tend à se stabiliser dans les pays développés (Tiseo et al., 2020). Ainsi l'Asie représente le continent utilisant le plus d'antibiotiques en 2017 avec pour 2030 une croissance attendue de 11,3%. Le continent africain utilisait en 2017 le moins d'antibiotiques mais c'est le continent au sujet duquel on attend la plus grosse augmentation d'ici 2030 avec 37% (Tiseo et al., 2020). Les tendances globales de l'antibiorésistance montrent que c'est en Chine et en Inde que les plus hauts niveaux de résistance chez les animaux sont trouvés (Van Boeckel et al., 2019). L'Asie du Sud-Est est considéré comme un point névralgique de la résistance aux antibiotiques. Une des premières raisons de cette augmentation est le basculement vers des pratiques d'élevage intensives dans ces régions du monde. En effet, jusqu'à présent, le système prédominant de production se résumait aux petits et moyens élevages, les animaux étant élevés en divagation et servant de réserve d'argent en cas de problème. Néanmoins, la plupart des pays en développement sont en croissance démographique et économique ce qui crée une augmentation de la demande en viande (Tilman et al., 2011). Ceci, associé à la volonté d'exporter des denrées animales, conduit les éleveur·ses à augmenter la taille de leurs élevages et à intensifier leurs pratiques engendrant l'augmentation de la consommation d'antibiotiques (Van Boeckel et al., 2015a).



**Figure 3** : Consommation d'antibiotiques par pays en 2017 et 2030. Les taille des cercles correspondent à la quantité d'antibiotiques utilisés. Les cercles foncés correspondent à la quantité utilisée en 2017, et les bords ronds correspondent à la consommation estimée en 2030. Source : (Tiseo et al., 2020).

### Facteurs contribuant à la RAB dans les pays en voie de développement

Un premier point régulièrement cité dans des revues et des études conduites dans les pays en développement, concerne la facilité d'accès aux antibiotiques. En effet, le cadre législatif entourant la délivrance des médicaments est souvent limité voire inexistant ou non appliqué. Ainsi dans une variété de contextes, les antibiotiques sont vendus sans prescription (Jaime et al., 2022). Cela engendre une forte proportion d'éleveur·ses qui utilisent des antibiotiques sans conseils de professionnels de la santé et uniquement selon leur propre expérience à cause du manque de service vétérinaire (Jaime et al., 2022). De mauvais dosages sont utilisés, ainsi que des antibiotiques non adaptés, ou alors l'emploi de plusieurs antibiotiques en même temps. Quand elles sont courantes, ces pratiques contribuent au développement de résistances.

Dans plusieurs pays, les para-vétérinaires prennent le relais de services vétérinaires publics et privés défaillants et permettent ainsi l'accès au soin dans des zones reculées (Jaime et al., 2022). Ce maillage informel de santé représente une catégorie d'acteur·rices qui doit être pris en compte dans l'élaboration des programmes de lutte contre la résistance aux antibiotiques.

Certains pays rapportent aussi une importation illégale d'antibiotiques (OMSA, 2022) mais aussi des drogues frauduleuses et de mauvaise qualité dont la majorité est produite en Afrique et Asie du Sud-Est (Kelesidis and Falagas, 2015) comme dans l'étude de cas de Madagascar (Bâtie et al., 2020). Or, les antibiotiques à faibles doses sont des facteurs contribuant au développement de résistance. De plus, les éleveur·ses constatant l'inefficacité des produits vont augmenter les doses de façon quasi systématique.

Les antibiotiques sont aussi largement utilisés en usage préventif pour contrebalancer les faible conditions d'hygiène et de biosécurité (Ayukekbong et al., 2017; Iskandar et al., 2020). De plus, les antibiotiques sont aussi toujours utilisés en tant que promoteurs de croissance dans certains pays même si des efforts législatifs ont été effectués dans ce sens. Ainsi, encore 25% (40/157) des pays membres de l'OMSA rapportent l'utilisation d'antibiotiques en tant que promoteurs de croissance, l'Amérique

représentant le continent ayant la plus forte proportion. Parmi ces 40 pays, 19 rapportent un manque de législation lié à cette utilisation (OMSA, 2022).

La structuration des filières présente également des différences puisque dans certaines régions du monde, le mode de consommation majoritaire fonctionne via des marchés locaux pouvant avoir un impact sur la qualité des aliments. Ainsi, les scientifiques, mais aussi les instances internationales pointent des problèmes de sécurité des aliments souvent liés à des contrôles défailants (Hoffmann et al., 2019). Une revue a montré que de nombreux produits alimentaires des pays en voie de développement contenaient plus de résidus d'antibiotiques comparé à l'Europe où les contrôles sont plus systématiques (Iskandar et al., 2020). On constate également l'existence d'une double norme de qualité entre les produits destinés à l'exportation, où l'exigence est plus grande et ceux pour le marché domestique, plus faiblement contrôlés (Goutard et al., 2017). D'autres études pointent également une faible connaissance sur l'utilisation des antibiotiques, une utilisation non raisonnée et une faible perception du risque de la résistance aux antibiotiques en Afrique (Ducrot et al., 2021; Iskandar et al., 2020)

La plupart de ces exemples sont associés à un cadre législatif entourant le médicament vétérinaire faible. Les réglementations sont parfois présentes comme le cas des promoteurs de croissance mais pas toujours appliquées en raison de l'absence de ressources nécessaires à leur mise en place (Goutard et al., 2017; Robinson et al., 2017). De plus, les cadres législatifs sont parfois anciens ou non adaptés au contexte socio-économique (Goutard et al., 2017). L'instabilité politique de certains états rend difficile la mise en place d'une politique réelle de lutte contre l'antibiorésistance et les rapports pointent ainsi un manque de gouvernance en matière de lutte contre la résistance aux antibiotiques (Ducrot et al., 2021). Les états manquent aussi de supports et de financements destinés aux éleveur-ses afin de leur permettre d'améliorer les conditions de biosécurité dans les élevages. L'accès à des tests diagnostiques, d'antibiogrammes et de contrôles de résidus sont souvent limités pour cause d'une faible capacité de laboratoires. (Robinson et al., 2017).

Les systèmes de surveillance systématiques sur l'utilisation des AB et la RAB sont encore insuffisants dans la plupart des pays. Les données sont ainsi majoritairement extrapolées par des études ponctuelles (Van Boeckel et al., 2019). Mais une autre étude rapporte également que de plus en plus de pays classés dans les pays à revenus intermédiaires déclarent leurs ventes d'antibiotiques dont la Chine en 2019 et la Thaïlande en 2018. A l'exception du Brésil, les déclarations de vente des AB augmentent avec le volume de viande exportée. Cette étude souligne également qu'aucun pays d'Afrique n'a rapporté de données de vente d'antibiotiques (Tiseo et al., 2020). Il est tout de même important de noter que le nombre de pays ayant développé un plan d'action national augmente ce qui traduit une prise de conscience (Dar et al., 2016; OMS, 2022a). De plus, il y a une contribution croissante des pays dans la déclaration de leurs données de l'UAB à l'OMSA (OMSA, 2022).

Les facteurs liés au genre sont aussi importants à prendre en considération. Il a en effet été montré que les femmes seraient plus exposées au risque de la RAB de par les facteurs biologiques (infections urinaires par exemple), la maternité (accouchement, pré et post partum plus à risque d'infection), le plus faible accès aux systèmes de soin ainsi que leur exposition à la RAB liée à leur sur-représentation dans certains métiers (Charani et al., 2021; OMS, 2022b, 2018). Dans le cas de l'élevage, les femmes sont sur-représentées dans le secteur des productions avicoles (Alders et al., 2018). Il a ainsi été montré qu'elles occupent une place prépondérante dans l'élevage familial ce qui leur permet une certaine

indépendance économique. Néanmoins, cette place tend à diminuer avec l'augmentation de la taille de l'élevage et le renforcement des rapports de domination des hommes dans le processus de décision. De plus, bien que davantage d'études soient nécessaires, il y a des différences de pratiques d'UAB en fonction du genre. Ainsi, il a été montré en Asie du Sud-Est que les femmes avaient un niveau de connaissance sur la RAB et les AB plus faible que les hommes principalement liés à un niveau d'éducation plus bas. Deux études citées dans cette revue ont également mis en évidence de meilleures pratiques d'UAB chez les femmes mais les raisons n'ont pas été explorées (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021). Une étude connaissance – attitudes – pratiques conduite dans 5 pays africains a également montré que, dans le cas des systèmes de production de volailles, les femmes avaient en moyenne une connaissance inférieure aux hommes sur l'UAB (Caudell et al., 2020). Un dernier point à prendre en considération pouvant expliquer ces résultats est l'inégal accès aux connaissances et formations sur la RAB. Ainsi les campagnes de sensibilisation de santé publique ne prennent pas suffisamment en compte les populations les plus vulnérables à la RAB, générant des inégalités dans l'accès à l'information (Charani et al., 2021). Une revue a également souligné que les femmes avaient un rôle prépondérant dans l'agriculture ce qui représente une part importante de leur temps et que les programmes de développement, tendaient à augmenter la charge de travail parmi ses populations (Johnston et al., 2018). Ainsi, les relations de pouvoirs au sein du foyer ont un impact sur l'UAB et la RAB et nécessitent d'être prises en compte dans l'élaboration des plans d'actions nationaux et les politiques d'intervention (Charani et al., 2021; Jones et al., 2022; OMS, 2018).

La plupart des recommandations portant sur les pays en développement concernent l'amélioration des réglementations et notamment le marché informel mais aussi l'amélioration des connaissances, notamment celles des professionnel·les de santé (Ducrot et al., 2021; Robinson et al., 2017). Néanmoins, chaque pays présente des spécificités liées aux conditions climatiques, culturelles, économiques et politiques. Ces points sont d'autant de facteurs nécessitant d'être pris en compte lors de développement de stratégies pour lutter contre la résistance aux antibiotiques. Les stratégies mises en place doivent donc être adaptées au contexte dans lequel elles sont développées (Kakkar et al., 2018).

Nous présenterons ainsi dans la seconde partie de cette introduction générale le contexte de l'élevage de poulets au Viêt Nam.



## 2. L'élevage de poulets au Viêt Nam

Cette partie vise à présenter le contexte dans lequel s'effectue ce travail de recherche et les principales transformations du secteur avicole de ces dernières années dans ce pays. Dans un deuxième temps, nous aborderons la problématique de la résistance aux antibiotiques et de l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets à la lumière de la littérature existante. Nous terminerons par les initiatives étatiques mises en place pour lutter contre la résistance aux antibiotiques.

### 2.1. Présentation du Viêt Nam

Le Viêt Nam est un pays de plus de 330 000 km<sup>2</sup> situé en Asie du Sud-Est. Il partage des frontières communes avec la Chine au nord et le Laos et le Cambodge à l'ouest. Le pays est majoritairement côtier avec une longueur de plus de 3 260 km en bordure de la mer de Chine méridionale ou Mer de Chine du Sud. Les deux extrémités du Viêt Nam sont distantes d'environ 1650 km et la plus petite largeur du pays est de 50 km. La région du nord du Viêt Nam est une région montagneuse dont le point culminant est le mont Phan Xi Păng près de Sa Pa dont l'altitude dépasse les 3 000 m. Deux deltas sont présents : un au nord du pays à l'embouchure du fleuve Rouge et un au sud à l'embouchure du fleuve Mékong. Le climat est de type subtropical au nord et tropical au sud avec des périodes de moussons et de forts taux d'humidité.

La population en 2021 était estimée à un peu plus de 98 millions d'habitants avec un taux de croissance de 1,14% en 2021 (Banque Mondiale, 2022a). Les régions les plus peuplées sont les deux deltas et les zones de plaine. Le pays comporte 53 minorités ethniques avec l'ethnie Viet largement majoritaire. La capitale est Hanoi, située au nord du pays avec environ 7,5 millions d'habitants en 2018. Il s'agit de la deuxième ville la plus peuplée du pays, après Hô Chi Minh-Ville et ses 8,6 millions d'habitants en 2018.

Le Viêt Nam est une « république socialiste » dont un seul parti est autorisé : le parti communiste vietnamien (de Tréglodé, 2018). La personnalité politique la plus importante au Viêt Nam est le secrétaire général du Parti communiste, puis le président de l'Etat et le Premier ministre. Tous les 5 ans, les Vietnamiens élisent au suffrage universel indirect l'Assemblée Nationale qui élit ensuite le président, le premier ministre et le gouvernement. Le pays est divisé en 8 régions et 63 provinces (dont 5 étant des municipalités ayant le statut de province, comme la ville d'Hanoi par exemple). Les régions et provinces sont présentées sur la figure 4. Les provinces sont elles-mêmes divisées en district (2<sup>nd</sup> niveau administratif) qui sont divisés en quartiers pour les districts urbains. Les provinces sont gouvernées par le conseil populaire élu par le peuple qui par la suite élit le comité populaire (exécutif) parmi ses membres.



**Figure 4.** Découpage administratif du Viêt Nam en six régions continentales et soixante-trois provinces. Les régions insulaires de l'archipel de TruongSa et de l'archipel de HoangSa ne sont pas représentées. Hanoi : capitale du Viêt Nam. Adaptation à partir du fond de carte produit par d-maps.com ©. Source : (GSOV, 2021a)

Depuis la fin des années 1980 et la réforme du *Đổi Mới* (« changer pour faire du neuf », le « renouveau »), l'économie vietnamienne est devenue une économie libérale. Le pays est ainsi passé d'une économie subventionnée à une économie de marché modifiant profondément l'organisation du pays. D'après les informations disponibles par la Banque mondiale, la croissance de son produit intérieur brut (PIB) était de 7,2 % en 2019 avant de baisser à 2,9 % (2020) et 2,6 % (2021) suite à la pandémie Covid-19 (Banque Mondiale, 2022a). Une augmentation est prévue pour 2022, estimée à 5,5 %. Le taux de pauvreté a également significativement baissé. Il est en effet passé de 32 % en 2011 à moins de 2 % en 2021. Les ethnies dans les zones montagneuses du Nord sont le groupe la plus touché par la pauvreté (de Tréglodé, 2018). Le développement économique du pays lui a permis d'être classé au sein de la tranche inférieure des pays à revenus intermédiaires par la Banque Mondiale (Banque Mondiale, 2022b).

Alors que le pays devait encore importer de la nourriture dans les années 1980 et rationner la population, il est devenu rapidement un exportateur important de denrées alimentaires (Hiên Do, 2021). Ainsi, le pays était le premier exportateur de cajou et de poivre, le deuxième exportateur de café et de riz et le quatrième de caoutchouc en 2016 (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2018). Le secteur industriel représente également une large part des exportations au Viêt Nam. En effet, 25% des exportations vietnamiennes sont liées à Samsung (Ambassade de France, 2022)). L'économie vietnamienne est une économie mondialisée. Le Viêt Nam est membre de l'Association des Nations de l'Asie du Sud-Est (ASEAN) depuis 1995 et de l'Organisation Mondiale du Commerce depuis 2007. Le pays fait également partie de plusieurs accords de libre-échange dont celui avec l'Union Européenne

signé en 2019 et mis en activité en 2020 visant à faciliter les exportations et importations, notamment des produits de l'agriculture (European Commission, 2022).

Malgré sa croissance rapide depuis plusieurs années entraînant une transformation importante du pays et des modes de vie, le pays fait face à de nombreux défis. Selon la Banque Mondiale, la population est vieillissante, la croissance économique diminue et le pays est et sera fortement impacté par le changement climatique, ceci accentué par une dégradation importante de l'environnement (Banque Mondiale, 2022b). En effet, le Viêt Nam fait face régulièrement à de fortes inondations notamment dans le centre du pays. De plus, étant un pays majoritairement côtier il est estimé que la dégradation environnementale pourrait conduire à un déplacement de populations de 10 millions de personnes (Bouchot Bordier, 2019) provenant principalement du centre et du sud. Concernant la pandémie de Covid-19, le pays a adopté rapidement une politique très stricte avec une fermeture des frontières, des périodes de quarantaine obligatoires, de l'isolement, du traçage et de larges campagnes de dépistage. De surcroît, le gouvernement n'a pas hésité à faire appel aux forces armées lors du confinement d'Hô Chi Minh City pour les distributions alimentaires. Avec zéro mort et peu d'infections au début de la pandémie malgré le faible nombre de médecins, le Viêt Nam a été régulièrement cité pour sa gestion exemplaire du Covid (Hiên Do, 2021). Des répercussions ont eu lieu notamment sur le secteur tertiaire et notamment touristique (GSOV, 2021a). Avec plus de 18 millions de visiteurs en 2019, le nombre de touriste a chuté de près de 80 % en 2020 et était presque nul en 2021. Malgré cela, le Viêt Nam a été l'un des rares pays à afficher un taux de croissance positive en 2020, résultat d'une économie solide d'après la Banque Mondiale (Banque Mondiale, 2022a).

## 2.2. L'élevage au Viêt Nam : un secteur en pleine transformation

### 2.2.1. Place de l'élevage dans la société vietnamienne

Nous avons vu dans la partie précédente que le Viêt Nam était un pays en profonde transformation suite à son développement économique important amorcé dès la fin des années 1980. Le secteur agricole et de l'élevage n'a pas non plus échappé à ces transformations puisque le gouvernement vietnamien s'est attaché à moderniser l'agriculture pour mener à bien sa politique de développement (Hiên Do, 2021).

Longtemps considéré comme le secteur dominant, le secteur agricole ne contribuait en 2021 plus qu'à 15,7 % du PIB contre 55,6 % pour l'industrie et 28,7 % pour les services (GSOV, 2021a) alors qu'il représentait 57 % du PIB au milieu des années 1980. La majorité de la population est tout de même encore considérée comme rurale puisqu'en 2020, 8 801 (79,71 %) communes étaient situées en zone rurale avec une population d'environ 62,68 millions d'habitants (64,95 %) et le secteur employait 47 % de la population en 2018. Ces données sont néanmoins à nuancer, selon Christophe Gironde puisqu'une partie de cette population est pluriactive et que certaines personnes considérées comme rurales vivent en fait dans des centres industriels tout ou partie de l'année (de Tréglodé, 2018). Avec le développement agricole et la mécanisation, les campagnes se sont transformées. Le gouvernement s'est ainsi attaché à développer l'accès à l'électricité et aux infrastructures routières favorisant les migrations (GSOV, 2021b). Ainsi l'image du Viêt Nam comme un pays profondément rural est en train de se modifier avec l'urbanisation de son territoire et le développement de grands centres urbains (Hiên Do, 2021).

En 2020, il y avait au Viêt Nam plus de 512 millions de volailles, 22 millions de porcs, 6 millions de bovins et 2 millions de buffles. Comparé à l'année précédente, le nombre de têtes a augmenté même si la tendance globale est à la baisse pour le nombre de porcs et de buffles (GSOV, 2021a). La baisse du nombre d'élevages porcins s'explique également par l'épidémie de peste porcine africaine en 2019 sur le territoire vietnamien. Cela a eu de graves conséquences pour le secteur avec une perte de 20 % du cheptel entraînant un changement de production vers les élevages de volailles (Nguyen-Thi et al., 2021).

L'augmentation du nombre d'animaux d'élevages s'accompagne aussi d'une meilleure productivité. La production annuelle de viande de porcs a ainsi augmenté de 2,5 % depuis les années 2000, de 3% pour les volailles et les bovins (en kg de poids vifs) (de Tréglodé, 2018). Les performances zootechniques se sont ainsi considérablement améliorées (Cesaro, 2016). Après la période du collectivisme et donc de la planification et des coopératives, l'agriculture est redevenue familiale et s'est énormément diversifiée. De grandes multinationales ont investi au Viêt Nam et les exploitations se sont intensifiées et industrialisées. Le terme *Trang Trai* regroupe les fermes commerciales avec un chiffre d'affaires élevé. On peut ainsi trouver des élevages de volailles avec plusieurs centaines de milliers d'animaux répartis sur plusieurs bâtiments. Les fermes traditionnellement proches des habitations sont alors déplacées vers les périphéries, plus loin des zones d'habitation. Cette intensification a été fortement poussée par le gouvernement par le biais de différents plans stratégiques d'élevage. Associé à l'intensification de l'élevage, une réduction des espaces agricoles est plus largement observée. En effet, le développement industriel et touristique a engendré une urbanisation croissante, les terres sont alors bétonnées au profit des industries et du développement immobilier entraînant des conflits dans la gestion des terres.

L'augmentation de nombre de tête et de la productivité fait suite à la mise en place du plan de stratégie de l'élevage à l'horizon 2020 approuvé en 2008 par le premier ministre (J.D. Cesaro et al., 2019). L'objectif était ainsi d'industrialiser le secteur de l'élevage afin d'assurer une production domestique de produits de qualité et à destination de l'exportation. Plus concrètement, cela signifiait ainsi de passer de 27 à 35 millions de porcs et de 180 à 310 millions de volailles. Ces objectifs ont été largement atteints. Un autre volet de cette stratégie consiste à promouvoir un mode de production plus industriel à travers l'investissement dans les *Trang Tai*. En 2011, le nombre de fermes commerciales d'élevage *Trang Tai* (toutes espèces confondues) était de 6 267 contre 19 639 en 2018 (GSO, 2018). En 2014, le plan de restructuration de l'élevage continue à transformer ce secteur. Les élevages sont ainsi déplacés des deux deltas où la densité humaine est importante vers des régions montagneuses (J.D. Cesaro et al., 2019). Dans la même logique, un autre plan de restructuration agricole pour 2020 – 2025 a été approuvé afin de poursuivre l'intensification du secteur agricole (Prime Minister, 2021).

Le secteur agro-alimentaire contribue à un cinquième des exportations et la balance commerciale est excédentaire (de Tréglodé, 2018). Au niveau des exportations de produits de l'élevage, les plus exportés sont les crevettes et le tilapia. De nombreuses zones traditionnellement rizicoles ont été transformées en bassins d'élevage afin de répondre à la demande croissante du marché international. A ce sujet, depuis 2017 le Viêt Nam s'est vu adresser un avertissement par l'Union Européenne du fait de pêche illégale en l'absence d'amélioration des contrôles (RFI, 2017). De plus l'agriculture vietnamienne souffre aussi d'un problème de qualité dû au manque de marques et d'appellations contrôlées (de Tréglodé, 2018; Pham and Marie-Vivien, 2017). Des scandales sanitaires éclatent régulièrement au Viêt Nam avec l'exemple récent de cas d'intoxications alimentaires dans une école poussant le gouvernement à réagir (Thanh, 2022). Il y a ainsi de plus une défiance de la population envers certains produits (Bouchot,

2019). Des maladies infectieuses sont aussi présentes sur le territoire telles que l'influenza aviaire, fièvre aphteuse, syndrome reproductif et respiratoire porcin, favorisées par l'intensification des pratiques. Faute de pouvoir correspondre aux standards internationaux, l'exportation de viandes et d'œufs est très limitée. De plus, les élevages sont une source de pollution au Viêt Nam avec des cas fréquents de contamination de l'environnement par des produits chimiques ou des métaux lourds (Pham-Duc et al., 2020; Thai et al., 2018).

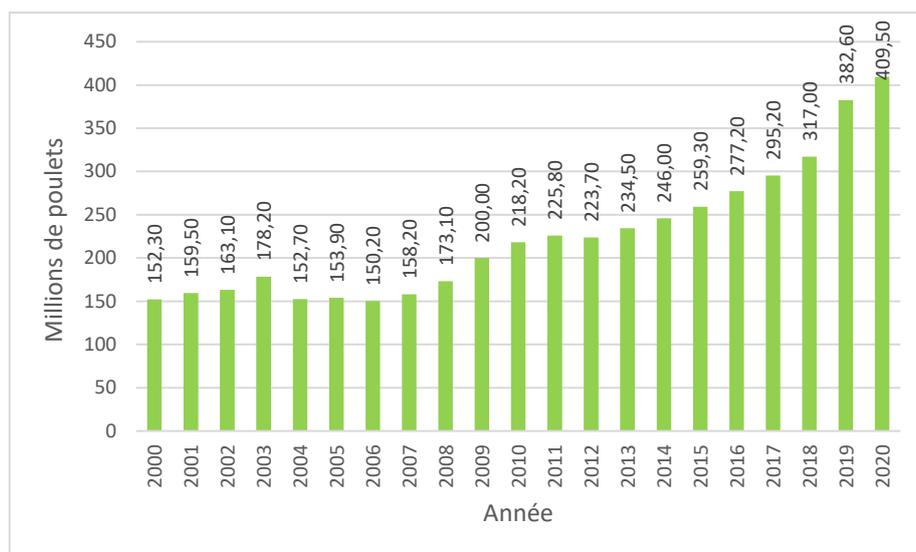
Les changements se sont aussi effectués d'un point de vue alimentaire. Du fait de l'augmentation de la population et du niveau de vie, la consommation de viande est en augmentation (55kg/an/habitant en 2018 soit une augmentation de 12% par rapport à 2011 (Ambassade de France, 2019). La viande de porc reste la viande la plus consommée par les ménages, représentant environ 60 % de la consommation totale de viande. Les habitudes alimentaires ont également beaucoup évolué suivant le développement économique du pays, du revenu par habitant et de l'urbanisation. Le marché domestique s'est ainsi développé avec de nombreuses vendeur·ses de rue, des épiceries et des marchés de volailles vivantes. De façon plus récente, on assiste à l'essor des supermarchés (Figuié and Bricas, 2014). Ils sont en général tenus par des grands groupes agroalimentaires et sont plus accessibles pour les populations urbaines (Stark-Ewing, 2018). Ces modes de distribution sont encouragés par le gouvernement dans le cadre de la modernisation du pays (Figuié and Moustier, 2009). De plus, les consommateur·rices urbain·es sont de plus en plus préoccupé·es par la sécurité des aliments (J.D. Cesaro et al., 2019).

Toutefois, la population reste profondément attachée aux modes traditionnels de consommation. En particulier par l'achat d'aliment frais synonyme de bonne qualité caractéristique des marchés de volailles vivantes (Figuié and Bricas, 2014) et recherche de la typicité des produits de qualité spécifique à certains territoires (J.D. Cesaro et al., 2019). Bien que l'économie agricole se soit considérablement ouverte sur le monde, Christophe Gironde nuance le propos sur l'économie de marché du secteur agricole (de Tréglodé, 2018). L'économie familiale a encore sa place, avec des transmissions de terres des parents aux enfants, un accès au crédit et la facilitation des migrations. L'auteur met aussi en avant l'importance du capital social des individus dans leur capital productif. En effet, la sociabilité villageoise qui sous-entend les rapports avec les décideur·ses politiques est un élément essentiel dans l'accès aux terres, au crédit. Enfin, il existe une économie morale au Viêt Nam, pouvant être non marchande avec le poids des traditions et des fêtes (mariages, nouvel an lunaire) concernant l'échange de produits animaux.

### 2.2.2. Elevage de poulets

#### **Un secteur en pleine croissance**

En 2020, le nombre de poulets au Viêt Nam était estimé à plus de 409 millions de têtes, un nombre en constante augmentation depuis 2006. La figure 4 représente l'évolution du nombre de poulets entre 2000 et 2020. La baisse du nombre de têtes en 2004 puis 2006 correspond à l'épidémie de grippe aviaire contribuant à la baisse de la population de poulets dans le pays. Depuis, la maladie est endémique et des foyers épidémiques sont régulièrement déclarés (Hautefeuille, 2021).



**Figure 5.** Nombre de poulets en millions de têtes entre 2000 et 2020. Données : (FAO, 2022)

De façon concomitante à l'augmentation du nombre de têtes, la production de viande et d'œufs a également augmenté. En 2020, elle était estimée à 1 465 milles tonnes et aurait augmentée de près de 400% en environ 20 ans. Concernant la production d'œufs, celle-ci s'élèverait à un peu plus de 15 milliards par an et aurait quant à elle, augmenté d'un peu plus de 300%. Cependant, le pays continue d'importer des poulets. En 2020, l'importation atteignait une valeur de 207,64 millions de dollars américains dont les trois quarts étaient des cuisses, principalement en provenance des Etats Unis. L'exportation est bien plus modeste (24,79 millions de dollars) principalement à destination de la Chine (Nguyen Van, 2022).

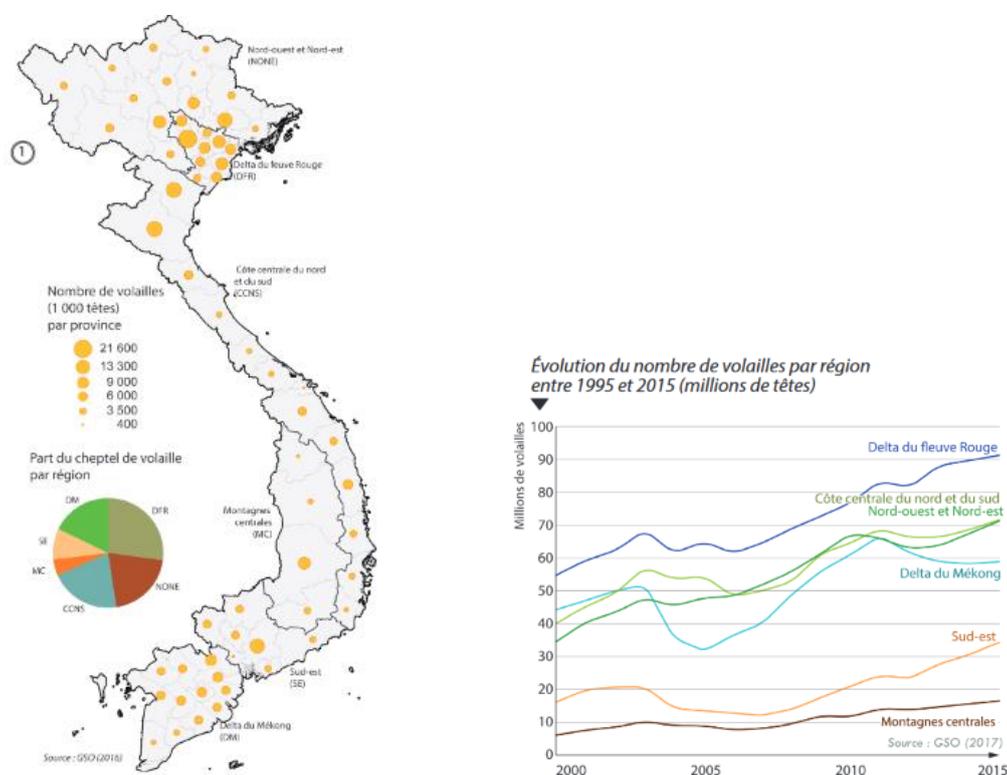
L'augmentation du nombre de tête et de la productivité est le résultat de la stratégie de l'élevage à horizon 2020. L'objectif de la stratégie de l'élevage à l'horizon 2020, adoptée en 2008 était d'augmenter la production de volailles d'ici 2020 en passant de 180 millions à 310 millions de volailles. En 2020, elle était de 409 millions pour la seule production de poulets et de 512 millions, toutes volailles confondues. Dans le même temps, la taille des élevages augmente. Sur les plus de 8 millions de ménage élevant des poulets, 78% avant moins de 50 poulets en 2020 contre 85% en 2016. Ainsi, le référencement de 2020 a évalué le passage des foyers élevant de 1 à 19 poulets de 46,59 % en 2016 à 27,71 % en 2020, il est passé de 38,07 % à 50,43 % pour les foyers élevant entre 50 et 99 poulets, de 4,24 % à 5,60 % pour les élevages de 100 à 999 poulets et de 0,37 % à 0,65 % pour les foyers élevant plus de 1000 poulets (GSOV, 2021b). Cependant, les résultats des recensements agricoles montrent que les élevages restent majoritairement de petites tailles au Viêt Nam et destiné à l'autoconsommation (GSOV, 2016).

Le dernier plan de développement agricole pour 2021 – 2025 dans le cas des élevages de volailles vise à « développer l'élevage de volailles de façon industrielle avec un objectif d'environ 60 % pour les poulets et 40 % pour les volailles type palmipède devant être produites selon des méthodes intensives » et « d'investir, d'améliorer la qualité des races et de développer les races locales et les poulets de races colorées avec une haute efficacité économique pour que la production totale de viande de volailles atteigne 1,3/1,5 millions de tonnes et 18-19 milliards d'œufs » (Prime Minister, 2021). Ce plan semble

être en bonne voie puisque la population de volailles a augmenté de 5,2 % en octobre 2022 comparée à la même période en 2021 (GSOV, 2022).

### Répartition des élevages de poulets

Presque un quart de la production de volailles en 2021 s'effectue dans la région du delta du fleuve Rouge (24,3 %) suivi par les régions Côtes centrales du Nord et du Sud (21,4 %), Montagnes et hauts plateaux du Nord (20,3 %), du Delta du Mékong (16,4 %), du Sud Est (11,6 %) et des Montagnes Centrales (6 %) (GSOV, 2021a). La plus forte augmentation a lieu dans les trois premières régions citées (J.D. Cesaro et al., 2019). Les gros élevages industriels sont majoritairement au sud, dans le maillon urbain de la ville d'Hô Chi Minh. Au nord, la plupart des élevages conservent un mode de production familiale (J.D. Cesaro et al., 2019). La figure 6 représente la répartition des cheptels de volailles.



**Figure 6.** Nombre de volailles par régions en 2015 au Viêt Nam. Distribution des volailles par province et part du cheptel par région en 2015 (à gauche) et évolution du nombre de volailles par région entre 1995 et 2015 en millions de têtes (à droite). Source : (J.D. Cesaro et al., 2019)

### Les différents systèmes de production

Au Viêt Nam, il existe différents systèmes de production de poulets dont la classification est similaire aux quatre secteurs décrits par la FAO (Desvaux et al., 2008a). L'élevage est dominé par les productions non intensives bien que la proportion exacte de ces systèmes de production reste difficile à évaluer.

Le premier système concerne la production de basse-cour également appelé système non intensif (FAO, 2008). Un faible nombre de poulets de race locale (moins de 50) sont élevés principalement pour

l'autoconsommation, le marché local ou la vente directe pour des événements (figure 7). Le faible niveau de connaissance et l'état de biosécurité conduisent généralement à un taux de mortalité élevé (environ 50 %). Les ménages sont pluri actifs dans ces modes de production et combinent ainsi des activités d'élevage et d'agriculture. Les poulets sont nourris grâce aux produits agricoles et déchets ménagers (Burgos et al., 2007).



**Figure 7.** Photos prises d'un élevage de basse-cour en juillet 2020 au sud du Viêt Nam (gauche) et à Hanoi (droite). Crédit : Le Thi Thu Hà et Chloé Bâtie

Le deuxième système d'élevage regroupe les élevages semi-intensifs correspondant au secteur 3 selon la classification de la FAO. Il s'agit d'exploitations commerciales orientées vers le marché où les éleveur-ses possèdent des connaissances techniques sur la production de poulets apprises lors de programmes de formation organisés par les centres de vulgarisation agricole. Les élevages possèdent en général entre 50 à 2 000 poulets par cycle de race hybride (croisement race locale et race importée) élevés en semi-claustration avec un niveau de biosécurité faible à moyen (figure 8) (Duc and Long, 2008). Une meilleure qualité des aliments et une meilleure gestion de la santé conduisent à un taux de mortalité plus faible et à une productivité plus élevée que dans le système précédent.

Certains de ces élevages ont un mode de production intensif où les poulets de races importées sont élevés en claustration avec un meilleur niveau de biosécurité et correspondent au secteur 2 de la classification de la FAO.



**Figure 8.** Photos prises d'un élevage familial commercial de poulets en juillet 2020 au sud du Viêt Nam. Crédit : Le Thi Thu Hà

Les fermes intensives intégrées au Viêt Nam correspondent au secteur 1 décrit par la FAO. Les élevages sont la propriété ou sous contrat avec des groupes agroalimentaires nationaux, régionaux ou internationaux. Ce type d'élevage a commencé à se développer au Viêt Nam à la fin des années 90 suite à l'ouverture du pays aux investissements étrangers. Ainsi, les premiers modèles économiques intensifs provenaient directement de fonds d'investissement étranger (Burgos et al., 2007). Le marché est dominé par la compagnie thaïlandaise Charoen Pokphand (CP), indonésienne Japfa Comfeed, vietnamienne Dabaco ou américaine Cargill (Desvaux et al., 2008a). Outre la filière élevage, ces grands groupes industriels possèdent des usines alimentaires, de fabrication de médicaments ou encore des laboratoires. Par exemple, l'entreprise CP a intégré toute la production jusqu'aux produits finis qui sont vendus sous leur marque dans des magasins de l'entreprise (J.D. Cesaro et al., 2019). Dans ce système, plusieurs milliers de poulets sont élevés chaque cycle. Les poulets de races importées, dont le cycle de production est court, sont élevés en claustration avec un haut système de biosécurité et d'automatisation des bâtiments (figure 9) (Burgos et al., 2007).



**Figure 9.** Photos prises dans un élevage de poulets intégrés en juillet 2020 au sud du Viêt Nam. A gauche : photo d'un bâtiment ; à droite : photo de l'entrée de l'élevage avec rotoluve. Crédit : Le Thi Thu Hà

## 2.3. Utilisation des antibiotiques et antibiorésistance dans les élevages de poulets

### 2.3.1. Pratique d'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets

#### **Consommation globale en élevage**

En l'absence d'un plan national de surveillance sur l'utilisation des antibiotiques, il est difficile d'évaluer précisément la consommation totale d'AB au Viêt Nam. Néanmoins, plusieurs méthodes permettent d'en avoir une estimation qui vise par la suite à être utilisée pour développer ce plan.

Plusieurs études ont donc été conduites afin de déterminer la quantité d'antimicrobiens (AMs) utilisée au Viêt Nam auprès des utilisateurs finaux en employant des unités de mesure variées. Une première étude a extrapolé les résultats de plusieurs études quantitatives déjà publiées dans le pays et a estimé que 71.7 % de la consommation totale d'antimicrobiens étaient utilisés pour l'élevage (Carrique-Mas et

al., 2020) dont 4,7 % en élevage de poulets. Cette utilisation correspondait à 247,3 mg d'ingrédients actifs (AAI) par kg de biomasse animale. Un rapport du Centre for Disease Dynamics Economics and Policy a estimé que la consommation totale d'antimicrobiens était de 1 016,23 tonnes. Il est envisagé qu'elle augmente jusqu'à 1 177.90 tonnes d'ici 2030 (Sriram et al. 2021). Plus récemment une autre étude conduite dans le delta du Mékong auprès de petites exploitations agricoles a déterminé une consommation de 1324 mg par kg de masse corporelle de poulet par an (Cuong et al., 2021b). Toutefois, il faut être prudent sur ces résultats du fait des nombreux biais mis en avant par les auteurs de ces études.

Une autre méthode pour surveiller l'utilisation des antibiotiques consiste à collecter des données au niveau de la quantité d'AMs vendue dans les magasins. Une étude a été conduite dans deux provinces au Viêt Nam auprès de magasins vendant des antibiotiques pour les volailles, porcs et ruminants. L'étude consistait à suivre la vente des AMs pendant une durée de six semaines en utilisant des tablettes. Dans la province de Bac Giang, la quantité d'AMs vendue pour les trois espèces a été estimée à 480,2mg/kg de biomasse contre 595,8 mg/kg dans la province de Dong Thap. En extrapolant les résultats sur l'année, la vente totale d'AMs dans la province de Bac Giang est de 242 kg dont 83,6 % concernait la production de poulet. A Dong Thap, l'extrapolation de la vente totale des AMs correspondait à 48,4 kg dont 59,7 % pour la production de volailles. Cette étude conclue que collecter des données de vente pourrait être intégré dans les systèmes de surveillance des UAM (Le Thi Thu et al., 2021).

### **Les principaux antibiotiques utilisés**

Dans une étude conduite entre 2012 et 2013 sur 208 fermes élevant entre 10 et 2000 poulets, Carrique-Mas et al ont observé que les AM utilisés par le plus grand nombre de fermes étaient : les polypeptides (18,5% des fermes), les tétracyclines (17,5%), les pénicillines (11,3%) et les aminoglycosides (10,1%). Quantitativement, les composés les plus utilisés étaient les pénicillines, les lincosamides, les quinolones et les sulfonamides/triméthoprimes (Carrique-Mas et al. 2015). Cette étude fait également état de l'utilisation de classes d'antibiotiques d'importance critique selon la classification de l'OMS (OMS, 2019b) telle que la colistine mais aussi d'antibiotiques de la classe des quinolones et des macrolides.

Dans une étude plus récente conduite en 2021 auprès d'éleveur-ses de basses cours, semi-industriels et industriels de poulets (n=540), 11 classes d'antibiotiques étaient utilisées à usage curatif et prophylactiques dont les plus communément utilisés étaient les bêta-lactames (amoxicilline), tétracycline, et polymixine (colistine). Une autre étude plus récente a montré que les ingrédients actifs (IAs) présents dans la liste des antibiotiques d'importance critique, selon la liste établie par l'OMS (OMS, 2019b) représentait 56.2% des doses consommées dans le secteur animal (Cuong et al., 2021b). De même, dans l'étude conduite auprès des vendeur-ses de médicaments vétérinaires, l'IAs les plus vendus appartenaient à la classe des AMs hautement importants pour la médecine humaine dans les deux provinces d'étude (Le Thi Thu et al., 2021).

### **Trois types d'usage des antibiotiques**

Les antibiotiques dans les élevages de poulets sont utilisés pour plusieurs usages : curatif, préventif et en tant que promoteur de croissance.

Une étude conduite en 2013 dans la région du delta de la Rivière Rouge montrait que près de 50% des éleveur·ses utilisaient des antibiotiques en tant que promoteurs de croissance (Kim et al., 2013). La chlortétracycline et la colistine étaient les AB majoritairement utilisés. Par la suite, une autre étude conduite auprès de 6 fermes semi-industrielles dans le delta du Mékong a montré la présence d'antibiotiques utilisés en tant que promoteurs de croissance dans deux des trois formules alimentaires (Nguyen et al., 2016). Compte tenu de ses conséquences sur l'apparition de résistance, cette utilisation a été interdite dans la Loi sur l'Élevage adoptée en 2018 (National Assembly, 2018). Une étude cherchant à déterminer les connaissances, les opinions et les pratiques conduites auprès de 392 petits et moyens éleveur·ses de porcs, poulets et aquaculteur·rices dans différentes provinces du Viêt Nam, a montré que seulement 1 % des exploitant·es utilisaient des antibiotiques en tant que promoteurs de croissance (Pham-Duc et al., 2019a). Enfin, une dernière étude conduite en 2018 dans les différents systèmes de production a montré que peu d'éleveur·ses utilisaient des antibiotiques en tant que promoteurs de croissance (Luu et al., 2021).

En revanche, la plupart des études a rapporté une utilisation prophylactique des antibiotiques. Dans une étude publiée en 2015, 84 % des éleveur·ses interrogé·es utilisaient des antibiotiques en préventif dans des élevages semi-intensifs (Carrique-Mas et al., 2015) et 37,8% en 2018 tout types d'élevages confondus (Luu et al., 2021). Dans cette dernière étude 18% l'utilisaient dès que le temps changeait et 5 % lorsque les animaux des voisins tombaient malades. Dans l'étude sur les connaissances, attitudes et pratiques, 30 % des éleveur·ses de poulets rapportaient que la première raison d'utilisation des antibiotiques était préventive. Dans le scénario où les éleveur·ses devraient utiliser des AB, près de 55 % des éleveur·ses de poulets l'utiliseraient lorsque le temps change un peu, plus de 40 % lorsque les animaux de la ferme voisine tombent malades (Pham-Duc et al., 2019a). Cette méthode est perçue comme moins efficace que les mesures de biosécurité ou la vaccination mais moins coûteuse (Truong et al., 2019). Une étude d'intervention conduite pendant trois ans dans le delta du Mékong demandait aux éleveur·ses de ne pas utiliser d'antibiotiques en prévention. Face au scepticisme des éleveur·ses, la décision de donner des additifs alimentaires a dû être trouvée pour faciliter leur accord (Phu et al., 2021). Or, une étude précédente a montré que l'utilisation des antibiotiques à usage préventif augmentait le risque de maladie chez les animaux. En effet, cette étude longitudinale conduite entre octobre 2016 et mai 2019 dans le delta du Mékong dans des élevages de poulets de petites tailles (entre 50 et 2000 poulets) a conclu que l'utilisation prophylactique d'AB ne réduisait jamais la probabilité des maladies et qu'elle pouvait conduire en revanche à l'augmentation du risque de maladies comme les diarrhées (Van Cuong et al., 2021). Une autre étude s'est intéressée aux aliments commerciaux contenant des antibiotiques auprès de 338 petits élevages dans le delta du Mékong en 2020 et a mis en évidence que sur les 99 aliments identifiés, 35 contenaient au moins un antibiotique dont 21 (60 %) pour l'aliment démarrage, 9 (40,9 %) pour l'aliment croissance et 5 (20 %) pour l'aliment finition. La colistine faisait également partie des antibiotiques les plus consommées dans ces élevages. Ceci est préoccupant puisqu'elle fait partie des antimicrobiens d'importance critique les plus prioritaires selon la classification de l'OMS (Cuong et al., 2021a).

Concernant l'utilisation thérapeutique des antibiotiques, Truong et al, ont mené 26 discussions de groupe focalisées avec des éleveur·ses et des propriétaires de pharmacies vétérinaires en 2017-2018. Les trois maladies chez le poulet les plus présentes en élevage étaient : la maladie de Gumboro, les mycoplasmes et la maladie de Newcastle. Les maladies bactériennes pour lesquelles les AM sont les plus utilisés si la maladie est présente dans l'élevage sont la pasteurellose, la colibacillose et la mycoplasmosse. De même,

les maladies virales pour lesquelles les AM sont les plus utilisés comprennent l'Influenza aviaire hautement pathogène, la maladie de Newcastle et la maladie de Gumboro. Les autres maladies étaient l'hépatite, la coccidiose et l'aspergillose (Truong et al. 2019). Selon l'étude conduite en 2018 au sein de différents systèmes de production de poulets, la principale cause d'utilisation des AB chez les poulets de chair concernait les maladies respiratoires (65 %) suivie des maladies gastro intestinales (53 %), chez les pondeuses ces chiffres étaient tous les deux de 30% et ils étaient de 6 % et 5 % respectivement chez les fournisseurs de poussins (Luu et al., 2021). Dans cette même étude, 91,6 % des éleveur·ses suivaient les instructions écrites sur le produit, les autres éleveur·ses utilisaient en général des doses plus élevées. Parmi les personnes interrogées, 72,1 % ont dit utiliser des antibiotiques entre 3 et 5 jours et 63,1 % ont dit stopper l'utilisation des AB 15 jours avant l'abattage. En revanche parmi les éleveur·ses de poules pondeuses 61,4 % continuaient à administrer des AB pendant la période de ponte alors que 50 % des œufs collectés étaient commercialisés. Dans l'étude connaissance, attitude, pratique, la plupart des éleveur·ses déclaraient respecter le temps d'attente d'élimination des antibiotiques (Pham-Duc et al., 2019a).

### **Variations d'utilisation des antibiotiques**

L'utilisation des antibiotiques varie selon les systèmes de production, les type de production (pondeuse, chair, poussins) et le cycle de production.

Les antibiotiques sont principalement administrés via l'eau de boisson (Cuong et al., 2019) et dans une autre étude il a été montré que les antibiotiques administrés via l'alimentation représentaient 10% de la consommation d'ABU totale (Cuong et al., 2021a). Les antibiotiques sont utilisés davantage au début du cycle d'élevage lorsque les animaux sont jeunes (Carrique-Mas et al., 2019b; Cuong et al., 2021a, 2019; Truong et al., 2019). Cette utilisation est associée à un taux de mortalité plus élevé en début de cycle (Carrique-Mas et al., 2019b). Il a été rapporté que les élevages de poulets de chair sont un facteur de risque pour une UAM plus élevée (par semaine/par poulet) par rapport aux pondeuses ou à la production à double usage dans une étude menée auprès de 208 foyers (10 - 200 poulets) et de petites exploitations (200 - 2000 poulets) (Carrique-Mas et al. 2015). Deux autres études ont confirmé cette tendance (Kim et al., 2013; Luu et al., 2021).

La plupart des études ont été conduites dans des élevages de petites et moyennes tailles. Très peu d'études sont disponibles sur les autres types d'élevage notamment dans les fermes intégrées. Deux études conduites en 2013 et 2018 montrent des différences d'utilisation des antibiotiques entre les 3 systèmes de production. En 2013 pour les éleveur·ses de poulets, l'utilisation des antibiotiques en usage préventif était significativement plus élevée pour les élevages industriels que semi-industriels et de basses cours. En revanche, en tant qu'usage thérapeutique et promoteurs de croissance, ils étaient significativement plus utilisés dans les élevages industriels et semi-industriels que dans les élevages de basse-cour (Kim et al., 2013). En 2018, la proportion des fermes industrielles utilisant des AB était significativement plus élevée que dans les élevages de basse-cour. De plus, les élevages industriels et semi-industriels consultaient davantage un vétérinaire avant d'utiliser des AB, suivaient mieux les recommandations d'utilisation, le temps d'attente et faisaient plus de tests diagnostiques que les élevages de basse-cour (Luu et al., 2021).

### **Accès aux antibiotiques et relations avec les professionnels de la santé**

Concernant l'accès aux antibiotiques, les éleveur·ses se fournissent principalement auprès de pharmacies vétérinaires ou des points de vente de produits agricoles. Certaines personnes achètent les AB directement auprès de grossistes au nombre de deux ou trois par province (Le Minor, 2011). Le terme *thú y*, renvoie aux vétérinaires ayant obtenu un diplôme après des études de 5 ans à l'université mais aussi aux auxiliaires vétérinaires ayant réalisé une formation de trois ans après le baccalauréat. Dans les pharmacies vétérinaires ou les points de vente de produits agricoles, les vétérinaires, les auxiliaires vétérinaires mais aussi des personnes n'ayant pas forcément de diplômes, vendent des AB. Ainsi le terme, vendeur·ses de médicament employé tout au long de ce manuscrit renvoie à ces 3 catégories de personnes. Nous les distinguons des vétérinaires travaillant pour des compagnies pharmaceutiques, d'aliments ou employés par des intégrateurs.

Il a été montré que les pharmacies vétérinaires (*veterinary drug shops* ou *drugstores*) représentent la source privilégiée d'accès aux antibiotiques pour les élevages semi-intensifs. L'achat est facilité puisque la plupart des AB sont vendus sans prescription. En général, chaque éleveur·se achète ses AB auprès de 2 pharmacies vétérinaires qui sont situés à une distance médiane de 3,96 km. Les propriétaires de ces pharmacies (des vétérinaires) et leurs employés sont également les principales sources de conseils pour ces mêmes éleveur·ses (Doan Hoang et al., 2019). Dans cette même étude la vente d'antimicrobiens représentait environ 15% du revenu total de ces pharmacies. Dans le pays, il y a environ 12 000 pharmacies vétérinaires (entre 150 et 300 par province) (Le Thi Thu et al., 2021). En plus d'être la principale source d'AB pour ces éleveur·ses, ces vendeur·ses sont aussi la principale source de conseils (Doan Hoang et al., 2019). Dans l'étude connaissance, attitude, pratique, près de 60 % des éleveur·ses de poulets interrogé·es ont dit que lorsque leur animal était malade la première chose était de demander aux vétérinaires des conseils, et un peu moins de 10 % demandent des conseils aux vendeur·ses de médicaments (qui ne comprenait pas les vétérinaires dans cette étude). La première source d'information pour savoir quel antibiotique utiliser était auprès des vétérinaires (41% des producteur·trices confondus) suivie par leur propre expérience (35.5%) et les vendeur·ses de médicaments pour les éleveur·ses de poulets (25,7%). Les éleveur·ses peuvent acheter les AB directement auprès des vétérinaires mais préfèrent en général les acheter dans les pharmacies vétérinaires ou point de vente de produits agricoles (Pham-Duc et al., 2019a).

Des problèmes de qualité des antibiotiques ont été rapportés au Viêt Nam (concentration en molécules plus faible qu'indiquée), mais aussi d'étiquetage où les temps d'attente ne sont pas toujours écrits par exemple (Yen et al., 2019a). Dans une étude conduite en 2021 auprès de huit provinces, sur les 144 échantillons testés, 91 % étaient conformes à la réglementation officielle et 6,9 % présentaient une concentration plus faible que celle indiquée. Cela a été déjà constaté dans le secteur des productions aquacoles où une chaîne informelle de distribution des antibiotiques a aussi été décrite (Brunton et al., 2019). Une autre étude a aussi montré que sur 99 aliments contenant des AB testés, 10 ne respectaient pas les normes gouvernementales (Cuong et al., 2021a)

Une étude récente a évalué le prix des antibiotiques comme étant très abordable et a appelé à en augmenter le prix. La recommandation portait essentiellement sur les antibiotiques dits critiques afin d'éviter la prolifération du marché noir dû à la hausse des prix (Carrique-Mas et al., 2019a). D'autres études ont montré aussi que les éleveur·ses seraient toujours disposé·es à utiliser des AB même après une augmentation du prix de 3 à 4 fois supérieure (Carrique-Mas et al., 2019a; Dung et al., 2020).

### Facteurs influençant l'utilisation des antibiotiques

En élevage de poulets, les principales dépenses étaient l'alimentation avec près de 50 % des dépenses totales, suivies des poussins d'un jour (30 %), les additifs alimentaires (7.1 %), les vaccins (3.1 %), les équipements (1.9 %) et les AB (1.9 %) similaires à ce qui avait été estimé dans les élevages de porcs (Truong Dinh et al., 2020) dans les petits élevages du delta du Mékong. De plus la production était intermittente avec un fort renouvellement de nouveaux élevages ce qui est lié à un fort taux de mortalité.

L'étude d'intervention VIPARC a été conduite par l'université d'Oxford (OUCRU) pendant trois ans entre 2016 et 2019 dans le delta du Mékong auprès de petits et moyens élevages (entre 50 et 2000 poulets). L'objectif de l'intervention était de tester l'hypothèse suivante : « le manque de vétérinaires non biaisés contribue aux pratiques liées à l'achat d'antibiotiques par les éleveur·ses ». Pour cela, des conseils gratuits de la part de vétérinaires formés par l'équipe de recherche ont été fournis aux éleveur·ses. Les conclusions de cette intervention étaient que l'utilisation des antibiotiques avait diminué de 66 % par bande de poulets et ainsi qu'une meilleure productivité (poids des poulets augmenté de 100g) (Carrique-Mas and Rushton, 2017; Phu et al., 2021b)

Une étude anthropologique publiée en vietnamien a montré que l'utilisation des antibiotiques était influencée par l'accessibilité, le profit mais aussi par les régulations, le prix du marché, les consommateurs-rices, la culture, les médias et par le département de santé animale (Tran et al., 2019). Une étude d'intervention a montré qu'un meilleur accès aux services vétérinaires pourraient permettre de réduire l'utilisation des antibiotiques (Phu et al., 2021). Enfin, plusieurs études ont aussi ciblé le fait que les éleveur·ses manquent de connaissance et de sensibilisation sur l'utilisation des antibiotiques (Di et al., 2021; Pham-Duc et al., 2019a).

### 2.3.2. Antibiorésistance dans le secteur d'élevage de poulets

#### Données de résistance aux antibiotiques

L'Asie du Sud-Est est considérée comme un point névralgique en ce qui concerne la résistance aux antibiotiques (Van Boeckel et al., 2019).

Cette utilisation massive et irraisonnée entraîne l'augmentation des résistances aux antibiotiques et l'apparition de nouvelles souches. Une étude conduite de mars 2012 à avril 2013 auprès de 104 élevages familiaux de poulets et 104 élevages semi-intensifs situés dans le Delta du Mékong a montré un lien entre les pratiques d'élevages incluant l'utilisation d'antibiotiques et l'antibiorésistance. Les *E. coli* ont été isolées à partir d'échantillons de fèces prélevés sur le sol dans chaque ferme puis un test de sensibilité à 11 antibiotiques a été réalisé. Au total, des *E. coli* résistantes à la gentamicine ont été détectées dans 201 fermes, dans 191 fermes pour la ciprofloxacine et 77 pour les céphalosporines de troisième génération. Sur les 895 isolats d'*E. coli*, 19,9 % étaient résistants à la gentamicine, 32,5% à la ciprofloxacine et 3,2 % aux céphalosporines de troisième génération (prévalence non ajustée). Enfin, la prévalence de bactéries multi-résistantes (résistance à plus de 3 antibiotiques) étaient de 85,3 %. Quarante-deux variables concernant la ferme, les facteurs démographiques des éleveur·ses, les conduites d'élevages et l'utilisation des antibiotiques ont été testés. La résistance à la ciprofloxacine est associée de façon significative à l'utilisation de quinolone et de tétracycline. Les auteurs ont également démontré une association entre l'utilisation d'aliments commerciaux et la présence d'*E. coli* multirésistantes ainsi

que l'antibiorésistance et l'intensification des pratiques d'élevages (Nguyen et al., 2015). Une étude conduite auprès de 88 élevages ayant un faible nombre de poulets élevés pour la viande dans le delta du Mékong a montré que dans les épisodes de maladie où les AB étaient utilisés il était attendu qu'ils soient inefficaces dans 57,4 % des cas remettant en cause l'efficacité des traitements antibiotiques (Choisy et al., 2019). Une étude conduite dans une province du nord Viêt Nam a montré que la prévalence d'*E. coli* mcr-1 auprès de 70 élevages de poulets et de porcs, était de 14,4 % chez les humains et 49,7 % chez les volailles (Nguyen et al., 2022). Une autre étude conduite dans des élevages semi-intensifs a montré que les *E. coli* provenant d'échantillon de poulets et d'humains d'un même élevage présentaient un degré de similitude plus élevé dans leurs profils de la résistance aux antimicrobiens que des échantillons provenant de fermes différentes (Nhunh et al., 2022) Enfin une autre étude a démontré le portage fécal d'*E. coli*, de *K. pneumoniae* et d'*A. baumannii* porteur de gènes de carbapénèmase chez les humains et animaux dans le delta du Mekong (Yen et al., 2022).

### **Sécurité alimentaire et résidus d'antibiotiques**

Un rapport a résumé les enjeux de sécurité alimentaire liés à la production de viande et notamment de poulets. Les quatre points principaux sont la présence de résidus dans l'alimentation, la grippe aviaire endémique dans le pays, le manque d'abattoirs officiels, et l'attrait pour les consommateurs pour les marchés de volailles vivantes (Stark-Ewing, 2018).

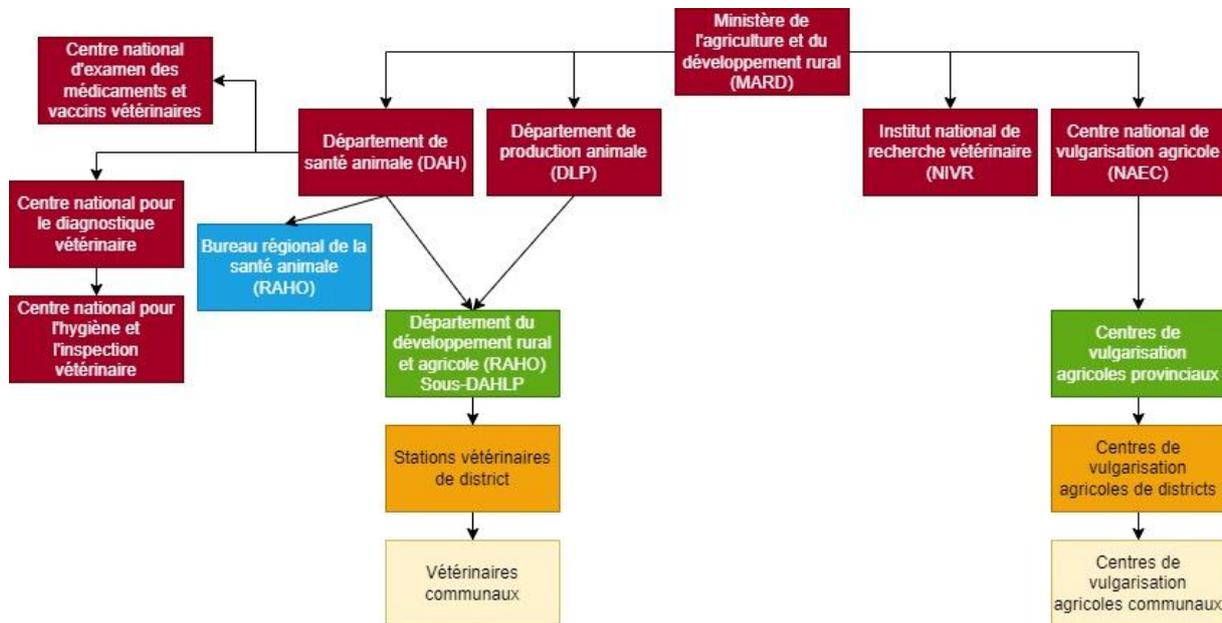
Concernant les résidus d'antibiotiques, il existe des réglementations officielles concernant les temps d'attente à respecter (sur l'emballage de produits antibiotiques) mais aussi des limites maximales de résidus à ne pas dépasser (Ministry Of Health, 2013a). Deux laboratoires sont habilités à le faire au Viêt Nam mais ces tests ne sont donc pas effectués régulièrement. De plus, il n'y a pas assez de contrôles effectués au sein des marchés de volailles (Nguyen-Viet et al., 2017). Une étude conduite dans les villes de Ho Chi Minh et Nha Trang entre 2012 et 2013 a permis d'évaluer la présence de résidus d'antibiotiques sur des échantillons de viande provenant d'abattoirs et de magasins de vente au détail. Sur les 395 échantillons de viande testés, 17,3 % des prélèvements provenant de viande de poulets, 8,8 % de porcs et 7,4 % de bœufs étaient positifs à au moins un antibiotique (Yamaguchi et al., 2015a). Dans une autre étude conduite en 2018 dans 6 provinces auprès de marchés de vente au détail, 12 % des 360 échantillons de poulets contenaient des résidus d'antibiotiques et la proportion d'échantillons supérieurs aux LMR était de 3% (Huong et al., 2020).

## **2.4. L'antibiorésistance en élevage, une priorité pour le gouvernement vietnamien ?**

### **2.4.1. Plans d'actions nationaux**

Le ministère en charge de la production animale et des médicaments vétérinaires est le ministère de l'agriculture et du développement rural (MARD). Le ministère est divisé en plusieurs départements opérant à une échelle nationale. Le département de la santé animale (DAH) est responsable de l'organisation des services vétérinaires tandis que le département de productions animales (DLP) est responsable des élevages. Le centre national de vulgarisation agricole (NAEC) est, quant à lui, responsable de la communication et formation des éleveur·ses. Ces services étant décentralisés, ces trois

départements sont également présents à l'échelle de la province, du district et de la commune (figure 10) (Le Minor, 2011).



**Figure 10.** Organigramme simplifié des services vétérinaires au Viêt Nam adapté de (Le Minor, 2011). En rouge : échelon central, bleu : régional, vert : provincial, orange : district et beige : communal.

La stratégie du gouvernement pour lutter contre la résistance aux antibiotiques se base sur l'adoption de plan d'actions nationaux (NAP). Le premier plan d'action a été adopté en 2013 par le ministère de la santé en collaboration avec plusieurs ministères dont le ministère de l'agriculture (Ministry Of Health, 2013b). Le plan d'action afin de combattre la résistance aux antibiotiques dans le domaine de l'élevage a été adopté en 2017 (MARD, 2017). Ce plan se terminant en 2021, un deuxième plan a été promulgué pour la période 2021 – 2025 (MARD, 2021). L'objectif global est de limiter le risque de la RAM pour la santé publique en contrôlant l'utilisation des antibiotiques dans le secteur des productions animales et l'aquaculture. Les cinq objectifs spécifiques sont d'après la traduction du NAP (les objectifs du second NAP sont semblables) :

- Examiner, réviser et appliquer les politiques et la gouvernance relatives à la RAM et à l'UAM dans la production animale et l'aquaculture.
- Sensibiliser davantage les professionnel·les de l'agriculture et de l'alimentation, les producteur·rices et les consommateur·rices à l'UAM et au risque d'apparition de la RAM.
- Mettre en œuvre de bonnes pratiques en matière de traitement, de production d'aliments pour animaux, de production animale et d'aquaculture.
- Surveiller la RAM, les résidus d'antibiotiques et l'UAM dans la production animale et l'aquaculture.
- Faciliter les activités de collaboration intersectorielle liées à la lutte contre la RAM.

Le Viêt Nam est le premier pays d'Asie du Sud-Est à avoir adopté un NAP (Chua et al., 2021). Le gouvernement a également mis en place un comité national de pilotage pour lutter contre

l'antibiorésistance incluant plusieurs secteurs ainsi qu'un sous-comité pour le secteur agricole. L'engagement du gouvernement pour traiter cette problématique est croissant. Ainsi, lors du forum annuel *One Health Partnership* sur les zoonoses tenues en août 2022, il a été énoncé par le vice-ministre du MARD, que la gestion de la sécurité alimentaire, de l'utilisation des antibiotiques et de la résistance aux antibiotiques faisait désormais partie des objectifs prioritaires du Viêt Nam (OHP, 2022a).

Le centre national de vulgarisation agricole est l'organisme principal responsable de développement des outils de communication sur l'UAB et la RAB afin de sensibiliser la population et les professionnels de l'élevage. Ces campagnes de communication sont réalisées en collaboration avec le DLP et DAH et les institutions à l'échelle provinciale mais aussi les acteurs privés et les agences de presse. De plus le DAH est responsable de développer des guides de bonnes pratiques et le NAEC responsable d'organiser des formations sur ces bonnes pratiques (MARD, 2017).

#### 2.4.2. Système One Health de surveillance de l'antibiorésistance

Un travail de thèse a étudié les deux derniers objectifs du NAP afin de promouvoir le développement d'un système de surveillance *One Health* de la RAM (Bouchot Bordier, 2019). Un système de surveillance *One Health*, peut être défini par la collaboration entre au moins deux secteurs (animal, humain, environnement) mais aussi entre les disciplines par la mise en place d'un partenariat public-privé et de différentes échelles de prise de décision. Néanmoins l'élaboration de ces systèmes sont contexte dépendant et varient en fonction des objectifs énoncés (Bordier et al., 2020). Au Viêt Nam, l'analyse et la cartographie des parties prenantes a mis en évidence l'existence de collaboration entre les différents secteurs. En revanche, l'organisation du système de surveillance de la résistance aux antibiotiques demeure très compartimentée. En effet, cette collaboration se place principalement à l'échelle centrale (comité national de pilotage énoncé plus haut) et à une échelle plus opérationnelle, au niveau des départements, la communication entre les secteurs est limitée. Les centres de recherche nationaux et internationaux jouent aussi un rôle dans le système de surveillance et des connections intra et extra sectorielles sont présentes. Enfin, le secteur privé est impliqué dans le système de surveillance pour le secteur animal mais non pour le secteur humain (Bordier et al., 2018). La suite de ce travail a visé à coconstruire avec les différents acteurs dans tous les secteurs un système de surveillance idéal afin d'identifier des leviers à activer pour développer les collaborations. Les trois catégories de changement identifiées par les parties prenantes étaient : renforcer le système de gouvernance multi sectorielle, renforcer les capacités techniques et organisationnelles des différents systèmes existants et enfin accroître la couverture du système de surveillance nationale (Bordier et al., 2021).

#### 2.4.3. Normes de production en élevage contribuant à réduire l'UAB

Nous avons identifié deux normes dont le cahier des charges inclut un contrôle ou une restriction d'utiliser des AB.

##### **Norme VietGAHP**

La norme VietGAP pour Vietnamese Good Agriculture Practices a été créée en 2008 suite aux accords entre l'OMC et l'ASEAN (J.D. Cesaro et al., 2019) et a été adaptée de la norme internationale privée GLOBAL G.A.P. (Pham and Marie-Vivien, 2017). Ces normes de bonnes pratiques agricoles ont tout

d'abord été développées pour les légumes, fruits, et l'aquaculture puis pour les animaux de production (Nguyen et al., 2020). Il s'agit d'une norme de qualité qui permet d'assurer la qualité et sécurité alimentaire de ces produits afin de protéger les consommateur·rices et l'environnement ainsi que d'assurer leur traçabilité. Dans le secteur des productions animales, il est appelé VietGAHP pour Vietnamese Good Animal Husbandry Practices. VietGAHP est encadré par plusieurs textes réglementaires montrant que cette norme représente une des stratégies majeures du gouvernement pour assurer la sécurité alimentaire au Viêt Nam (Pham and Marie-Vivien, 2017). Le cahier des charges comprend entre autres la nécessité d'installer l'élevage à une certaine distance des habitations, d'avoir un traitement des eaux usées, des mesures d'hygiène et de contrôle des nuisibles, la vaccination ou encore de consigner dans un registre les maladies de l'élevage et les traitements utilisés. De plus, les produits doivent être libres de tout résidu d'antibiotiques (MARD, 2015). Le programme LIFSAP 2010 – 2015 puis étendu jusqu'à fin 2018 (Vietnamese Livestock Competitiveness and Food Safety) a contribué à l'application de cette norme dans les élevages par la formation des éleveur·ses à l'application de mesures de biosécurité et le traitement des eaux usées à l'échelle des fermes et des communes (Le Thi Thu and Truong Thi, 2022).

Cette norme est gérée par l'état via le DLP sous contrôle du MARD et est certifiée par un organisme tiers privé réalisant des contrôles à l'échelle de la ferme (Banque Mondiale, 2017). Il s'agit donc d'un partenariat public-privé. Ces organismes tiers sont certifiés par le MARD. VietGAHP est une norme volontaire et dont la certification est payante (pour les éleveur·ses) donnant le droit d'apposer le logo sur l'emballage (Pham and Marie-Vivien, 2017). Les produits possèdent ainsi le label ou étiquette VietGAHP permettant d'informer les consommateur·rices sur leur origine.

### **Production biologique**

La production biologique était déjà présente au Viêt Nam au début des années 90, mais faisait plutôt référence à un mode de production alimentaire traditionnelle (Presilla, 2018). Ce type de production a commencé à être industrialisé en 2004 avec la création d'un réseau dans le cadre du projet "Developing a Framework for Production and Marketing of Organic Agriculture in Vietnam" (Développer un cadre pour la production et la commercialisation de l'agriculture biologique au Viêt Nam) (<https://adda.dk/en/viet/>), qui était une coopération entre l'ONG Agricultural Development Denmark-Asia (ADDA), le gouvernement vietnamien et l'Union nationale des agriculteur·trices vietnamiens (VNFU). Ce projet a pris fin en 2012. Ses spécifications ont été élaborées par l'ONG IFOAM (International Federation of Agriculture Movements) et ses normes ont été reconnues par le MARD (ministère de l'agriculture et de la pêche) en 2006 en vertu du règlement 10-TCN602-2006 (Whitney et al., 2014a) mais n'a pas donné suite à une réglementation immédiate. Le certificat biologique est donc le fruit d'investissements étrangers et est régulé par le secteur privé (Pham and Marie-Vivien, 2017).

Le Système de Garantie Participatif (PGS – Participatory Guarantee System) est un certificat pour l'agriculture biologique développé par l'IFOAM basé sur la participation active des parties prenantes. Au Viêt Nam, le PGS a été développé dans le cadre du projet ADDA-VNFU et reconnu par les parties prenantes en 2008. Cependant, en 2007, le PGS au Viêt Nam était encore considéré comme un processus en cours (Pham & Marie-Vivien, 2017). Sur la base des normes de l'IFOAM et du règlement publié par le MARD en 2006, les normes biologiques de la PGS ont été élaborées entre 2011 et 2013 (Whitney et

al., 2014b). Deux documents sont disponibles : les normes PGS pour les producteurs et les détaillants qui ont été reconnus par l'IFOAM.

L'Organisation vietnamienne d'agriculture biologique (VAOO) a été créée en 2011 et reconnue par le ministère de l'Intérieur. Par le biais d'un atelier initié avec le gouvernement du MARD et du MoST (ministère des sciences et de la technologie) pour élaborer un décret (2018) puis une circulaire (2019) pour la norme biologique (Prime Minister, 2018). Plus tard, en 2020, le projet d'agriculture biologique 2020 - 2030 a été signé par le Premier ministre. A notre connaissance, il n'y a pas d'élevages de poulets ayant la certification vietnamienne agriculture biologique.

Le Viêt Nam est un pays en pleine transformation. La demande en protéines animales augmente et entraîne la modification des comportements alimentaires. Si l'élevage est traditionnellement représenté par des fermes de petites tailles, de plus en plus de fermes industrielles se développent. La problématique de la résistance aux antibiotiques fait également l'objet de plus en plus de considération de la part du gouvernement et du secteur privé. Cependant, de forts taux de résistance ainsi qu'une mauvaise pratique d'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets sont toujours rapportés. Afin de lutter contre l'antibiorésistance, un changement de pratique vers une diminution de l'utilisation des antibiotiques en élevage est nécessaire.



# Problématique et méthodologie



## 1. Problématique et objectifs

### 1.1. Problématique et hypothèses

Suite au contexte établi lors de l'introduction générale, nous nous focaliserons uniquement sur la réduction d'utilisation des antibiotiques. Notre question de recherche est la suivante :

*Comment codévelopper des stratégies afin de réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam ?*

Dans ce travail, le terme de stratégie est un ensemble de mesures permettant de mettre en place des solutions par l'identification des acteur·rices et des actions à entreprendre. Une solution est une réponse à un problème donné.

Cette problématique générale peut se décliner en plusieurs sous-questions : quel·les sont les **acteur·rices** impliqué·es dans la réduction d'utilisation des antibiotiques ? Quels sont les facteurs qui influencent le **processus de prise de décision** vers un changement de pratique ? Quelles sont les **barrières et motivations** des acteur·rices pour changer de pratique ? Quels sont les **leviers à activer** pour permettre une réduction d'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam ?

Sur la base de la littérature existante nous pouvons formuler les hypothèses suivantes :

- Tous les acteur·rices impliqué·es dans la chaîne agroalimentaire ont un rôle dans le processus de décision d'utilisation des antibiotiques et donc dans leur réduction.
- L'utilisation des antibiotiques dépend de facteurs culturels, économiques, sociaux, techniques, et politiques.
- Au Viêt Nam, une stratégie politique et législative a été développée pour réduire l'utilisation des antibiotiques en élevage. Cependant les instruments législatifs mis en place sont peu appliqués car soit ils sont très récents, soit peu adaptés aux pratiques d'élevages ou soit les mesures de contrôle nécessaire à renforcer leurs applications ne sont pas suffisantes.
- Pour être efficace, une stratégie doit correspondre au contexte socio-économique et être développée par les acteur·rices impacté·es

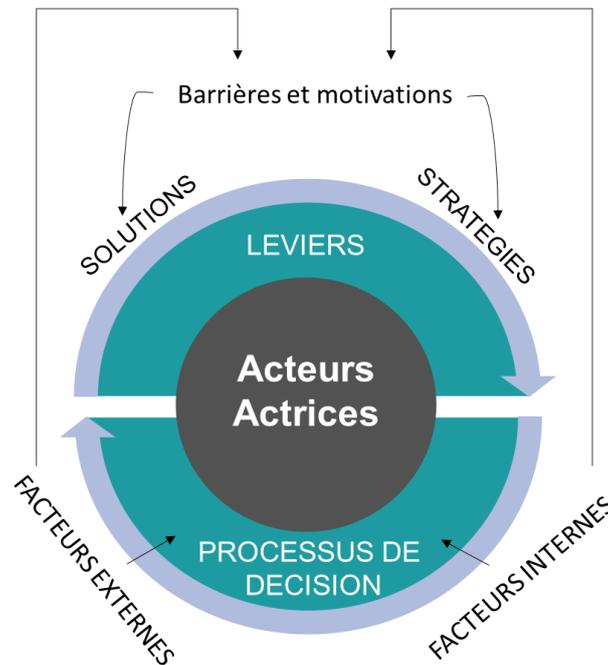
### 1.2. Les objectifs

L'objectif général de cette thèse est de codévelopper des stratégies avec les acteur·rices de la filière poulets et du médicament vétérinaire au Viêt Nam afin de diminuer l'utilisation des antibiotiques.

Les objectifs secondaires de ce travail sont donc d'identifier les acteur·rices de la filière poulets et de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire et de caractériser leurs interactions ; d'identifier les facteurs techniques, sociologique et économique influençant les pratiques d'utilisation des AB ; d'identifier les points de blocage à la mise en œuvre des nouvelles réglementations ; identifier des solutions mises en place localement pour réduire l'utilisation des AB.

## 2. Cadrage

Afin de répondre à ces questions de recherche et ces objectifs, nous nous appuyé-es sur deux cadres théoriques. La première théorie est la *grounded theory*. D'après celle-ci, les théories émergent à partir de données empiriques et non l'inverse (Strauss and Corbin, 1997). La deuxième théorie est la théorie du changement. Cette théorie met en évidence des liens de causalité permettant d'expliquer le processus de changement (Mayne, 2015).



**Figure 1.** Cadre conceptuel mobilisé lors de ce travail

La figure 1 présente le cadre conceptuel de cette étude issu des deux théories présentées plus haut. Au centre de ce schéma se trouvent les acteur·rices impliqué·es dans les changements de pratiques. Ces acteur·rices appartiennent à différents secteurs (privé, public et partenaires internationaux) opérant à différents niveaux (de local à international). Ils sont en lien avec la production de poulets et/ou les médicaments vétérinaires incluant les antibiotiques. Le processus de prise de décision induisant l'utilisation des AB ou la réduction de leur utilisation dépend de facteurs internes et externes. Les facteurs internes sont ceux propres à l'individu (sexe, âge, éducation, caractéristiques personnelles, ...) alors que les facteurs externes dépendent du système dans lequel ces acteur·rices appartiennent. Ces facteurs influencent également les barrières et motivations des individus quant à la mise en place de solutions et de stratégies. La compréhension de ces éléments permet alors d'identifier des leviers à activer pour inciter un changement de pratique.

### 3. Méthodologie générale

#### 3.1. La démarche générale

Nous avons adopté une démarche transdisciplinaire, participative et systémique afin de répondre à notre question de recherche au cours des différentes phases de terrain. Cette section fait une brève description de ces approches et de leur application dans nos travaux.

##### 3.1.1. Approches transdisciplinaires au changement

Comme nous l'avons vu dans la section introduction de ce manuscrit, la communauté scientifique et les organisations internationales appellent à la mobilisation d'approches transdisciplinaires pour la lutte contre la résistance aux antibiotiques et enclencher un changement (Broom et al., 2019; de Lima Hutchison et al., 2018). La transdisciplinarité, c'est à dire aller au-delà des disciplines et leurs barrières, permet en théorie l'intégration de connaissances, théories et expertises de différentes disciplines afin de répondre à des problématiques complexes dans une approche holistique. Les interactions sciences et société sont prises en compte et les parties prenantes sont incluses depuis la définition du problème jusqu'à la mise en place de solutions (Rüegg et al., 2017). Face à une problématique de santé complexe, la transdisciplinarité va ainsi au-delà des liens déjà établis entre les disciplines en engageant les communautés, chercheur·ses, praticien·nes de la santé et décideur·ses politiques (Min et al., 2013). Ces approches permettent d'aboutir à des idées innovantes qui abordent ces problématiques avec des perspectives nouvelles (Vourc'h et al., 2018). La nature participative des approches transdisciplinaires dans l'apport de solutions socialement et culturellement acceptables sera discutée dans la section suivante (Zinsstag et al., 2011).

Les équipes de recherche impliquées dans ces travaux sont expertes en médecine vétérinaire et zootechnie, épidémiologie, biostatistique, sociologique et anthropologique. Nous avons aussi pris en compte les savoirs locaux de plusieurs acteur·rices à différents niveaux dans la collecte des données mais aussi lors de l'élaboration de solutions et stratégies.

La collaboration de ces différent·es expert·es nous a amené à utiliser des méthodes et théories propres à ces disciplines et à les intégrer afin de mettre en lumière nos résultats. Ainsi nous avons conduit une étude quantitative avec un questionnaire fermé auprès d'un échantillonnage représentatif des systèmes d'élevages de poulets et décrit statistiquement ces données. Nous avons aussi conduit plusieurs enquêtes qualitatives en adoptant une démarche itérative lors de la collecte des données (entretiens semi-structurés et observations). L'itération correspond à une démarche non-linéaire où le ou la chercheur·se effectue des allers-retours sur le terrain. Dans notre cas, nous pouvons parler d'itération concrète, puisque nous n'avons pas modifié notre problématique suite aux informations obtenues, ce qui est le cas de l'itération abstraite (de Sardan, 2008).

##### 3.1.2. Approches participatives et épidémiologie participative

En plus d'une démarche transdisciplinaire nous avons adopté des approches et des méthodes issues de l'épidémiologie participative. L'épidémiologie participative est une branche de l'épidémiologie vétérinaire permettant d'étudier et de comprendre les facteurs sociaux dans l'apparition, développement et transmission des maladies en se basant sur la participation active des acteur·rices concerné·es (Alders

et al., 2020). L'épidémiologie participative dérive de l'évaluation rurale participative (*participatory rural appraisal*) et de l'évaluation rurale rapide (*rapid rural appraisal*) développées dans les années 70 et 80 dans le secteur du développement (Chambers, 1992). Ces approches ont tout d'abord été mises en place afin d'accéder à des informations difficiles à obtenir par des approches traditionnelles. Par la suite l'évaluation rurale participative s'est développée avec pour objectif d'intégrer les communautés dans les actions entreprises (Chambers, 1994). L'épidémiologie participative a pour origine l'évaluation rurale participative (Fischer and Chenais, 2019). Apparue tout d'abord en agriculture, l'épidémiologie participative a ensuite été utilisée dans des projets de développement sur les auxiliaires d'élevage puis appliquée dans la surveillance participative des maladies notamment dans le cadre des projets de lutte contre la peste bovine (Jost et al., 2007).

Plusieurs définitions ont été proposées par Mariner (Mariner and Paskin, 2000) puis par Catley (Catley et al., 2012) intégrant de plus en plus la notion d'autonomisation au sein des communautés. Finalement nous pouvons retenir la définition proposée par Allepuz modifiant celle de Catley : « L'épidémiologie participative est l'utilisation systématique d'approches et de méthodes qui facilitent l'autonomisation des personnes afin d'identifier et résoudre leurs problèmes de santé. Elle doit promouvoir leur participation pour aboutir à un environnement d'apprentissage partagé qui améliore la compréhension de leur perception des risques, des risques sanitaires et des options de surveillance, de contrôle et d'évaluation de la santé des populations » (Allepuz et al., 2017). Ces approches permettent ainsi de prendre en compte les besoins des populations en promouvant les initiatives locales collectives. Les approches participatives permettent également de stimuler des discussions au sein d'un groupe afin d'améliorer la communication, le lien et les décisions collectives. De plus, l'épidémiologie participative prend en compte les savoirs locaux vétérinaires, traditionnels dans la gestion des problèmes de santé.

Tout au long de ce travail nous avons appliqué deux grands principes : la flexibilité et la triangulation des données. Loin d'être antinomique de la rigueur, la flexibilité alloue une certaine adaptation des méthodes, collecte des données et analyse. Le principe de la triangulation, qui amène l'équipe de recherche à confronter plusieurs sources d'information est une méthode de validation des données (de Sardan, 2008).

Tout au long de ce travail, nous avons adopté une posture réflexive liée aux approches participatives dans les entretiens individuels, les groupes de discussion focalisées ou les ateliers de coconstruction. Cela signifie que nous avons adopté une posture critique vis à vis de nous-même et de nos propres biais cognitifs et de posture. Tous les entretiens ont été conduits dans le respect des participant-es, des coutumes locales et dans l'empathie et la bienveillance. Afin de respecter les coutumes et savoirs locaux nous nous sommes appuyé-es sur l'équipe de recherche vietnamienne. De plus, la majorité des entretiens ainsi que des groupes de discussion focalisée ont été conduits en vietnamien avec une traduction en anglais ou en français.

### 3.1.3. Approches systémiques au changement

Les pratiques d'utilisation des AB des éleveur·ses de poulets et les changements de pratique ont été étudiés avec une approche systémique permettant d'identifier des points de blocage et des leviers à activer au sein de ces systèmes. L'analyse systémique renvoie à « la capacité de rendre compte des interactions entre différents éléments d'un système pour en expliquer le fonctionnement et les relations

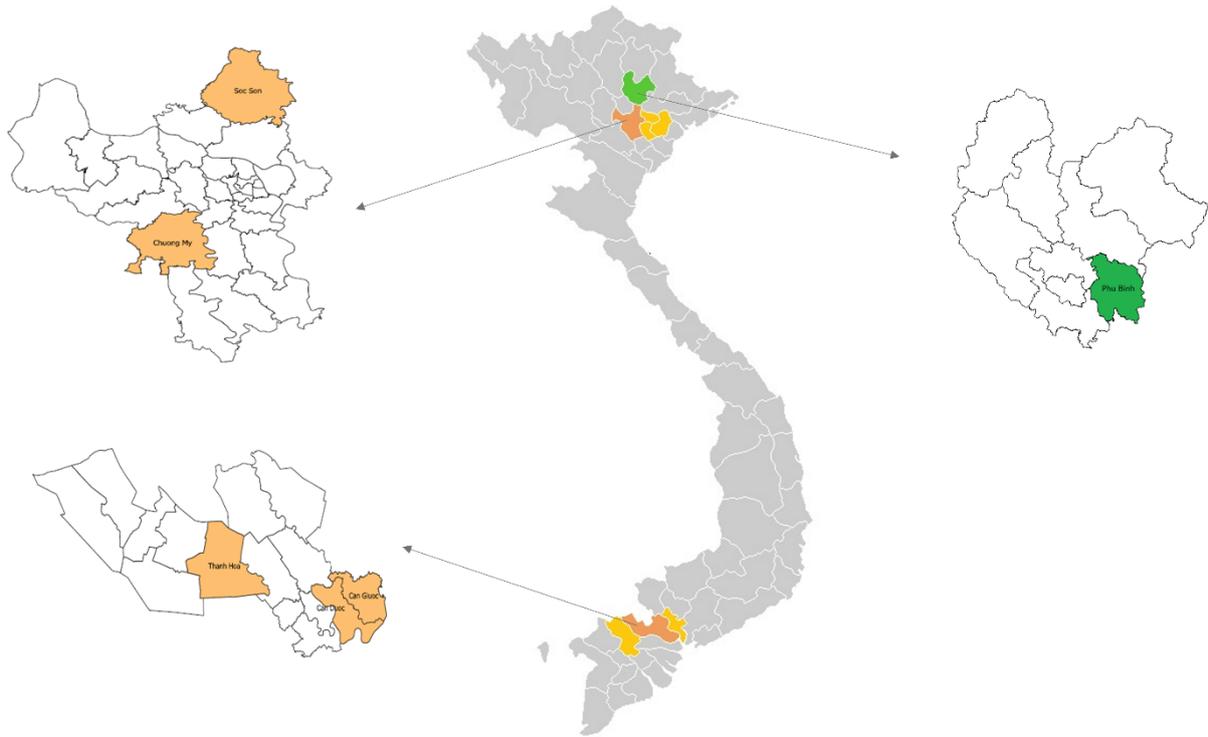
de causalité » (Faure et al., 2010). Nous avons ainsi étudié les systèmes de production de poulets et les systèmes de distribution du médicament vétérinaire et leurs interactions (Byg et al., 2020). Ainsi, nous avons pris en compte les relations entre les éleveur·ses, vendeur·ses de médicaments, de poulets et autres acteur·rices dans l'environnement social, économique, culturel et politique dans lequel ces acteur·rices s'inscrivent. Les changements de pratique n'ont donc pas été étudiés selon les motivations individuelles mais à la lumière de l'étude des systèmes. Nous avons donc conduit une analyse et cartographie des parties prenantes afin d'étudier les relations entre les différents éléments du système de distribution du médicament. Nous avons ensuite identifié leur position sur la mise en place et l'adoption de nouvelles réglementations. Puis, nous nous sommes placées à l'échelle de la ferme pour étudier les changements de pratique avec des approches systémiques.

A cela, nous avons également réfléchi à prendre en compte le genre dans notre méthodologie car cela est souvent insuffisamment adressé et compliqué à prendre en compte (OMS, 2018; Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021).

## 3.2. Selection des zones d'études et des participant·es

### 3.2.1. Sélection des zones d'études

Nos études ont été conduites à la fois au nord et au sud du Viêt Nam pour la première partie de la thèse afin d'obtenir une vision nationale des systèmes de productions de poulets et de distribution du médicament vétérinaire. Pour les deux derniers chapitres nous nous sommes concentrée·es sur une seule province au nord du Viêt Nam afin d'explorer les solutions pouvant être développées à une échelle locale. Les provinces étudiées sont détaillées dans la figure 2.



**Figure 2.** Cartes représentant les provinces du Viêt Nam étudiées.

En orange (étude chapitre 2) : Hanoi au nord (districts de Soc Son et Chuong My) et Long An au Sud (districts de Thanh Hoa, Can Duoc et Can Giuoc). En jaune et orange (étude chapitre 3) : au nord provinces de Bac Ninh, Hai Phuong, Hanoi et Hung Yen ; au sud provinces de Dong Thap, Hô Chi Minh City et Long An. En vert (chapitre 4 et 5) : province de Thai Nguyen (district de Phu Binh). Crédit: La Thi Thu Hà, carte Viêt Nam Created by CGlassey and uploaded by Electionworld (File:Vietnam Expand1.gif), Thai Nguyen : © 2018 GADM

Les zones d'études reflètent les différentes échelles auxquelles nous avons étudié les pratiques et changement. Nous sommes ainsi parti-es d'une échelle nationale avec des terrains d'études au nord et sud du Viêt Nam pour finalement nous concentrer sur une échelle locale pour l'identification et le codéveloppement de solutions et stratégies.

### 3.2.2. Sélection des participant·es

L'antibiorésistance et l'utilisation des antibiotiques est une problématique multi-acteur·rices. Beaucoup de recherches se sont concentrées sur les éleveur·ses, utilisateur·rices, et les vétérinaires, prescripteur·rices, afin de lutter contre l'antibiorésistance. Or, les conditions de prescriptions et d'utilisation sont dépendantes aussi des compagnies pharmaceutiques et d'alimentation, des autorités locales et nationales ainsi que de l'influence des chercheur·ses nationaux, internationaux et des organisations internationales (Hutchinson, 2017). Nous nous sommes donc attaché·es à étudier les perceptions de ces différentes catégories d'acteur·rices. Nous nous sommes d'abord concentré·es sur les chaînes de production de poulets (éleveur·ses de différents systèmes de production et marchand·es de

poulets) et de distribution du médicament vétérinaire (de l'importation à la vente locale), de leurs relations ainsi qu'avec les autorités gouvernementales (de l'échelle centrale à locale) et des chercheur·es (secteur international et national), des organisations et des collaborations internationales. Par la suite, nous nous sommes aussi intéressé·es aux éleveur·ses de poulets ayant réduit leur utilisation d'antibiotiques.

Les participant·es de l'étude quantitative (chapitre 2) ont été sélectionné·es selon un échantillonnage aléatoire stratifié selon le système de production et selon une liste d'élevages établie par les autorités locales. Lors des trois études qualitatives (chapitre 1, 3 et 4), les participant·es ont été sélectionné·es par un·e chercheur·se et/ou les autorités locales puis par la méthode d'échantillonnage en boule de neige (Biernacki and Waldorf, 1981). Cela signifie qu'une personne nous a conduit·e vers une autre personne et ainsi de suite. Cette méthode permet d'adapter l'enquête de terrain « aux divers circuits sociaux locaux, à leur complexité, à leurs imbrications, à leurs distorsions » (de Sardan, 2008). Lors des ateliers de coconstruction (chapitre 5), une partie des personnes ayant participé à l'étude précédente (chapitre 4) a été sélectionnée par l'équipe de recherche et l'autre partie par les autorités locales.

### 3.3. Collaboration avec les partenaires locaux

Tout au long de ce travail de thèse, des collaborations ont été développées avec différents instituts de recherche du Viêt Nam. La première partie sur l'analyse du contexte et le développement de la typologie a été effectuée en collaboration avec l'institut national de sciences animales à Hanoi (dont l'acronyme est NIAS en anglais) et l'université de Nong Lam (NLU) à Hô Chi Minh. Les connaissances des systèmes d'élevages de ces deux instituts, respectivement au nord et au sud, ont apporté d'une part, un appui technique à la réalisation des enquêtes et d'autre part, la connaissance et la compréhension de ces différents systèmes et de leur lien avec l'utilisation des antibiotiques. Une étudiante en Master InterRisk (Bangkok) au sein de NLU a également contribué à ce travail.

La cartographie des parties prenantes et l'analyse de la mise en place des nouvelles réglementations se sont déroulées en collaboration avec l'université nationale d'agriculture vietnamienne à Hanoi (VNUA) avec l'appui de NLU pour les entretiens au sud du Viêt Nam. Cette recherche étant effectuée presque entièrement à distance pour ma part, la sélection des participant·es par ces deux instituts a été essentielle. Au VNUA, la collaboration a été faite avec des chercheur·es dans le domaine des sciences vétérinaires mais également avec des sociologues. Les membres de l'équipe étaient donc déjà familiers aux méthodes de collecte de données utilisant des approches participatives. Ils ont donc apporté leur expertise en matière de connaissance du système mais aussi en approche sociologique.

La quatrième étude visant à explorer les processus de transition a été réalisée d'une part en collaboration avec l'institut d'anthropologie d'Hanoi (IoA) ainsi qu'avec deux chercheuses en sociologie et avec l'université d'agriculture et de sylviculture de Thai Nguyen (TUAF) d'autre part. La première collaboration nous a permis d'aborder la question d'un point de vue anthropologique et sociologique. La deuxième nous a permis d'avoir un appui technique lors de la sélection des fermes, l'organisation du travail de terrain ainsi que de la compréhension des systèmes d'élevage à Thai Nguyen.

Enfin, les ateliers de coconstruction ont été organisés avec l'appui technique de TUAF en collaboration avec l'université de santé publique d'Hanoi (HPHU) et un étudiant du VNUA. L'expertise de l'HPHU en animation d'ateliers a été essentielle au développement de cette activité.

De plus, ce travail a aussi fait l'objet de collaborations avec les autorités gouvernementales des provinces concernées. Une demande d'autorisation de terrain a été effectuée auprès des provinces d'Hanoi, Long An et Thai Nguyen. Une autre demande a ensuite été faite auprès des autorités responsables des districts et des communes dans lesquelles les données ont été récoltées.

Ma thèse devait s'effectuer en expatriation à Hanoi, Viêt Nam pendant trois ans. Le contexte sanitaire lié à la pandémie Covid-19 m'a contraint à effectuer un séjour prolongé en France pendant quinze mois, six mois après avoir débuté ma thèse. Lors de mon retour au Viêt Nam, les contraintes sanitaires mises en place par le gouvernement ont également limité mes interactions professionnelles et retardé la collecte des données sur le terrain. Ainsi, la collecte des données décrite dans le chapitre 2 a été repoussée puis effectuée par les équipes vietnamiennes du NIAS et de NLU sous ma coordination depuis la France. L'élaboration du protocole de recherche du chapitre 3 a été réalisée en distanciel avec le VNUA. La collecte des données a été faite partiellement en distanciel ou entièrement en distanciel durant les phases de confinements au Viêt Nam. L'élaboration des protocoles de recherche et collecte des données des chapitres 4 et 5 ont été réalisées en face à face lors de mon retour au Viêt Nam, suite à la levée des restrictions sanitaires imposées par le gouvernement. Une réflexion sur la mobilisation d'approches participatives à distance est proposée dans la discussion générale.

### 3.4. Collecte et analyse des données

#### 3.4.1. Collecte et analyse des données quantitatives

La collecte des données quantitatives s'est effectuée grâce à la proposition d'un questionnaire fermé sur tablette (figure 3) via le logiciel KoboToolBox ou sur format papier puis complété sur le même logiciel (figure 4). KoboToolBox est un logiciel gratuit de collecte de données présentant de nombreuses fonctions (GPS, photos, questions à choix multiples, conditions dans l'apparition des questions, ...). Les données ont été exportées au format Excel. Un premier nettoyage des données a été effectué sur Excel puis sur le logiciel R. L'analyse des données a consisté en une analyse des correspondance multiples (ACM) et regroupement hiérarchique sur le logiciel R.



**Figure 3.** Collecte des données en utilisant la tablette et le logiciel KoboToolBox pour réaliser une typologie des pratiques d'utilisation des antibiotiques, province d'Hanoi, Viêt Nam, 2020. Crédit : Ha Minh Tuan.

#### A. General Information - Thông tin chung

1) Telephone - Điện thoại người phỏng vấn		
2) Gender - Giới tính		
<input type="radio"/> Male - Nam <input type="radio"/> Female - Nữ		
3) Age - Tuổi <i>(in years)</i>		
<input type="radio"/> <30 <input type="radio"/> >60	<input type="radio"/> 30-45 <input type="radio"/> Don't know / don't answer - Không biết / không ý kiến	<input type="radio"/> 46-60
4) Education - Trình độ học vấn		
<input type="radio"/> Illiterate / no school - Không đi học <input type="radio"/> High school - Cấp 3	<input type="radio"/> Primary school - Cấp 1 <input type="radio"/> College or higher - Trung cấp/Cao đẳng / Đại học / Trên đại học	<input type="radio"/> Secondary school - Cấp 2 <input type="radio"/> Don't know / don't answer - Không biết / không ý kiến

**Figure 4.** Capture d'écran sur la version web du questionnaire d'enquête développé sur le logiciel KoboToolBox ([www.kobotoolbox.org](http://www.kobotoolbox.org)).

### 3.4.2. Collecte et analyse des données qualitatives

Les données qualitatives ont été collectées par des entretiens semi-structurés pour les chapitres 1, 3 et 4 et des groupes de discussions focalisées dans le cas du chapitre 3 et 5 (figures 5 et 6). Les entretiens semi-structurés sont une méthode de recherche qualitative permettant de rendre compte du « point de vue de l'acteur ». Loin d'être une simple collecte d'informations, les entretiens sont un dialogue entre deux personnes obéissant à un mode de conduite d'entretien et se fluidifiant avec l'expérience. L'entretien est dit semi-structuré ou semi-dirigé puisque nous avons rédigé un guide d'entretien au

préalable. Ce guide représente plus un aide-mémoire sur les points à ne pas oublier au cours des entretiens qu'une liste de questions et laisse toute liberté aux enquêteur·rices (de Sardan, 2008). Les groupes de discussions focalisées sont des entretiens de groupe permettant de collecter des informations mais aussi d'identifier des acteur·rices clé (Alders et al., 2020). Dans notre cas, ils visaient principalement à coconstruire des chaînes de distribution ou des stratégies. D'autres outils participatifs ont été employés dans ces entretiens incluant des chaînes de flux (chapitre 1, 3, 4), des chronologies (chapitre 4), des classements simples et empilements proportionnels (chapitre 4). Lorsque les études ont été conduites en face à face, les données ont été complétées par de l'observation au moment de l'entretien mais aussi par des séjours prolongés dans des élevages. Les séjours prolongés permettent l'imprégnation du chercheur·se dans la vie quotidienne des personnes et engendre de multiples interactions sociales (de Sardan, 2008).

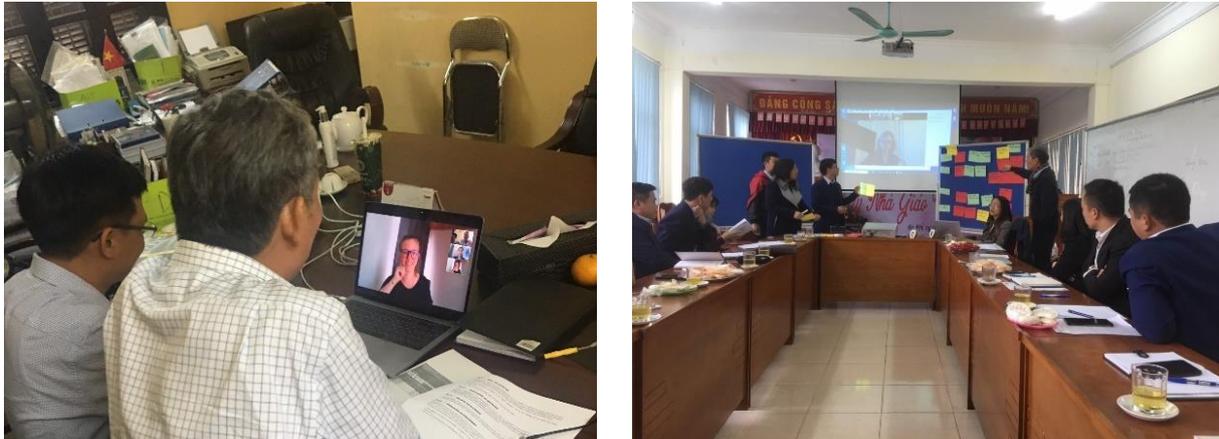
Les entretiens et groupes de discussions ont été conduits en vietnamien, anglais et français. Lorsque les entretiens étaient en vietnamien, un·e chercheur·se de l'équipe de recherche assurait la traduction. Les entretiens ont été enregistrés dans les chapitres 3 et 4. Pour une partie des entretiens du chapitre 3, les prises de notes ont été traduites en anglais par une chercheuse du VNUA, le reste des entretiens ayant été transcrits en anglais. Pour le chapitre 4, les entretiens ont été entièrement transcrits en vietnamiens et traduits en anglais par une professionnelle de l'IoA. Les données des chapitres 3 et 4 ont été analysées par une analyse thématique sur le logiciel NVivo (Castleberry and Nolen, 2018). Des études pilotes ont été effectuées pour toutes les études sauf l'étude exploratoire (chapitre 1). L'équipe de recherche a été formée au préalable aux méthodes de collecte de données qualitatives lorsque nécessaire.

Les données ont été triangulées en multipliant les sources d'informations, en combinant plusieurs outils de collecte de données et les discussions entre membres de l'équipe. Nous avons aussi appliqué le principe de saturation, un nouvel entretien n'apportant plus d'informations dans la limite des contraintes du terrain (de Sardan, 2008; Guest et al., 2006).



**Figure 5.** Collecte de données mobilisant la méthode d'empilement proportionnel (gauche) et observation (droite) auprès d'éleveur·ses et de marchand·es de poulets pour comprendre les facteurs influençant la diminution d'AB dans les élevages, district de Phu Binh, Viêt Nam, 2022

Dans le cas particulier des ateliers de coconstruction, trois groupes de discussions focalisées mobilisant des approches participatives ont été organisés. Les ateliers ont été facilités par trois chercheur-es vietnamien-nes (HPU, TUAUF, VNUA) avec traduction simultanée en anglais par un étudiant de TUAUF. Les ateliers ont été enregistrés et filmés. Ils ont par la suite été transcrits et traduits par la même personne que l'étude du chapitre 4 (IoA).



**Figure 6.** Collecte des données partiellement en distanciel lors d'entretiens individuels (gauche) et de groupe de discussion focalisée (droite) pour réaliser la cartographie et analyse des parties prenantes de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire, Hanoi, Viêt Nam, 2020-2021

### 3.5. Considérations éthiques

Préalablement à chaque phase de terrain, une demande auprès du comité d'éthique de l'université de santé publique d'Hanoi a été déposée et acceptée. Avant chaque entretien, les participant-es ont été informé-es des objectifs de l'étude et ont été libres de poser des questions. L'anonymité des données a été garantie et un consentement éclairé a été signé par les participant-es. Lorsque les entretiens ont été réalisés par téléphone ou à distance et dans l'impossibilité de signer un consentement écrit, un consentement oral a été obtenu.

## 4. Organisation du travail de recherche et structure du manuscrit

Afin de répondre aux questions de recherche, ce travail de thèse a été organisé en plusieurs phases de terrain complémentaires les unes des autres. Chaque phase de terrain se nourrit de la précédente et aide à constituer la suite créant le fil conducteur de cette thèse.

Nous avons tout d'abord effectué une étude exploratoire du contexte de l'étude afin de comprendre l'organisation des systèmes de production de poulets au Viêt Nam, les relations avec la chaîne de distribution du médicament vétérinaire ainsi que les solutions déjà mises en place pour lutter contre la résistance aux antibiotiques (partie étude – **chapitre 1**).

Dans un second temps, nous avons réalisé une typologie des profils d'utilisation des antibiotiques en fonction des différents systèmes d'élevages décrits dans le chapitre 1 afin d'identifier les facteurs

techniques, économiques et sociaux influençant les pratiques d'utilisation des antibiotiques (partie étude – **chapitre 2**).

Ensuite, nous avons réalisé une cartographie des parties prenantes de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire. Une fois les différents acteurs·rices identifiés, nous les avons interrogés sur les nouvelles réglementations afin de comprendre comment celles-ci étaient comprises, acceptées et appliquées par les différentes parties prenantes (partie étude – **chapitre 3**).

Puis, nous avons étudié le processus de transition des éleveur·ses vers une diminution d'utilisation des antibiotiques afin de déterminer les facteurs influençant les changements de pratiques et d'identifier des solutions mises en place localement (partie étude – **chapitre 4**).

Finalement, nous avons organisé des ateliers de coconstruction de stratégies avec des acteurs·rices de la chaîne de production de poulets et de distribution du médicament vétérinaire pour réduire l'utilisation des antibiotiques (partie étude – **chapitre 5**).

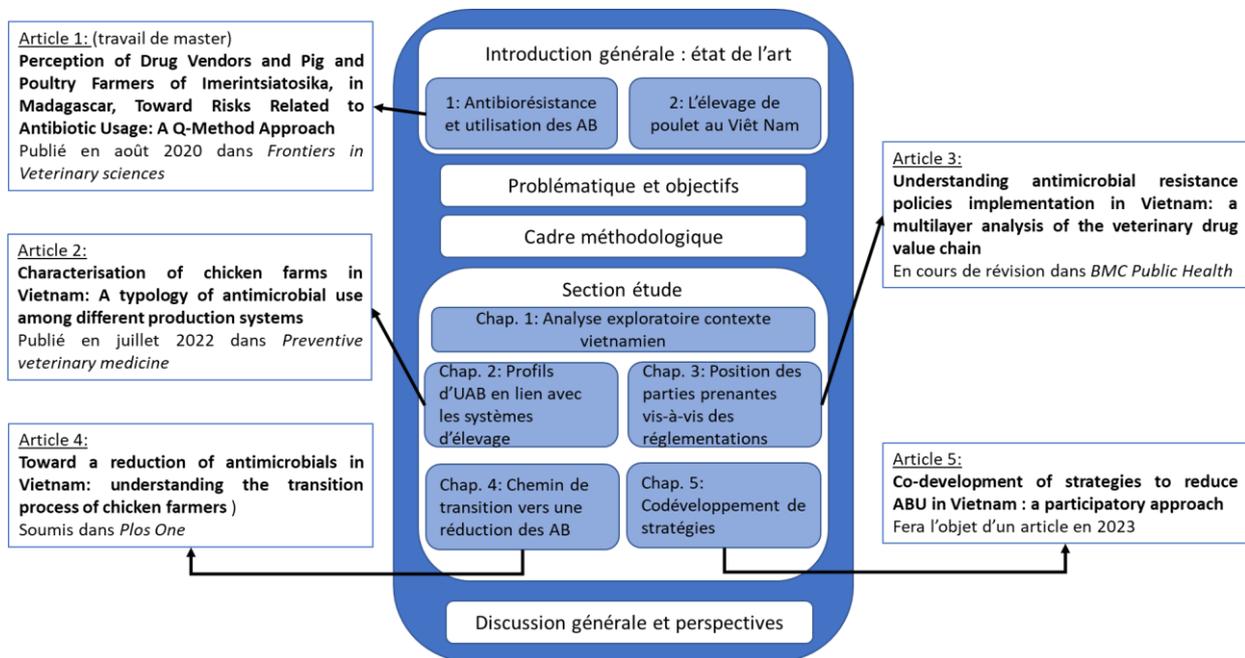


Figure 7. Présentation de la structure générale du manuscrit.

# Partie étude



## Chapitre 1 : Analyse exploratoire du contexte vietnamien

Une partie ce travail a également été incluse dans l'article 2 du chapitre 2 de la partie étude.

### 1. Introduction

Comprendre le contexte dans lequel se place notre étude est une étape essentielle. Comme cela a été décrit dans l'introduction générale, l'utilisation des antibiotiques au Viêt Nam varie en fonction des pratiques d'élevage. Une analyse de la littérature classique ne nous permet pas de comprendre en profondeur la complexité des systèmes d'élevage et des pratiques au Viêt Nam mais nécessite une première étude exploratoire sur le terrain.

L'objectif de cette étude préliminaire est double. Elle vise tout d'abord à comprendre les différents systèmes de production de poulets au Viêt Nam, de comprendre leur utilisation des antibiotiques, d'identifier des personnes clés de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire ainsi que d'explorer des solutions déjà mises en place dans les systèmes de production pour réduire l'utilisation des antibiotiques. Le second objectif de cette étude est de développer un réseau de collaborateur·rices pour la suite de ce travail. Il s'agit donc de comprendre le contexte socio-culturel vietnamien dans lequel cette thèse s'inscrit par la familiarisation avec les principaux types d'élevages de poulets présents au nord et au sud du Viêt Nam, ainsi que des principales institutions vietnamiennes gouvernementales et internationales actives dans le domaine des sciences animales.

Lors de cette première phase de collecte de données nous avons donc recensé et caractérisé les différents systèmes de production de poulets au nord et au sud du Viêt Nam ; collecté des données techniques (effectif, conduite d'élevage, alimentation, biosécurité, marché, coûts...) ; étudié la gestion des soins en relation avec les vétérinaires, les lieux d'achats des AB et les pratiques d'utilisation des AB ; identifié des solutions de réduction d'UAB et les acteur·rices impliqué·es; et enfin réalisé un diagramme fonctionnel et organisationnel des acteur·rices intervenant dans la filière poulets.

### 2. Méthodologie

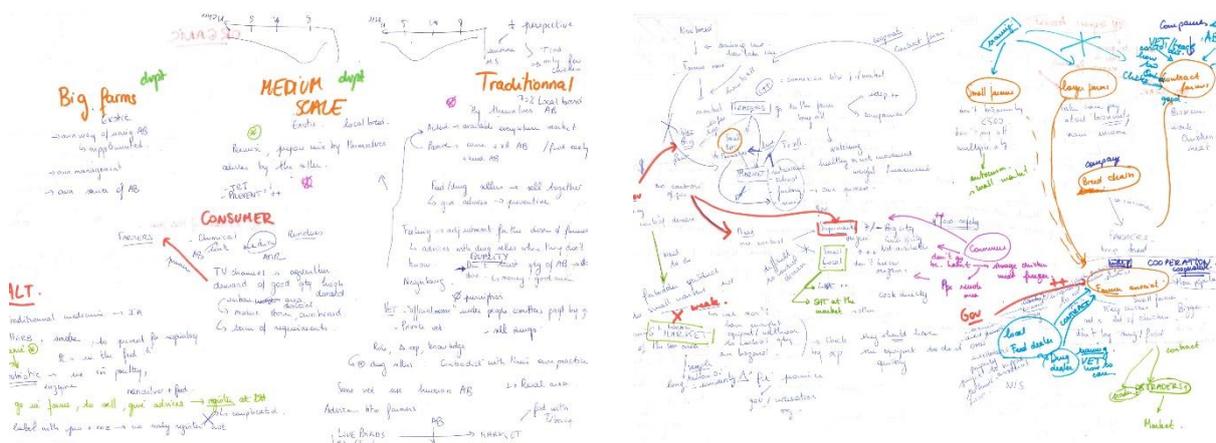
Afin de répondre à nos objectifs, des entretiens semi-structurés ont été conduits avec des expert·es du secteur de la production de poulets et/ou de l'utilisation des antibiotiques en productions animales au Viêt Nam. Une première liste de participant·es potentiel·les a été constituée grâce à une collègue du Cirad ayant réalisé ses travaux de thèse à Hanoi (Bouchot Bordier, 2019) et un partenaire de l'université de Nong Lam à Hô Chi Minh City. Puis, les nouvelles·aux participant·es ont été recruté·es par la méthode d'échantillonnage en boule de neige. Des personnes travaillant pour des organisations internationales, des centres de recherches ou des universités, dans le secteur privé et des membres du gouvernement au nord et au sud du Viêt Nam ont été inclus dans l'étude afin de multiplier les sources d'informations.

Les entretiens semi-structurés ont été conduits sur la base d'un guide d'entretien organisé autour de cinq thématiques principales : (1) la typologie des systèmes d'élevage de poulets, (2) les caractéristiques techniques générales de ces systèmes de production, (3) la gestion de la santé au sein des différents systèmes, (4) la réglementation et contrôle de la filière, (5) les stratégies de réduction de l'utilisation des antibiotiques, la production d'alternatives aux antibiotiques et la production biologique. La conduite des

entretiens a suivi un processus itératif. En fonction des personnes interrogées et particulièrement de leur catégorie socio-professionnelle, des questions différentes ont été posées et de nouvelles questions sont apparues au cours de l'étude.

Les entretiens ont été réalisés par deux chercheuses du Cirad et une étudiante en master InterRisk (voir la section collaboration dans la partie méthodologie générale). Ceux-ci ont été réalisés en anglais, français ou vietnamien (avec une traduction en anglais) en fonction des personnes interrogées. Les entretiens se sont déroulés en face à face à Hanoi et au téléphone ou en distanciel avec les participant-es basé-es à Hô Chi Minh City. Les entretiens duraient en moyenne une heure. Au cours de ceux-ci, le schéma représentant les différents systèmes de production identifiés et leurs principales caractéristiques ainsi que leurs relations avec les intrants et les produits ont été représentées (figure 1). En face à face, la personne interrogée était libre de modifier le schéma au cours des entretiens. Au téléphone, l'organisation représentée était décrite et le ou la participant-e était libre de la modifier oralement. Les entretiens ont été retranscrits sous forme de prise de notes.

Chaque schéma a été reproduit sous format powerpoint puis compilé pour obtenir une représentation générale des différents systèmes de production. Les prises de notes ont été transcrites et traduites si nécessaire sous un fichier word. Les résultats ont été analysés à la lumière des cinq grands thèmes décrits dans la structure du guide d'entretien.



**Figure 1.** Exemple de deux schémas (et prises de notes) obtenus des différents systèmes de production de poulets en lien avec la chaîne des intrants et des produits à partir des entretiens semi-structurés conduits entre novembre 2019 et avril 2020 au Viêt Nam.

### 3. Principaux résultats

#### 3.1. Caractéristiques de la population d'étude

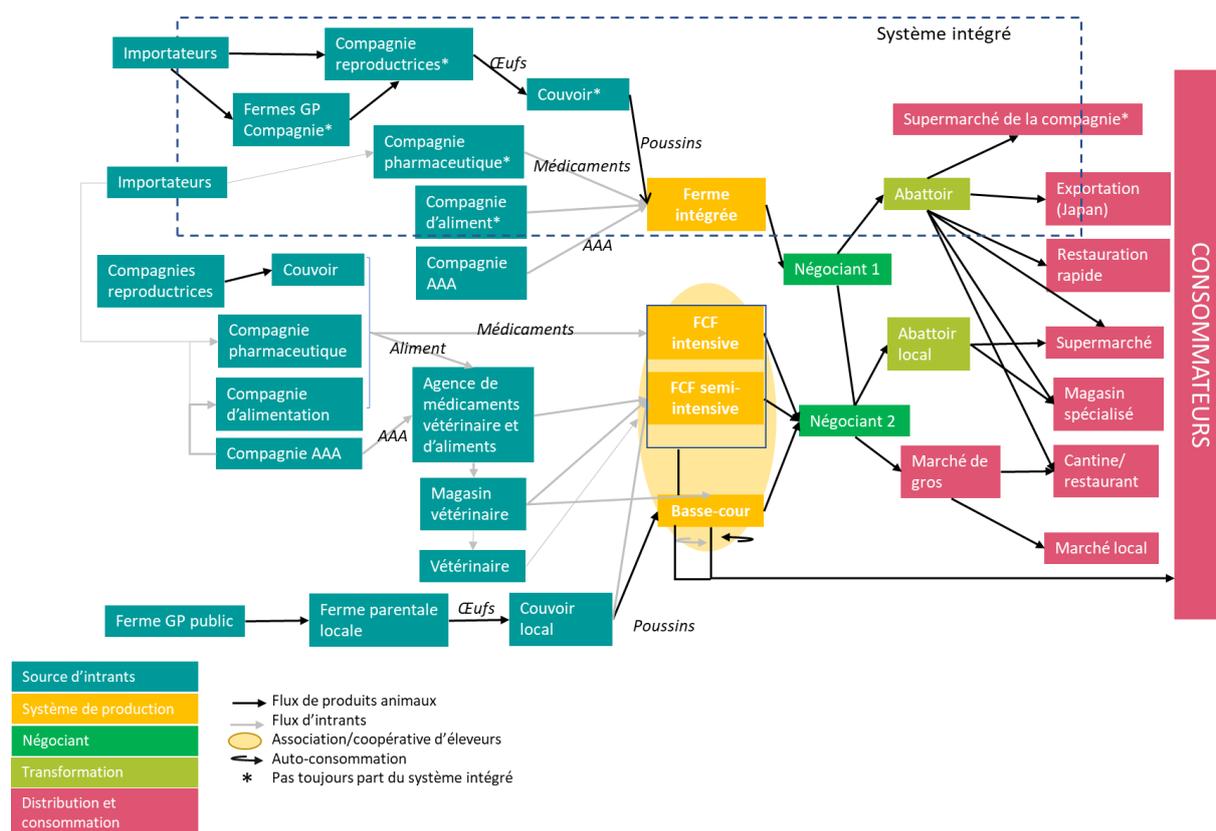
Au total, 34 entretiens avec 41 personnes ont été menés entre novembre 2019 et avril 2020. Vingt et un entretiens ont été conduits avec des participant-es situé-es au nord du Viêt Nam et 13 au sud du Viêt Nam. Dix-huit répondants provenaient du secteur public, incluant des chercheur-es d'instituts de recherche nationaux (6), d'universités nationales (4), d'établissements de recherche étrangers (3), d'une organisation internationale (2), du gouvernement (2) et de l'ambassade de France (1). Seize répondant-es

travaillaient dans le secteur privé incluant des entreprises d'alimentation animale (4), pharmaceutiques (3), de produits alternatifs (4) et de la filière poulets (5) dont deux participant·es dans le secteur de la production et trois dans la distribution. Parmi les 41 personnes interrogées, 14 étaient des femmes et 26 étaient des hommes.

### 3.2. Systèmes de productions et gestion de la santé

Selon les participant·es, trois ou quatre systèmes de production ont été identifiés : les fermes intégrées, les fermes familiales commerciales (intensives et semi-intensives) et les élevages de basse-cour. Ces systèmes différaient les uns des autres principalement par les caractéristiques socio-démographiques des agriculteur·rices (occupation principale et source de revenus), la durée du cycle de production, la taille du cheptel, la chaîne d'approvisionnement, les techniques d'élevage et la gestion de la santé (y compris la source de conseils et les pratiques d'utilisation des antibiotiques). Les différents schémas obtenus à la suite des entretiens semi-structurés ont été compilés et sont représentés sur la figure 2. Les caractéristiques des systèmes de production de poulets identifiés et leur pratique d'utilisation des antibiotiques seront détaillées dans l'article 2 du chapitre 2 partie étude.

D'après les participant·es, le système d'élevage majoritaire est les élevages de basse-cour (environ 75% des fermes) suivi par les fermes familiales commerciales (30%) et des fermes intégrées (5%). Les fermes familiales commerciales comptent pour environ 30% de la production et les fermes intégrées entre 30 et 40%. Ces deux systèmes sont en augmentation car les petits élevages tendent à augmenter leur volume de production. De plus, l'épidémie de peste porcine africaine a contraint de nombreux éleveur·ses de porcs à changer leur production vers l'élevage de poulets (Nguyen-Thi et al., 2021). Les participant·es ont également identifié·es des coopératives d'éleveur·ses où les membres mettent en commun les achats d'intrants et la vente de leurs produits.



**Figure 2.** Description de la chaîne de production de poulets d’après les entretiens semi-structurés en 2019 et 2020, Viêt Nam. Fermes GP : fermes grands-parentales ; AAA : additifs alimentaires alternatifs. Adapté de (Bâtie et al., 2022a)

Nous avons identifié plusieurs chaînes de distribution de poulets grâce à l’analyse de nos entretiens. La première chaîne concerne la chaîne traditionnelle. Celle-ci consiste à vendre les produits dans les marchés locaux après que les poulets ont été achetés par des négociants et vendus au marché de gros. Ce mode de vente représente la principale chaîne de distribution et les produits ne sont pas traçables. Une deuxième chaîne a été identifiée et consiste à la vente de poulets dans des supermarchés sous la marque d’une compagnie de poulets, par exemple la marque CP. Le nom de la marque peut aussi s’accompagner de la mention « sans résidus d’antibiotiques ». Afin d’être vendu dans les supermarchés, les produits doivent être certifiés VietGAHP. Enfin une dernière chaîne identifiée consiste à vendre des poulets par le biais de magasins spécialisés. Ces magasins vendent essentiellement des légumes et fruits biologiques (certifiés PGS) ainsi que de la viande de qualité provenant de coopératives. La viande de qualité est comprise dans le sens où elle répond à une demande des consommateur-rices en termes de traçabilité, qualité gustative et de sécurité alimentaire (pas de résidus d’AB ou d’autres produits chimiques). Ces produits peuvent être étiquetés « libre parcours », « poulets de jardin » ou « sans résidu d’antibiotique » et « pas d’utilisation d’antibiotiques interdits » (figure 3). Les deux dernières chaînes se rapprochent de ce qui pourrait être la définition d’une filière qualité. L’ensemble des étapes de production, transformation et distribution semblent correspondre à un cahier des charges (VietGAHP ou celui du magasin spécialisé), avec une origine précise, un mode de production et une identification. Dans le cas des produits vendus dans des magasins spécialisés, il n’est pas clair si le signe de qualité est officiel et contrôlé par l’état ou uniquement par le magasin distributeur.

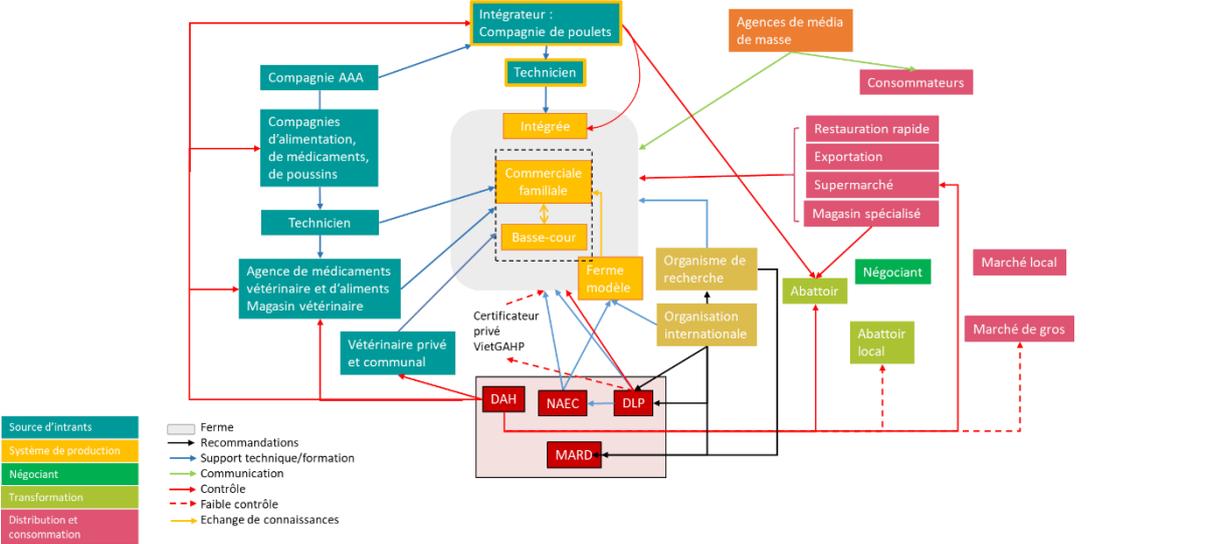
Pour les participant·es, l’exportation des poulets est rare à cause de manque de conformité aux exigences internationales. D’après les entretiens, une compagnie dans le centre du pays produit des poulets à pour l’exportation. Les contrôles sont réalisés par la compagnie.



**Figure 3.** Etiquettes « sans antibiotiques interdits » et « sans résidus d’antibiotiques » de poulets vendus dans des magasins spécialisés à Hanoi, Viêt Nam, 2020

3.3. Interaction entre les systèmes de production et la chaîne de distribution du médicament vétérinaire

Nos entretiens ont également permis de caractériser les relations entre les différentes parties prenantes de la filière poulets et la chaîne de distribution du médicament vétérinaire mais aussi avec les autorités à l’échelle nationale ainsi que les organismes de recherches nationaux et internationaux. Les différentes relations sont représentées sur la figure 4. Les interactions entre les parties prenantes et leurs rôles seront détaillés dans l’article 3 du chapitre 3 partie étude.



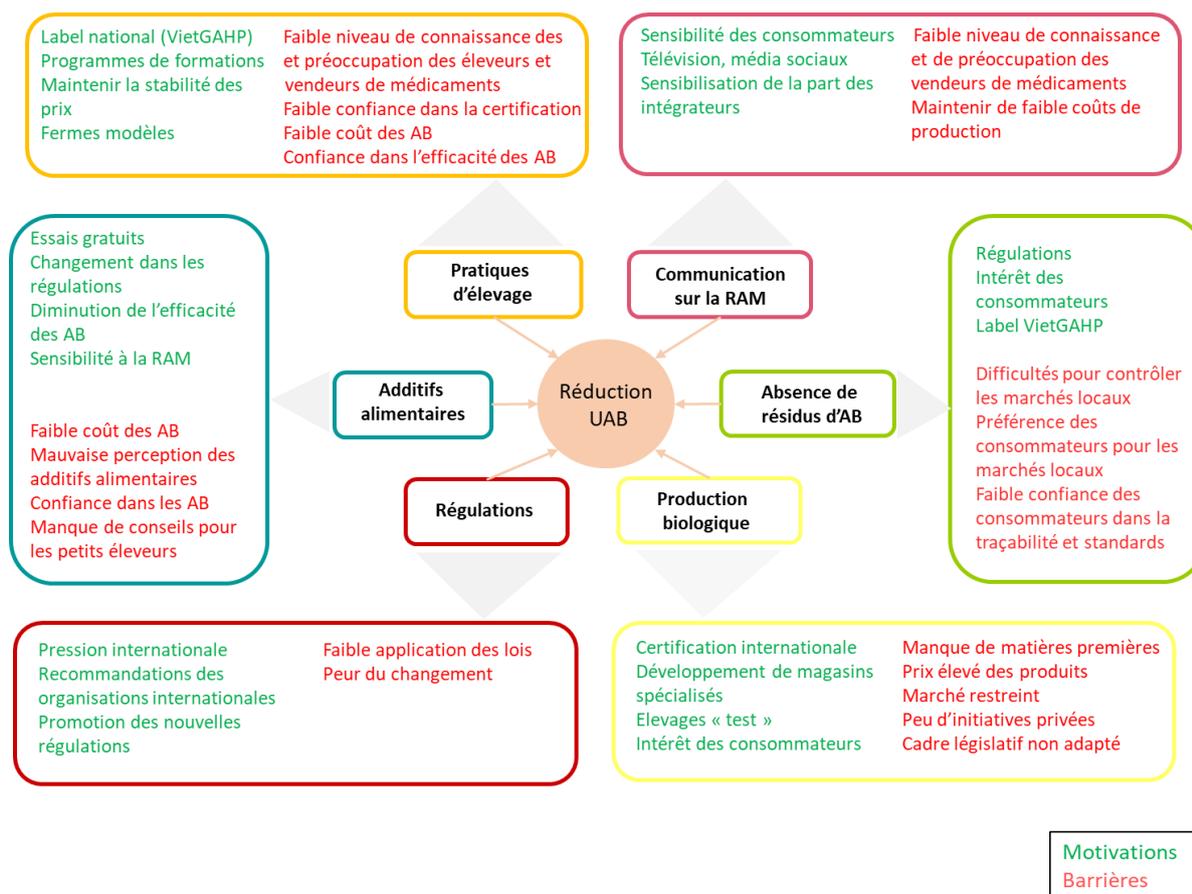
**Figure 4.** Description des interactions entre les acteurs de la chaîne de production de poulets en regard des pratiques d’utilisation des antibiotiques au Viêt Nam à partir des entretiens semi-structurés, 2020.

AAA : additifs alimentaires alternatifs; VietGAHP : Vietnamese Good Animal Husbandry Practices; DAH : département de santé animale; NAEC : centre national de vulgarisation agricole; DLP : département de productions animaux; MARD : ministère de l'agriculture et du développement durable.

D'après les participant·es, le département de santé animale est l'organisme responsable de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire (de l'importation à la vente) et le département de production animal, des filières de productions incluant la distribution. Les contrôles auprès de la chaîne de valeur traditionnel sont faibles contrairement à celle à destination des supermarchés et restauration collective. Dans cette filière, des auto-contrôles sont réalisés par les compagnies intégratrices. Les fermes VietGAHP sont contrôlées par le DLP et un organisme certificateur tiers mais ce contrôle a été identifié comme insuffisant par les participant·es. Ce programme reçoit aussi le support des organisations internationales et des responsables du DLP intervenaient auprès des élevages afin de leur fournir le support technique. Les éleveur·ses de fermes familiales commerciales et de basse-cour achètent leurs médicaments et reçoivent des conseils d'utilisation auprès de technicien·nes de différentes compagnies, d'agences distribuant des médicaments vétérinaires (pharmacie vétérinaire) et directement des vétérinaires. Les éleveur·ses des fermes intégrées utilisent des AB fournies par des technicien·nes de la compagnie de poulets. Les organismes de recherche et organisations internationales fournissent des recommandations auprès du gouvernement et les agences de média de masse ont été identifiées comme responsable de la communication sur UAB et RAB. Finalement, les fermes modèles sont des fermes développées depuis 2012 dans le cadre d'un programme de biosécurité monté par le département de production animale avec le soutien de la FAO visant à améliorer les conditions de biosécurité. Ce projet consiste à fournir des lignes directrices, à réaliser la formation pour les éleveur·ses sur la biosécurité dans les élevages de poulets et les couvoirs mais aussi de former les formateurs. Un suivi technique est assuré à ces exploitations en échange de « journées portes ouvertes » où les éleveur·ses voisin·es peuvent visiter ces exploitations et stimule ainsi le partage de connaissances entre agriculteur·rices (Tung et al., 2020).

### 3.4. Stratégies de réduction d'utilisation des antibiotiques

Au cours des entretiens, six stratégies pour réduire l'UAB à l'initiative du secteur public ou privé ont été identifiées. Ils peuvent être mutualisés dans six domaines principaux : régulations, additifs alimentaires, pratiques d'élevage, sensibilité à la RAM, absence de résidus d'AB et la production biologique. Suite à l'analyse des entretiens nous avons identifié des barrières et motivations à l'application de ces stratégies. Les six stratégies identifiées ainsi que les barrières et motivations à leur mise en place sont résumées sur la figure 5.



**Figure 5.** Six stratégies identifiées de réduction d'utilisation des antibiotiques au Viêt Nam ainsi que les barrières et motivations à les appliquer à partir des entretiens semi-structurés, 2020.

VietGAHP : Vietnamese Good Animal Husbandry Practices; AB : antibiotique; RAM: résistance aux antimicrobiens

Le NAP et l'interdiction des promoteurs de croissance ont été mis en place selon la pression et les recommandations des organisations internationales. Néanmoins, selon les participant-es ces réglementations sont difficilement mises en place, et dans certains élevages mélanger les AB dans l'alimentation après 21 jours est toujours une pratique courante. Une des principales raisons identifiées serait la peur des éleveur-ses à changer de pratique.

Les changements de réglementations ont conduit à un changement de pratique dans l'industrie de l'alimentation animale. Comme expliqué par des responsables travaillant dans une entreprise de fabrication animale proche d'Hanoi, ces compagnies ont dû s'adapter et investir dans la recherche d'alternatives aux antibiotiques. Ainsi, cette compagnie a développé une gamme d'aliments comprenant des probiotiques, des enzymes et des substances acidifiantes. Néanmoins, les représentant-es des compagnies d'alimentation animale proposant des produits alternatifs aux antibiotiques ont souligné la nécessité de convaincre les éleveur-ses d'utiliser leurs nouveaux produits et de prouver leur efficacité. Pour cela ils organisaient des essais gratuits pour les fermes intensives indépendantes ou intégrées. Néanmoins, un représentant a reconnu ne pas intervenir auprès des petits et moyens élevages. Il a également souligné le coût plus élevé de ces alternatives vis-à-vis des antibiotiques.

Les participant·es ont mentionné la certification VietGAHP comme permettant à la fois d'améliorer les pratiques d'élevage mais aussi de limiter la présence de résidus. Les éleveur·es utiliseraient ainsi moins d'AB expliqué par l'obligation de consigner leur utilisation d'AB, de meilleures pratiques d'élevage, un niveau d'éducation élevé et la traçabilité des produits. De plus, les produits seraient mieux valorisés. Selon les participant·es, les consommateur·rices sont intéressé·es par ces produits car ils en entendent parler à la télévision nationale. Néanmoins il y a un manque de confiance envers cette certification de la part des consommateur·rices qui selon des instituts de recherche correspond davantage à un « standard » de bonnes pratiques plus qu'à une façon de réduire l'utilisation des antibiotiques. De plus, cette norme est volontaire et payante. Ce dernier point a été identifié comme un frein à leur généralisation. L'obligation de noter les produits utilisés et l'alimentation donnée, ce qui n'est pas dans les habitudes des éleveur·ses, est également un frein. Une des participantes a également précisé que certaines fermes, bien qu'ayant le certificat ne respectaient pas toujours le cahier des charges sans en expliquer la cause. De plus, noter les volumes d'AB ne signifie pas toujours bonne pratique d'utilisation, celle-ci étant difficilement contrôlable. Une autre explication au nombre restreint de fermes VietGAHP est le fait que cette norme ne soit pas adaptée aux petites fermes. Enfin, les capacités humaines des autorités sont insuffisantes pour contrôler efficacement les élevages.

Concernant l'amélioration des pratiques d'élevages, de nombreux programmes de formation ont été cités par les participant·es incluant les fermes modèles telles que décrites plus haut. Néanmoins, le faible coût des AB mais aussi la confiance des éleveur·ses dans ces produits est aussi un frein aux changements de pratiques. Un autre point étant le manque de sensibilisation des éleveur·ses.

Renforcer la sensibilisation sur l'UAB et la RAB fait partie du plan d'action nationale. Les médias télévisés, les médias sociaux et les journaux sensibilisent la population à cette problématique. Il existe notamment une chaîne de diffusion nationale spécialisée dans l'agriculture délivrant ces messages. Ainsi, des employé·es réalisent des reportages dans des élevages. De plus, le secteur privé opérant à une échelle nationale ou internationale semble de plus en plus investi dans les campagnes de sensibilisation pour diminuer l'UAB. Néanmoins les participant·es percevaient les éleveur·ses et les vendeur·ses de médicaments comme ne se souciant pas de ces problématiques ainsi que leur volonté de maintenir des faibles coûts de production bien que connaissant les risques d'utiliser des AB.

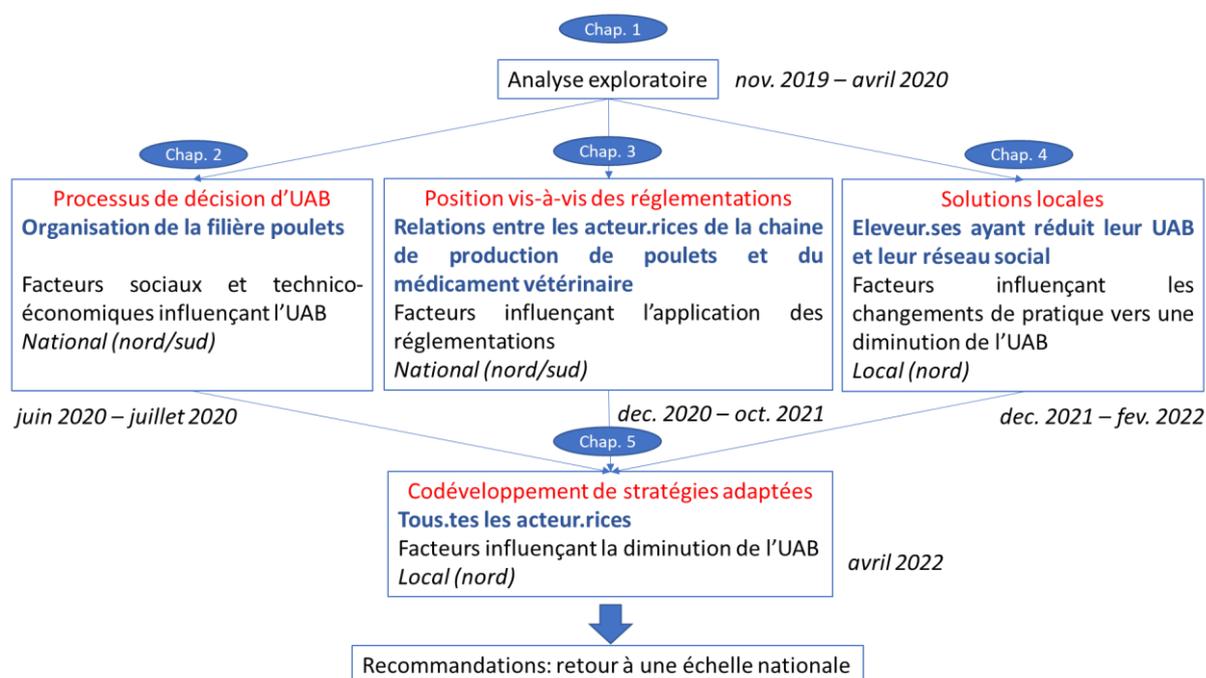
La dernière stratégie identifiée est la production biologique. Cette production est associée aux magasins spécialisés. Des tests d'élevages biologiques sont actuellement conduits dans certaines provinces sous le contrôle des autorités provinciales montrant l'intérêt du gouvernement pour ces problématiques. Les barrières principales identifiées sont le manque d'aliments biologiques, de mauvaises conditions d'élevages et le manque de demande pour ces produits. Les produits biologiques ont un coup d'achat plus important que les produits traditionnels et sont ainsi majoritairement destinés à une classe sociale élevée de la population, plus éduquée et sensibilisée aux conditions de production des denrées alimentaires. Il n'est tout de même pas à exclure une conscience de la problématique dans les campagnes où beaucoup d'habitants élèvent des poulets pour leur propre consommation. Enfin, une réglementation existe mais ne semblait pas adaptée et devrait donc être révisée.

Actuellement, selon les informateurs, il n'y a aucun élevage biologique de poulets vietnamiens ayant la certification nationale biologique ou PGS (processus de certification participatif très développé au Viêt Nam en particulier pour les fruits et légumes). En revanche, il existe des élevages de poules pondeuses certifiés agriculture biologique délivrés par un organisme étranger. En parallèle de cette certification,

des fermes privées de petites tailles développent aussi une production avec moins d'antibiotiques, qualifiées de biologique mais n'ayant pas obtenu de certification et vendant leurs produits directement.

#### 4. Implication pour le travail de recherche

Cette étude exploratoire nous a permis de poser nos hypothèses et de soulever trois points qui seront développés dans la suite du manuscrit (figure 6).



**Figure 6.** Schéma représentant l'organisation des 5 phases de terrain.

En rouge : objectifs; en bleu : type d'acteur.rices concerné-es; en noir : facteurs; en italique : échelle de l'étude.

Tout d'abord, nous avons identifié plusieurs systèmes de production de poulets, différents de par leur source d'intrants et des produits mais aussi de par leur utilisation des antibiotiques. Il convient désormais de décrire plus précisément l'organisation de la chaîne de production de poulets et de comprendre les facteurs sociaux et technico-économiques influençant l'utilisation des AB afin de déterminer le processus de décision d'utilisation des antibiotiques.

➔ Cette partie sera étudiée dans le chapitre 2

Par la suite nous avons identifié certain-es acteur.rices de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire et leur relation avec les autorités gouvernementales ainsi que six stratégies de réduction d'utilisation des antibiotiques incluant la mise en place de réglementation. Etant donné qu'elles semblent difficiles à être mise en place, nous voulons déterminer la position des acteur.rices de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire vis-à-vis de ces réglementations afin de déterminer les facteurs influençant son implication et pouvant conduire à des changements de pratique.

➔ Cette partie sera étudiée dans le chapitre 3

Enfin, nous avons identifié des acteur·rices impliqué·es dans les changements de pratique et ayant réduit l'utilisation des antibiotiques. Pour comprendre comment des éleveur·ses peuvent être amenés à diminuer leur utilisation des antibiotiques, il convient d'étudier le processus de transitions des éleveur·ses afin de déterminer les facteurs influençant les changements de pratique.

➔ Cette partie sera étudiée dans le chapitre 4

## Chapitre 2 : Profils d'utilisation des antibiotiques en lien avec les systèmes d'élevage

### Préambule chapitre 2

L'étude exploratoire décrite dans le chapitre 1 nous a permis de poser des hypothèses sur l'organisation des systèmes de production de poulets au Viêt Nam ainsi que sur leurs principales caractéristiques. Cette typologie a été réalisée à dire d'expert·es, de façon participative selon les perceptions d'un nombre réduit de personnes interrogées. Nous avons donc cherché par la suite à valider ces hypothèses en conduisant une étude quantitative. Nous avons ainsi cherché à identifier les différents éléments composant les systèmes de production de poulets, à collecter des données zootechniques, à déterminer les facteurs socio-économiques, et techniques qui influencent les pratiques d'utilisation des antibiotiques et le processus de décision des éleveur·ses de poulets. Enfin, nous nous sommes demandée·es quel était le lien et les systèmes de production de poulets et la chaîne de distribution du médicament vétérinaire.

Pour cela, nous avons proposé un questionnaire fermé à des éleveur·ses de poulets (viande, pondeuses, coqs de combat) dans deux provinces au nord et au sud du Viêt Nam. Nous avons analysé ces résultats par une analyse multifactorielle et de groupement hiérarchique. Deux typologies successives ont été réalisées. Une première étape nous a permis de réaliser une typologie des différents systèmes de production de poulets au Viêt Nam et de les caractériser selon des données socio-économiques et techniques. Puis, nous avons réalisé une typologie des pratiques d'utilisation des antibiotiques et testé l'association entre les deux typologies. Les résultats des entretiens semi-structurés (déjà partiellement présentés dans le chapitre 1) et ceux obtenus selon une approche statistique sont détaillés et discutés dans la partie suivante. Le matériel supplémentaire de l'article 2 est disponible en **annexe 2**. Le questionnaire est présenté dans l'**annexe 3**.

## Article 2. Caractérisation des élevages de poulets au Viêt Nam : une typologie de l'utilisation des antimicrobiens parmi différents systèmes de production

*Les résultats de ce travail ont été publiés dans la revue Preventive Veterinary Medicine en juillet 2022*

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105731>

### **Characterisation of chicken farms in Vietnam: A typology of antimicrobial use among different production systems**

Chloé Bâtie<sup>a,b,c,\*</sup>, Le Thi Thu Ha<sup>g</sup>, Etienne Loire<sup>a,b,f</sup>, Dinh Bao Truong<sup>d</sup>, Ha Minh Tuan<sup>c</sup>, Ngo Thi Kim Cuc<sup>c</sup>, Mathilde Paul<sup>e</sup>, Flavie Goutard<sup>a,b,c,f</sup>

<sup>a</sup> CIRAD, UMR ASTRE, Hanoi, Viet Nam

<sup>b</sup> ASTRE, CIRAD, INRAE, Univ. Montpellier, Montpellier, France

<sup>c</sup> National Institute of Animal Sciences, Hanoi, Viet Nam

<sup>d</sup> Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Nong Lam University, Ho Chi Minh, Viet Nam

<sup>e</sup> IHAP, ENVT, INRAE, Université de Toulouse, Toulouse, France

<sup>f</sup> National Institute of Veterinary Research, Hanoi, Viet Nam

<sup>g</sup> InterRisk Program, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

#### **Abstract**

The usage of antimicrobials in livestock production is a driver for antimicrobial resistance worldwide. Reducing the use of antibiotics in the animal sector is a priority and requires a change in practices. Vietnam has diverse husbandry and antimicrobial use practices. The objective of this study was to determine the socio-economic and technical factors associated with antibiotic usage patterns on chicken farms in the north and south of Vietnam. Semi-structured interviews (n=34) and on-farm questionnaires (n=125) were conducted to collect socio-economic, technical, biosecurity, health management, and antibiotic usage data. Using Multivariate Corresponding Analysis, we identified three production systems (A, B, C) and three patterns of antibiotic usage (1, 2, 3). Group A raised indoor exotic chickens in an intensive setting and was associated with group 1, which used antibiotics according to company recommendations for both treatment and prevention. Group C raised free-range chickens for their own consumption and was associated with group 2, which used antibiotics according to drugstore advice for treatment. Finally, group B was a market-oriented, semi-confined system associated with group 3, which practiced experience-based antibiotic use and overuse. Farms in the south of Vietnam were associated with group 3 and those in the north with group 2. The prediction of antibiotic usage patterns based on farming practices could lead to the identification of a group of farms to be targeted in order to foster the more prudent use of antibiotics in Vietnam.

**Keywords:** Poultry; Antimicrobial resistance; Multivariate analysis; Production system; Typology

## 1. Introduction

Vietnam is subject to rapid demographic and economic growth, which in turn has led to an increase in animal production. Even though pork remains the main meat consumed by the Vietnamese, chicken accounts for 27% of the total meat consumed and is increasing (shown by J.D. Cesaro et al., 2019), with the total number of chickens reaching 383 million heads in 2020 (GSOV, 2020a). To meet the increased demand, the Vietnamese government has promoted more industrial production methods in the agricultural restructuring plan for 2021 – 2025 (Prime Minister, 2021). Even so raising less than 100 chickens still represents 95.40% of household raising chickens (GSOV, 2016), Vietnam is currently undergoing a shift towards a more industrial production system that varies across different regions (GSOV, 2020b). The north of Vietnam tends to have more familial production system while the south is more industrialized (Coyne et al., 2020a; J.D. Cesaro et al., 2019). Intensification of practice led to an increased antibiotic consumption and a higher dependency to it. Transitioning farms towards intensive production are also more likely to demonstrate improper antibiotic usage (ABU) (Robinson et al., 2017). As antibiotic resistance (ABR), is mainly driven by the misuse and overuse of antibiotics in humans, animals, and in the environment (Holmes et al., 2016), it is necessary to promote a change of practice towards prudent ABU.

The quantity of antimicrobial active ingredients used per kilogram of animal is estimated to be 1.6 times higher in Vietnam than European countries (Carrique-Mas et al., 2020). Antibiotics are widely used as prophylactics (Choisy et al., 2019) and a high percentage of farmers self-medicate their animals (Pham-Duc et al., 2019), which is facilitated by easy access to drugs without diagnosis and prescriptions (Doan Hoang et al., 2019). Following the adoption of the national action plan (NAP) in 2017 (MARD, 2017), new legislations have been enforced as the ban of antimicrobials growth promoters (AGP) (National Assembly, 2018), the ban of antibiotic in the feed for prophylaxis by 2025 (Government of the Socialist Republic of Vietnam, 2020), and making the prescription mandatory (MARD, 2020). The new NAP (MARD, 2021), published in 2021, highlights the need for better enforcement of the recent regulations due to the low compliance rate of farmers (MARD, 2021). Providing an evidence-based study is thus necessary for policy makers to ensure better implementation and reduce ABU.

In this way, reducing antibiotic usage at the farm level requires a precise understanding of the system in which the strategy is implemented. Building a typology is a way to classify groups of farms that are approximately homogenous and for which the same recommendations can be made (Castel et al., 2010; Delpont et al., 2018). In Vietnam, three or four types of chicken production systems are usually described (backyard, semi-intensive and intensive farms) (Burgos et al., 2007; Desvaux et al., 2008b; Duc and Long, 2008), but more complexity may be required to properly describe chicken farming diversity. Previous studies have determined heterogeneity in the amounts of antimicrobials used in different systems (Carrique-Mas et al., 2015) and in practices surrounding their usage (Kim et al., 2013; Luu et al., 2021). However, few studies have compared the usage between the 3 production systems at the same time.

The objectives of this study were to analyse technico-economic, socio-demographic and animal health management data on chicken farms in Vietnam, in order to characterise chicken farming systems, and explore associations between socio-economic, technical and antibiotic usage.

## **2. Material and methods**

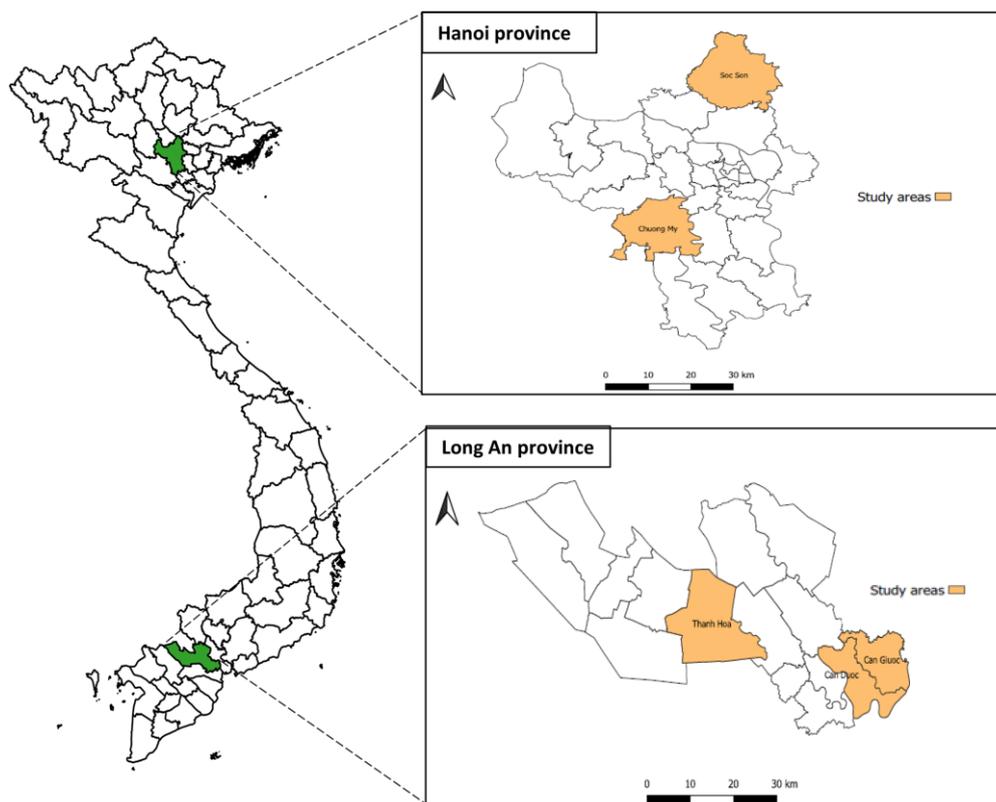
### **2.1. Local expert knowledge**

To answer the research question, we conducted semi-structured interviews using participatory approaches (Catley et al., 2012) with experts specialised in chicken production or the veterinary drugs distribution chain in Vietnam between November 2019 and April 2020. Experts were selected based on a list of contacts obtained for a previous study (Bordier et al., 2018) and through snowball sampling. Interviews were conducted by one or two researchers face-to-face, or over the phone, in the north and south of Vietnam. The average duration of each interview was 60 minutes and Vietnamese, English, or French languages were used. Data were collected by note-taking and the flowchart of each production system described by the participant was drawn. Respondents were free to directly modify the flowchart during the interview when conducted face to face. All the flow charts were compiled in a single one and transcripts were analysed.

### **2.2. Sampling and data collection**

To assess the diversity of farming practices and antibiotic usage across Vietnam, we selected two provinces: Hanoi in the Red River Delta (RRD) region and Long An in the Mekong Delta (MD) region, respectively in the north and south of Vietnam. The RRD has the largest chicken population accounting for nearly 24,1% of the national population and the MD for 14,0%. The two surveyed provinces were selected based on their number of chickens, diversity of production and ease of access. Moreover, they play an important socioeconomic role in both regions due to their proximity to two important cities: Hanoi and Ho Chi Minh City. According to the census data, Hanoi has the highest number of poultry (27,7%) while Long An ranks second (12,4%) in the total population of chicken of RRD and MD regions respectively (GSOV, 2020a).

Within these two provinces, 10 communes in five different districts (Chuong My and Soc Son, in the north; Thanh Hoa, Can Duoc, and Can Giuoc, in the south) were chosen based on chicken density, diversity of farming practices, and prior approval from local authorities (Fig. 1). To capture farm diversity, we selected the farms using a stratified sampling method based on four strata defined by expert knowledge and stemming from the literature review (Burgos et al., 2007; Desvaux et al., 2008b; Duc and Long, 2008; Hanh et al., 2007). The four strata included backyard farms with fewer than 100 chickens, semi-intensive family commercial farms with between 100 and 2,000 chickens, intensive family commercial farms with more than 2,000 chickens, and contract farms with more than 2,000 chickens that reared either broiler, laying hens, or roosters. We sampled 125 farms with an equal distribution between provinces and strata to maximise the diversity while taking technical constraints into account. Farms were randomly selected from a list drawn up by the communal veterinarians.



**Figure 1.** Map of the study areas with the division into 63 provinces and zoom on Hanoi and Long An provinces. Hanoi and Long An provinces are represented in green. The five surveyed districts are represented in orange: Soc Son and Chuong My in Hanoi and Thanh Hoa, Can Duoc and Can Giuoc in Long An (Quantum GIS version 3.10.11).

A structured questionnaire including 110 close-ended questions was designed around four main sections: (i) socio-demographic and economic data; (ii) farm characteristics (technical characteristics, inputs, outputs, biosecurity); (iii) health management (disease management, training courses, records); (iv) antibiotic usage. Farm visits were conducted in June and July 2020 by two research teams of 3 researchers from the National Institute of Animal Science (NIAS) in Hanoi province and 2 students and 1 teacher from Nong lam University (NLU) in Long An province. The questionnaire was designed and addressed in paper version (Hanoi) and on a web interface – KoBoToolbox using tablets (Long An) (Pham and Vinck, 2020). Paper versions were then reported on the web interface. The questionnaire was tested and reviewed through three pilot studies, two in Hanoi and one in Long An. Both teams were trained on data collection.

The objectives of the survey were explained, and written informed consent was obtained from all farmers before each interview. This study was approved by the Ethics Review Board for biomedical research of Hanoi University of Public Health with the application number 020-150/DD-YTCC.

### 2.3. Data management and analysis

Data gathered through the Kobotool box were loaded onto a Microsoft Excel© datasheet and then cleaned using R software version 3.6.3. The “factoextra” (Kassambara and Mundt, 2020),

“FactomineR” (Husson et al., 2020) and “Factoshiny” (Vaissie et al., 2021) packages were used for factorial and clustering analyses.

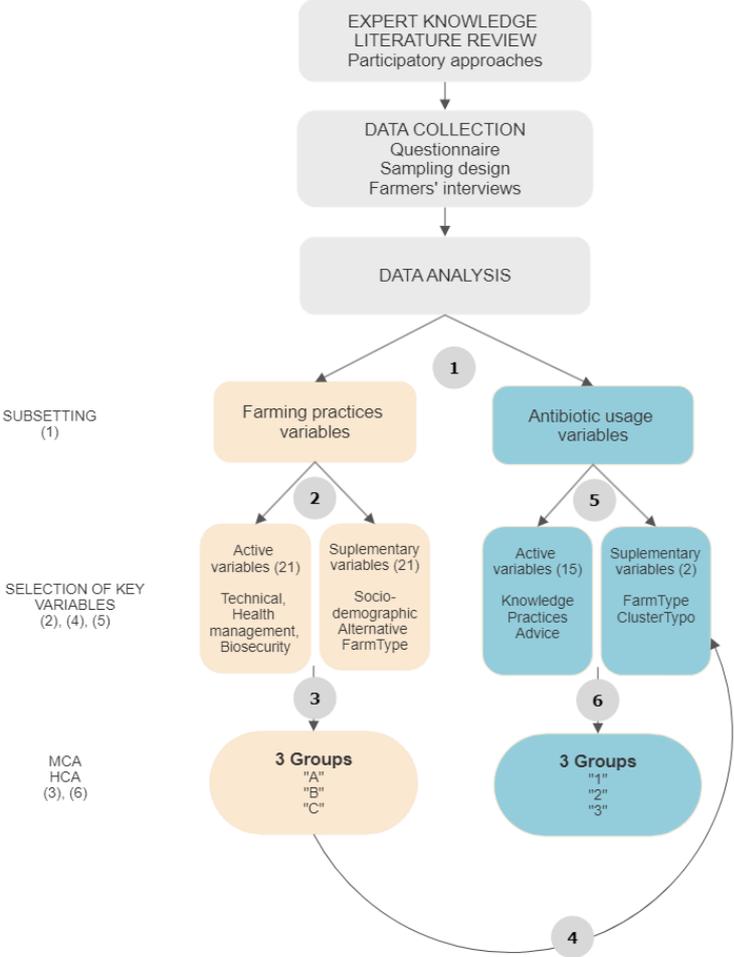
Farmers who did not answer the question “do you use antibiotics” were excluded from the dataset. Two sub-datasets were created: farmers who used antibiotics in which the multivariate analysis was conducted and farmers who did not use antibiotics.

A Multiple Correspondence Analysis (MCA) followed by a Hierarchical Cluster Analysis (HCA) were performed to classify farm groups displaying the same characteristics and antibiotic usages (Husson et al., 2017). We used the Principal Components (PC) that explained more than 50% of the total variance from the MCA for the HCA with consolidation according to Ward’s method applied to individuals situated in a Euclidian space (Husson et al., 2017). The number of factors were determined based on the loss of within-group inertia and the interpretability of the classes. The similarity between individuals was explored by assessing the relationships between variables and then assigning them into farm groups (clusters) according to the pattern of variables (Husson et al., 2017).

We separated the 192 variables obtained from the questionnaire into 154 farming practice variables and 38 ABU variables.

To create the typology of farming practices, out of the 154 variables, we introduced 21 relevant variables in the first MCA/HCA as active variables and 22 as supplementary variables. The number of key variables is usually recommended to be 5 times less than the sample size (Alvarez et al., 2018). The other variables were removed because they were either compiled into a new one, correlated with other variables that were homogeneous in response, or not addressed by all respondents (Ornelas-Eusebio et al., 2020). The 3 groups were described from categories that were overexpressed (p-value less than 5%) in the group and they were transformed into a new variable called, *ClusterTypo*.

To create the typology on ABU, out of the 38 ABU variables, 15 were included in the second MCA/HCA. Then, *ClusterTypo* was introduced in the analysis as a supplementary to identify the association between farming practices and ABU (Fig. 2).

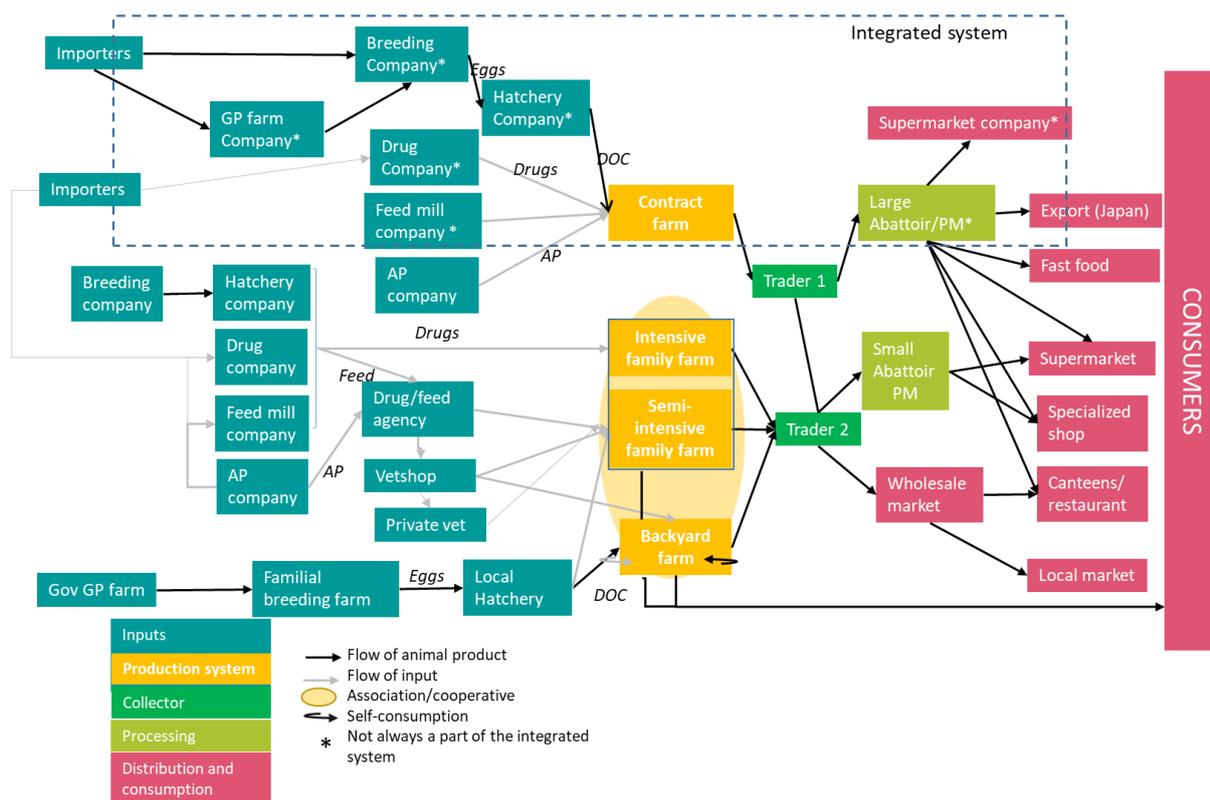


**Figure 2.** Framework of the methodological process for typology of farming practices and antibiotic usage patterns. Adapted from (Alvarez et al., 2018).

### 3. Results

#### 3.1. Semi-structured interviews

Thirty-four interviews were conducted in Hanoi and Ho Chi Minh City from November 2019 to April 2020 with 18 experts from the public sector and 16 from the private sector. We identified 4 production systems characterised by their socio-demographic data, farm management, value chain, and antibiotic usage. Each farming system was defined according to its farm characteristics, place within the chicken value chain, health management, and antibiotic use (Fig. 3).



**Figure 3.** Description of the chicken production value chain in Vietnam from stakeholders’ interviews in 2020.

AP: Alternative products; GP: Grandparents; PM: Process manufactory; DOC: day-old chicks.

### 3.2. Description of the study population

Out of the 125 selected farms, 7 were initially removed from the dataset, and 7 did not use any antibiotics (Supplementary materials). The MCA/HCA analysis was performed on 111 farms 54 in Hanoi province and 57 in Long An province. In total, we surveyed 22 (19.8%) backyard, 28 (25.2%) semi-intensive, 37 (33.3%) intensive and 24 (21.6%) contract farms. Socio-demographic data are presented in Table 1.

### 3.3. Typology of farming practices

We selected the first six components of the MCA that explained 50% of the total variance to perform the HCA (supplementary materials). We then selected three groups based on the total loss of inertia and the ability to describe them (Husson et al., 2017). We called these A, B, and C (Fig. 4). The active variables that best characterised the partitioning into three groups were: the main outlet of the farm’s products, the source of supply of Day-Old Chicks (DOCs) or pullets, duration of the downtime period, whether fed with cereals, and the presence of a biosecurity protocol (supplementary materials).

Group A included 27 farms, which mainly raised exotic breed chickens in a closed, equipped building with biosecurity measures. This system was characterised by the full integration of the farm through a contract with a chicken company (from DOC to final product) for most of the farms. Farmers were young (under the age of 30), had less than 5 years of experience, and graduated from college or further higher education.

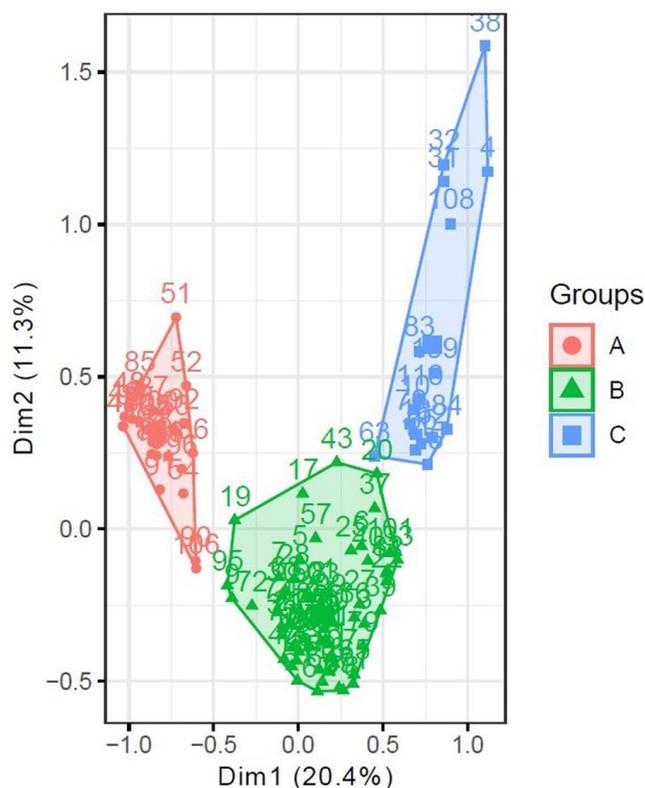
**Table 1.** Socio-demographic characteristics of the 111 Vietnamese chicken farms surveyed in 2020.

Variables		Total n (%)
Gender	Male	85 (76.6)
	Female	26 (23.4)
Age group	<30	13 (11.7)
	30-45	28 (25.2)
	46-60	51 (46.0)
	>60	19 (17.1)
Education	Illiterate/primary school	6 (5.4)
	Secondary school	49 (44.1)
	High school	38 (34.2)
	College or higher	18 (16.2)
Occupation	Owner	98 (88.6)
	Employee	13 (11.4)
Year farming experience	<5	21 (18.9)
	5-10	34 (30.6)
	11-15	21 (18.9)
	>15	32 (28.8)
Farm status	Family	87 (78.4)
	Contract/company	24 (21.6)
Type main of chicken	Broilers	70 (63.0)
	Laying hens	36 (32.4)
	Roosters	5 (4.6)
Chicken breed	Foreign	37 (33.3)
	Crossbreed	43 (38.7)
	Local	31 (28.0)

Group B included 67 farms, mainly raising crossbreed chickens (mix between a local and an exotic breed) raised in a semi-confined system without automatic facilities and biosecurity. DOCs and/or pullets were usually supplied by a local hatchery or hatchery companies and the farm products were sold mostly through middlemen. The respondents were experienced farmers (more than 15 years) and graduated from secondary school. They combined poultry production with other agriculture-related activities and worked alone or with their family.

Group C included 17 farms, raising local breed chickens in semi-confined or in a free-range system in contact with other poultry. DOCs and pullets were produced on-farm and chickens were raised mainly for their own consumption or sold directly. Poultry production was not their main activity and represented less than 25% of their income. The 3 groups are fully described in the supplementary materials.

From these groups a new variable, called *ClusterTypo* was created with the 3 groups as categories.



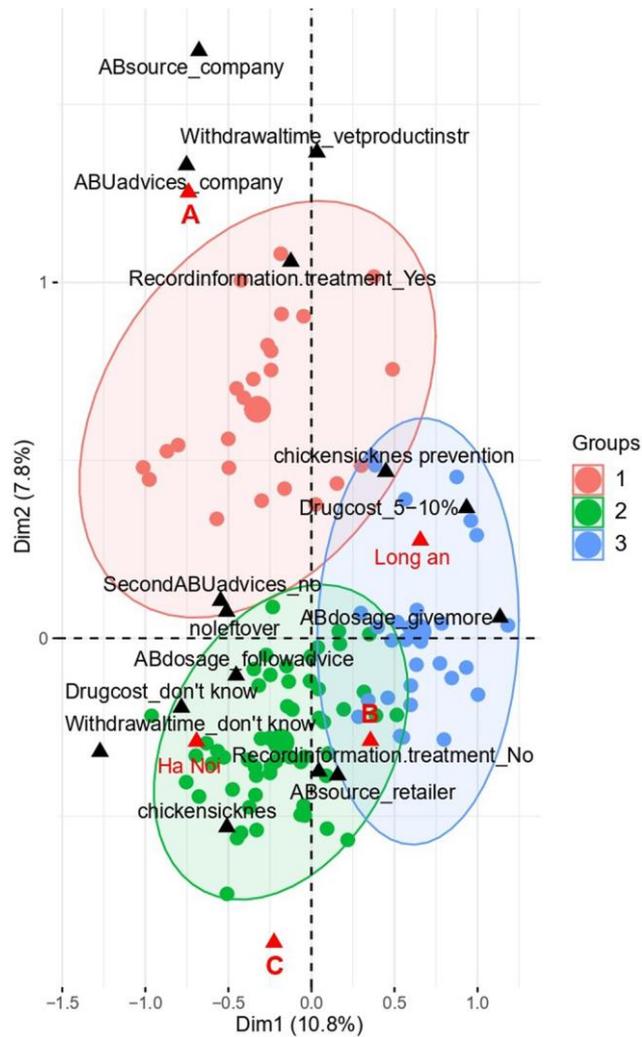
**Figure 4.** Projection of the 111 Vietnamese chicken farms on the first two dimensions within the 3 groups identified through MCA and HCA performed on farming practices variables.

### 3.4. Typology of antibiotic usage

We selected the first six components of the MCA, explaining 50% of the total variance, to perform the HCA (supplementary material). From the HCA, we selected three groups (named 1, 2 and 3, Fig. 5) based on the total loss of inertia and the ability to describe them.

The active variables that best characterised the partitioning into three groups were: the primary source of advice (*ABUadvice*), the source of AB supply (*source*), recording information on the treatment (*Record information. treatment*), the dosage of antibiotics (*ABdosage*), and the secondary source of advice (*SecondABUadvice*).

Group 1 (n=25) included farmers who sought advice on ABU from companies (chicken, drug, or feed company) from which they also purchased antibiotics. Antibiotics were used for prevention and treatment, according to the recommendations provided by the company. Group 2 (n=57) included farmers who used AB according to the advice provided by the local drugstore or veterinarian. They purchased antibiotics from retailers (local veterinarians or drugstores). Antibiotics were only used for treatment and according to retailer instructions. Finally, group 3 (n=29) did not seek professional advice and used AB based on their own experience. Antibiotics were used for treatment and prevention at a higher dosage and duration than indicated by the veterinarian or indicated on the product (the details are shown in table 2).



**Figure 5.** Projection of the 111 Vietnamese chicken farms on the first two dimensions within the 3 groups identified through MCA and HCA performed on antibiotic usage patterns. In black: categories of variables that most characterise the farms; in red: ClusterTypo

### 3.5. Association between farming practices and antibiotic usage patterns

The results showed that group A was associated with group 1 (88% of farms in group A are in group 1), group B with group 3 (86.2%), and group C with group 2 (24.6%) (Fig. 5).

**Table 2.** Frequency of ABU variables categories according to the 3 groups on ABU patterns identified from the MCA/HCA performed on the 111 Vietnamese chicken farms surveyed in 2020. Categories that are over-represented within each group figure in bold and under

Variables	AB farms (n=111)	Group 1 (n=25)		Group 2 (n=57)		Group 3 (n=29)	
<b>KNOWLEDGE</b>							
AB definition							
Correct	6 (5.4%)	1 (4.0%)		4 (7.0%)		1 (3.4%)	
Partially correct	66 (59.5%)	14 (56.0%)		28 (49.1%)	*	24 (82.8%)	**
Incorrect	39 (35.1%)	10 (40.0%)		25 (43.9%)		4 (13.8%)	**
Source of training							
Public	10 (9.0%)	0 (0.0%)		1 (1.8%)	**	9 (31.0%)	***
Private	38 (34.2%)	10 (40.0%)		22 (38.6%)	*	6 (20.7%)	
Both	10 (9.0%)	4 (16.0%)		5 (8.8%)		1 (3.4%)	
No training	53 (47.8%)	11 (44.0%)		29 (50.9%)		13 (44.8%)	
Record information on treatment							
Yes	29 (26.1%)	18 (72.0%)	***	2 (3.5%)	***	9 (31.0%)	
No	82 (73.9%)	7 (28.0%)	***	55 (96.5%)	***	20 (69.0%)	
<b>USAGE</b>							
Reason							
Treatment	52 (46.9%)	7 (28.0%)	*	40 (70.2%)	***	5 (17.2%)	***
Treatment prevention	59 (53.1%)	18 (72.0%)	*	17 (29.8%)	***	24 (82.8%)	***
Growth promotion	0 (0.0%)	0 (0.0%)		0 (0.0%)			
AB in the feed							
Yes	12 (10.8%)	2 (8.0%)		3 (5.3%)		7 (24.1%)	*
No	99 (89.2%)	23 (92.0%)		54 (95.7%)		22 (75.9%)	*
<b>ADVICE</b>							
First source of advice							
Company	27 (24.3%)	23 (92.0%)	***	3 (5.3%)	***	1 (3.4%)	**
Drugstore	34 (30.6%)	1 (4.0%)	***	28 (49.1%)	***	5 (17.2%)	
Local veterinarian	15 (13.5%)	0 (0.0%)	*	14 (24.6%)	***	1 (3.4%)	
Own experience	35 (31.5%)	1 (4.0%)	***	12 (21.1%)	*	22 (75.9%)	***
Second source of advice							
Company	14 (12.6%)	6 (24.0%)	*	5 (8.8%)		3 (10.3%)	
Drugstore	16 (14.4%)	1 (4.0%)		2 (3.5%)	***	13 (44.8%)	***
Local veterinarian	7 (6.3%)	1 (4.0%)		14 (24.6%)		2 (6.9%)	
Other farmers	9 (8.1%)	0 (0.0%)		5 (8.8%)		4 (13.8%)	
Own experience	11 (9.9%)	0 (0.0%)		12 (21.1%)		5 (17.2%)	
No	54 (48.6%)	No	*	35 (61.4%)	**	2 (6.9%)	***
<b>PRACTICES</b>							
Source of AB							
Company	21 (18.9%)	20 (80.0%)	***	0 (0.0%)	***	1 (3.4%)	**
Retailers	90 (81.1%)	5 (20.0%)	***	57 (100.0%)	***	28 (96.5%)	**
Drug cost							
<3%	15 (13.5%)	2 (8.0%)		12 (21.1%)	*	1 (3.4%)	
3-5%	11 (9.9%)	1 (4.0%)		8 (14.0%)		2 (6.9%)	
5-10%	30 (27.0%)	7 (28.0%)		4 (7.0%)	***	19 (65.5%)	***
>10%	18 (16.2%)	5 (20.0%)		8 (14.0%)		5 (17.2%)	
Don't know	37 (33.3%)	10 (40.0%)		25 (43.9%)	*	2 (6.9%)	***
Dosage							
More	27 (24.3%)	2 (8.0%)		5 (8.8%)	***	20 (69.0%)	***
Follow advice	79 (70.3%)	20 (80.0%)		51 (89.5%)	***	7 (24.1%)	***
Less	6 (5.4%)	3 (12.0%)		1 (1.8%)		2 (6.9%)	
Duration							
More	9 (8.1%)	0 (0.0%)		3 (5.3%)		6 (20.7%)	*
Follow advice	83 (74.8%)	21 (84.0%)		48 (84.2%)	*	14 (48.3%)	***
Less	5 (4.5%)	0 (0.0%)		0 (0.0%)	*	5 (17.2%)	***

Until recover	14 (12.6%)	4 (16.0%)		6 (10.5%)		4 (13.8%)	
<i>Administer all chickens</i>							
Yes	89 (80.2%)	19 (76.0%)		43 (75.4%)		27 (93.1%)	*
No	22 (19.8%)	6 (24.0%)		14 (24.6%)		2 (6.9%)	*
Measure not cured							
Ask for advice	21 (18.9%)	4 (16.0%)		7 (12.3%)		10 (34.5%)	*
Cull	5 (4.5%)	1 (4.0%)		2 (3.5%)		2 (6.9%)	
Change AB	79 (71.2%)	19 (76.0%)		43 (75.4%)		17 (58.6%)	
Don't have the case	6 (5.4%)	1 (4.0%)		5 (8.8%)		0 (0.0%)	
Withdrawal time							
Veterinarian or product instruction	15 (13.5%)	10 (40.0%)	***	2 (3.5%)	*	3 (10.3%)	
Own experience	81 (73.0%)	11 (44.0%)	***	45 (79.0%)		25 (86.2%)	
Don't know	15 (13.5%)	4 (16.0%)		10 (17.5%)		1 (3.4%)	
Leftover							
Keep	38 (34.2%)	4 (16.0%)	*	16 (28.1%)		18 (62.1%)	***
Throw away	13 (11.7%)	2 (8.0%)		5 (8.8%)		6 (20.7%)	
No leftover	60 (54.0%)	19 (76.0%)	*	36 (63.2%)		5 (17.2%)	***
<b>SUPPLEMENTARY VARIABLES</b>							
Farm type							
Backyard	22 (19.8%)	0 (0.0%)	**	18 (31.6%)	**	4 (13.8%)	
Semi-intensive	28 (25.2%)	2 (8.0%)	*	17 (29.8%)		9 (31.0%)	
Intensive family	37 (33.3%)	3 (12.0%)	**	19 (33.3%)		15 (51.7%)	*
Contract	24 (21.6%)	20 (80.0%)	***	3 (5.3%)	***	1 (3.4%)	**
ClusterTypo							
A	26 (23.4%)	22 (88.0%)	***	3 (5.3%)	***	1 (3.4%)	**
B	68 (61.3%)	3 (12.0%)	***	40 (70.2%)		25 (86.2%)	**
C	17 (15.3%)	0 (0.0%)	**	14 (24.6%)	**	3 (10.3%)	

We then tested the association between the pattern of ABU and the farming practice variables including socio-demographic variables. The Long An province was statistically associated with group 3 and Hanoi province was associated with group 2 (Table 3).

**Table 3.** Association between categories of farming practice variables and the three ABU patterns that are statistically ( $p < 0.05$ ) significant.

Group	Category of farming practices variable	p.value	Group	Category of farming practices variable	p.value
1	DOC/pullet supplier_chicken company	$1.1 \times 10^{-12}$	2	Technical record_No	$4.6 \times 10^{-8}$
	Technical Record_Yes	$3.2 \times 10^{-12}$		Automatic water_No	$1.4 \times 10^{-6}$
	Employees_Yes	$1.9 \times 10^{-10}$		Province_Hanoi	$3.2 \times 10^{-6}$
	Protocol of biosecurity_Yes	$6.0 \times 10^{-10}$		Protocol of biosecurity_No	$3.9 \times 10^{-5}$
	Breed_foreign	$3.4 \times 10^{-9}$		Income from poultry activity_<25%	$2.1 \times 10^{-4}$
	Automatic water_Yes	$1.8 \times 10^{-8}$		Pest control_No	$4.5 \times 10^{-4}$
	Entering in the farm_ vet and staff only	$6.1 \times 10^{-7}$		Employees_No	$6.7 \times 10^{-4}$
	Investment source_company	$2.4 \times 10^{-6}$		Hire land_No	$7.2 \times 10^{-4}$
	Housing_inside	$5.6 \times 10^{-6}$		Education_secondaryschool	$8.1 \times 10^{-4}$
	Deworming_No	$6.3 \times 10^{-5}$		Cereals_Yes	$1.1 \times 10^{-3}$
	Hire land_Yes	$1.7 \times 10^{-4}$		Productive crop_Yes	$2.0 \times 10^{-3}$
	Age_<30	$1.7 \times 10^{-4}$		Main activity_agriculture	$4.9 \times 10^{-3}$
	Main activity_poultry	$2.6 \times 10^{-4}$		Entering in the farm_different visitors	$5.4 \times 10^{-3}$
	Scavenging feed_No	$4.7 \times 10^{-4}$		Main outlet_own consumption	$7.8 \times 10^{-3}$
	Cereals feed_No	$6.6 \times 10^{-4}$		Chicken breed_cross breed	$2.3 \times 10^{-2}$
	Anticoccidial drugs_No	$8.0 \times 10^{-4}$		Following tim_<2 weeks	$2.7 \times 10^{-2}$
	Income from poultry activity_don't know	$3.2 \times 10^{-3}$		Family worker_Yes	$3.1 \times 10^{-2}$
	Start working on the farm_<5	$4.3 \times 10^{-3}$		Investment source_own money	$3.3 \times 10^{-2}$
	Education_College/higher	$5.6 \times 10^{-3}$		Deworming_Yes	$3.9 \times 10^{-2}$
	Productive crop_No	$7.7 \times 10^{-3}$		Main outlet_direct selling	$4.0 \times 10^{-2}$
	Pest control_Yes	$9.9 \times 10^{-3}$		DOC/pullet supplier_trader/market	$4.0 \times 10^{-2}$
	Following period_2 weeks	$1.0 \times 10^{-2}$		Investment source_own money and bank	$4.5 \times 10^{-2}$
	Borrow money_No	$2.0 \times 10^{-2}$	Group	Category of farming practices variable	p.value
	Feed cost_51-65%	$2.1 \times 10^{-2}$	3		
	Experience of farming_<5	$2.2 \times 10^{-2}$		Province_Long An	$5.2 \times 10^{-8}$
	Income from poultry activity_76-100%	$2.9 \times 10^{-2}$		Main outlet_middle men	$2.9 \times 10^{-6}$
	Other animals_Yes	$4 \times 10^{-2}$		Feed cost_65-80%	$3.3 \times 10^{-4}$
	Give an alternative to sick animals_vitamins electrolytes or probiotics	$5.0 \times 10^{-2}$		Breed_local	$1.6 \times 10^{-3}$
				Employee_No	$1.7 \times 10^{-3}$
				Scavenging feed_Yes	$1.2 \times 10^{-2}$
				Alternative product in feed_probiotic Vitamin electrolyte detox	$1.4 \times 10^{-2}$
				Anticoccidial drugs_Yes	$2.1 \times 10^{-2}$
				Housing_in and out	$3.6 \times 10^{-2}$

## 4. Discussion

In this study, we identified three chicken production systems associated with three different ABU patterns. This exploratory approach allowed us to anticipate an ABU pattern based on the production system adopted by the farms in northern and southern Vietnam. The relationship between the production system and ABU in Vietnam has been explored before (Kim et al., 2013; Luu et al., 2021). But to our knowledge, this is the first study to explore the association between farming practices (as a group or by individual variables) and patterns (which group several variables associated with each other) of ABU in northern and southern Vietnam.

From the multivariate analysis, we identified three contrasting chicken production systems. Group A represents a very distinct group of contract farms comprising of a vertical integration by foreign multinationals (Duc and Long, 2008). The company provides all supplies to the integrated farm including AB and sells the meat and eggs to supermarkets or catering facilities. Group B consists of family commercial farms that have developed a market-oriented production of hundreds to thousands of hybrid chickens, sold on the local market, raised in a semi-confined system and fed with commercial feed. Group C is made of backyard farms characterised by a few dozen local breed chickens raised in an extensive system for the household's own consumption. Our results are in line with those found in the literature (Burgos et al., 2007; Delabougliuse, 2015; Desvaux et al., 2008b; Duc and Long, 2008). It is noteworthy that the respondents from the semi-structured interviews divided group B into two production systems: intensive and semi-intensive family commercial farms. The combination of these two groups into a single group suggested that they shared similar characteristics and that intensification is not necessarily synonymous with industrialisation (Robinson et al., 2011).

The use of antibiotics for preventive purposes in livestock production is common in Vietnam (Carrique-Mas et al., 2015; Luu et al., 2021; Truong et al., 2019) and was, in the present study, found to be associated with contract and commercial farms (group A and B). The AB misuses (improper dosage, no professional advice) of group 3 were found to be associated with the family and commercially oriented production system (group B) that use more antibiotics than backyard farms (group C). Our findings are concordant with previous results that have shown that intensive farms use higher levels of antibiotics than backyard (Luu et al., 2021). Farmers who consume their own products tend to use fewer antibiotics for prevention (Kim et al., 2013) than commercially oriented systems.

In our study, no farmers reported the use of antibiotics as growth promoters, which was also found in other studies conducted after the implementation of the law (Luu et al., 2021; Pham-Duc et al., 2019) compared to previous studies (Kim et al., 2013). As using AB for growth promotion and prevention may be difficult to distinguish and may be under reported by farmers (Coyne et al., 2020a), these results should be taken with caution. From semi-structured interviews, the addition of AB for growth promotions is still reported by respondents and more than half of the farmers (53,1%) reported using AB for both treatment and prevention. Eleven farms reported mixing AB into the feed and 10 used it after the 21 days allowed by the government (Government of the Socialist Republic of Vietnam, 2020). These practices are associated with the group B. With a total ban of AB in feed for prophylaxis purposes planned for 2025, there is an urgent need to raise awareness among farmers and specifically target commercial family farmers.

Group C was associated with a pattern of ABU where farmers comply with the dosage instructions provided by retailers and better ABU (group 2), while group B was associated with a pattern where farmers do not follow the recommended dosage and use higher amounts of antibiotics (group 3). Another study reported that semi-industrial farms (that shared common characteristics with group B) have higher compliance with dosage than backyard (related to group C) (Luu et al., 2021). Our findings can be explained because group B is a large group that might include some farms that lie at the limit between backyard and family commercial farms. Increasing the biosecurity protocol of commercial farm could be a way to reduce the usage of antibiotic in commercial farm. In group A, the antimicrobial-decision-making system is driven by the company's orientation. When facing to a disease, farmers must call the veterinarian or the technician of the company, that will decide to give AB or not. Farmers also have a precise husbandry protocol with the vaccination and AB (in prevention) schedule. Targeting these companies is therefore an approach that can help to reduce ABU in integrated farms. We identified an association between the ABU pattern of group 2 with Long An province and of group 3 with Hanoi province. This difference between provinces can be explained by the fact that data collection was conducted by two different teams using different tools (paper version and tablet). However, no differences were identified between provinces regarding the typology of farming practices. We can hypothesise that the higher dosages of antibiotic observed in Long An province can be explained by a lower quality of the drug, as it has been found in the Mekong delta in south Vietnam (Yen et al., 2019a). There is also a greater weather variation in the north which was associated with seasonal variation of outbreaks of highly pathogenic avian influenza while it was not the case in the south (Delabougliise et al., 2017). It has also been shown that the higher proportion of large-scale farms in the south was associated with the presence of more drugstores (Delabougliise, 2015). However, those differences don't correspond to our findings. It suggests that other factors could have an impact on the antibiotic usage such as political factors in relation with the organisation of the Vietnamese government.

The high proportion of farmers using antibiotics on the basis of their own experience has been widely documented in Vietnam (Kim et al., 2013; Pham-Duc et al., 2019; Truong et al., 2019). This practise is facilitated by the availability of cheap drugs (Carrique-Mas et al., 2019) over the counter (Carrique-Mas et al., 2015) as in other countries in Southeast Asia (Lekagul et al., 2020; Om and McLaws, 2016) and in the human health sector (McKinn et al., 2021). Drugstores have already been shown to be the main source of advice and supply for small-scale farms (Phu et al., 2019). But advice must progress towards more prudent ABU to efficiently reduce ABU. Drugstores must also to be included in the process of reducing antibiotic usage in Vietnam by improving their awareness and knowledge. Indeed, a three-year intervention study has demonstrated that providing professional advice to farmers on small-scale farms leads to a reduction in ABU (Phu et al., 2021). Currently, there is no surveillance system for ABU and ABR in Vietnam, developing it, is one of the objectives of the NAP. As experienced in a recent study, AB monitoring at drugstores level is a way to develop ABU surveillance in Vietnam (Le Thi Thu et al., 2021). The new circular on prevention may also be a way of surveillance but further studies on the level of compliance of drug sellers in issuing prescriptions should be conducted.

Our study presents some limitations. As antibiotic usage can be a sensitive subject, especially when farmers do not comply with recommendations or regulations, answers related to the misuse or overuse of antibiotics may be biased. Moreover, a misunderstanding of the definition of antibiotics can also lead to erroneous answers. We limited this bias by adding farm observations and an explanation of the definition of antibiotics.

## 5. Conclusions

This study showed different ABU across various chicken production systems in Vietnam, suggesting that the ABU pattern can be associated with socio-economic and technical factors. Considering the urgency to reduce and improve ABU in Vietnam, the findings from this study may contribute to developing targeted communication strategies. In the context of the implementation of new legislation, this study can provide evidence of antibiotic usage practices that are necessary to develop targeted interventions to increase the compliance of farmers in reducing their antibiotic use. Family commercial farms should be targeted to emphasise the need to seek professional advice, which is associated with better ABU. The other target population could be drugstores, private veterinary practitioners or corporate veterinarians that provide direct advice to farmers and could act as information relays and provide leverage to foster better ABU on chicken farms in Vietnam.

## Data statement

Dataset and script used to produce the analysis and figures of this publication are available at: [https://github.com/loire/AMU\\_ChloeBatie2022](https://github.com/loire/AMU_ChloeBatie2022).

## Acknowledgments

We are grateful to all the participants of the study. We thank the staff of the province of Hanoi and Long An for their support for the sampling of the farms. We also thank Thi Le Quyen and Nguyen Cong Dinh from the National Institute of Animal Sciences (NIAS) for the data collection in Hanoi province and Nguyen Thi Kieu Trinh and Nguyen Thi Phuong Trang from Nong Lam University (NLU) for the data collection in Long An province and Marion Bordier for her help to conduct the semi-structured interviews in Hanoi. We also thank Anita Saxena for the professional English proof reading.

This study is part of the ROADMAP (Rethinking of Antimicrobial Decision-Systems in the Management of Animal Production) project and has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Grant Agreement No. 817626. This work was also funded in part by the GREASE platform in partnership ([www.grease-network.org](http://www.grease-network.org)). We would also like to thank the InterRisk Program at Kasetsart University (Bangkok) for providing the scholarship of Dr Hà Thi Thu Le.

Preliminary results were presented at the *One Health Antimicrobial Stewardship Conference, online, 10–11 March 2021*, as a pre-recorded video presentation and at the *SVEPM Conference, online, 24–26 March 2021* as a poster presentation.

## Implication pour le travail de recherche

Cette étude nous a permis de confirmer les résultats obtenus lors de l'étude exploratoire ainsi que de compléter la caractérisation des systèmes de production de poulets. Notre étude confirme ainsi que l'utilisation d'approches participatives et statistiques sont des méthodes complémentaires pour évaluer l'hétérogénéité des systèmes de production de poulets au Viêt Nam. La typologie à dire d'expert nous est apparu comme une étape nécessaire pour sélectionner les variables actives et supplémentaires lors de l'analyse factorielle. De plus, cela permet de valider la typologie obtenue statistiquement et d'obtenir une classification ayant du sens selon une perspective locale (Kuivanen et al., 2016).

Ainsi, suite à l'analyse multifactorielle, trois systèmes de productions semblables à ceux déterminés dans le chapitre 1 ont été identifiés. Ces systèmes de production ont été décrits selon des facteurs socioéconomiques, techniques, de gestion de la santé et de leur utilisation des antibiotiques. Notre étude a montré une association entre utilisation des antibiotiques et système d'élevage montrant une influence des facteurs techniques, sociaux et économiques sur l'utilisation des antibiotiques. Le processus de décision d'utiliser des antibiotiques est ainsi fortement lié au système auquel l'éleveur appartient. Ainsi dans le cas des élevages intégrées, décisions semblent être prises par la compagnie intégratrice. Les élevages familiaux commerciaux utilisent des antibiotiques selon leur propre expérience. Les élevages de basse-cour utilisent des antibiotiques selon les recommandations des vendeur·ses de médicaments. Cette étude montre ainsi la nécessité d'aborder la question de l'UAB selon les systèmes de production.

Notre étude montre aussi le lien entre la chaîne de production de poulets et la chaîne de distribution du médicament vétérinaire. Celle-ci a été partiellement présentée lors du chapitre 1 mais nécessite d'être complétée. De plus, l'étude exploratoire a révélé la mise en place de nouvelles réglementations dans le cadre d'adoption du plan d'action national 2017-2021 modifiant les conditions d'utilisation des antibiotiques mais aussi de vente. On peut donc ainsi se demander comment la chaîne de distribution du médicament vétérinaire est organisée et quels sont les facteurs influençant la mise en œuvre de ces nouvelles réglementations.

## Chapitre 3 : Etude de la mise en œuvre de réglementations pour réduire l'utilisation des antibiotiques

### Préambule chapitre 3

Lors de l'étude exploratoire nous avons identifié diverses stratégies pour diminuer l'utilisation d'antibiotiques. La mise en place de nouvelles réglementations via l'adoption du plan d'action national de lutte contre la RAB par le gouvernement a ainsi été citée plusieurs fois. Ces réglementations doivent permettre la réduction de l'utilisation des AB, mais selon les expert-es interrogé-es, elles seraient difficilement applicables en raison de certains facteurs culturels et socio-économiques.

Afin de mieux comprendre ces facteurs nous avons réalisé une cartographie et une analyse des parties prenantes de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire, incluant les antibiotiques et les additifs alimentaires alternatifs (AAA). Grâce à ce travail nous avons pu détailler comment la chaîne de distribution du médicament vétérinaire est organisée, comprendre la position des parties prenantes de cette chaîne vis-à-vis des réglementations, identifier les facteurs qui influencent la mise en œuvre de celles-ci. Et finalement, nous avons pu décrire comment les nouvelles réglementations sont comprises, acceptées, et appliquées par les parties prenantes de cette chaîne.

La principale réglementation entourant le médicament vétérinaire au Vietnam est la loi sur la médecine vétérinaire ou la loi sur la santé animale (National Assembly, 2015). Cette loi promulguée en 2015 définit le médicament vétérinaire, ainsi que les conditions d'importation, de production, de distribution, de vente et de prescription. Cette loi a ensuite été complétée par des décrets et circulaires pour en spécifier les conditions d'application. Une autre loi d'importance concerne la loi sur l'élevage promulguée en 2018 (National Assembly, 2018). En effet, dans l'article 12, il est énoncé l'interdiction d'utiliser des antibiotiques en tant que promoteurs de croissance dans l'alimentation. Cette loi a été complétée par un décret publié en 2020, visant à interdire progressivement l'utilisation des antibiotiques dans l'alimentation à usage prophylactique (Government of the Socialist Republic of Vietnam, 2020).

Enfin, une autre régulation majeure a été publiée en 2020 également, afin de rendre obligatoire les prescriptions sur la vente des antibiotiques (MARD, 2020). En effet, les conditions de prescriptions étaient détaillées dans la loi sur la médecine vétérinaire mais les conditions n'étaient pas clairement définies comme cela a été soulevée dans un rapport visant à répertorier et analyser les différentes réglementations entourant le médicament vétérinaire au Viêt Nam. Les autres manquements soulevés par le rapport incluaient entre autres le manque de contrôle de l'alimentation par le gouvernement. Les recommandations de ce rapport étaient aussi de faire une mise à jour des lois et régulations, d'améliorer la coopération entre les acteurs, et de renforcer l'application des régulations (Nguyen Ngoc et al., 2019). Le manque d'application des réglementations a également été pointé du doigt dans différents rapports incluant la sécurité alimentaire (Stark-Ewing, 2018).

Le tableau récapitulatif non exhaustif de ces réglementations est présenté en **annexe 4** et une version chronologique simplifiée des principaux textes déjà présentés en introduction.

Dans la suite de ce chapitre, nous avons décidé de nous focaliser sur le décret 13/2020/ND-CD promulgué en 2020 portant sur l'interdiction progressive d'utilisation des antibiotiques dans l'alimentation à des fins prophylactiques d'ici 2025 et sur la circulaire 12-2020-TT-BNNPTNT

promulgué également en 2020 sur l'obligation progressive pour tous les élevages d'avoir une ordonnance basée sur un examen clinique ou des tests diagnostiques d'ici 2025. Les personnes qualifiées pour établir une ordonnance sont celles autorisées à effectuer des examens médicaux, des traitements et des opérations chirurgicales sur les animaux et les vétérinaires ou titulaires d'un diplôme universitaire en médecine vétérinaire ou vétérinaire-élevages et titulaire d'un certificat de pratique. Nous justifions ce choix par la mise en place récente de ces réglementations et de l'intérêt qu'elles offrent en matière de lutte contre la résistance aux antibiotiques.

Le matériel supplémentaire de l'article 3 est présenté en **annexe 5**. Un résumé pratique a aussi été réalisé dans le cadre du projet ROADMAP et est disponible en **annexe 6**.

## Article 3. Analyse cartographique des parties prenantes de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire

*Les résultats de ce travail sont en cours de révision dans la revue BMC Public Health*

### **Understanding antimicrobial resistance policies implementation in Vietnam: a multilayer analysis of the veterinary drug value chain**

Chloé Bâtie<sup>1\*</sup>, Nguyen Van Duy<sup>2</sup>, Nguyen Thi Minh Khue<sup>3</sup>, Marisa Peyre<sup>1</sup>, Marion Bordier<sup>1,4,5</sup>, Nguyen Thi Dien<sup>3</sup>, Vu Dinh Ton<sup>2</sup>, Flavie Goutard<sup>1,6,7,8</sup>

<sup>1</sup> ASTRE, CIRAD, INRAE, Univ. Montpellier, Montpellier, France,

<sup>2</sup> Centre for Interdisciplinary Research on Rural Development, Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam,

<sup>3</sup> Faculty of Social Sciences, Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam,

<sup>4</sup> CIRAD, UMR ASTRE, Dakar, Senegal

<sup>5</sup> Senegalese Agricultural Research Institute, Dakar, Senegal

<sup>6</sup> CIRAD, UMR ASTRE, Hanoi, Vietnam,

<sup>7</sup> National Institute of Animal Science, Hanoi, Vietnam,

<sup>8</sup> National Institute of Veterinary Sciences, Hanoi, Vietnam

\*: corresponding author

#### **Abstract**

**Background:** Reducing antibiotic use in livestock production has been the target of national action plans worldwide. The Vietnamese plan implemented in 2017 aimed, among others, to strengthen the regulatory network. While a progressive ban of prophylactic antibiotics in feed and the introduction of mandatory prescription have been introduced, the level of implementation remains unknown. This study explores the understanding, acceptance, and application of these regulations among veterinary drug value chain stakeholders and issues recommendations for enhanced implementation.

**Methods:** An iterative stakeholder mapping and analysis of the veterinary drug value chain was conducted in north and south Vietnam. We organized one focus group discussion in Hanoi with 12 participants and conducted 39 semi-structured interviews with governmental authorities, national research centers, foreign partners, and private stakeholders (from importers to users). The discourses were analyzed to (1) map the veterinary drug value chain and interactions among stakeholders, (2) analyze stakeholder posture regarding regulations and (3) identify factors influencing their implementation.

**Results:** From the map of the veterinary drug value chain, we identified 30 categories of stakeholders who expressed different postures on the regulations. Based on the map, the posture, and the analysis of the discourse, we identified 10 factors that could influence their implementation. These factors included stakeholder's perception of the new regulations, gap in knowledge, lack of technical guidance, conflict of economic interest between stakeholders, scale-related management discrepancies, lack of technical and financial capacities to implement the regulations, the presence of an informal distribution channel, international influence, consumer demand for food safety, and the willingness to reduce the burden of antibiotic resistance.

**Conclusions:** It was clearly identified that new regulations are a necessary step to reducing antibiotic usage in Vietnam, but that the lack of local stakeholder involvement combined with technical constraints were barriers to their implementation. The major levers for implementation were identified as working with drug sellers, stricter punishment, and a transition from family production systems to intensive production. Local stakeholders, especially drug sellers, must be more involved in the development of regulations. Small producers, however, have developed innovations that should be mainstreamed.

**Keywords:** Antibiotic resistance, Livestock production, Stakeholder analysis, Regulations, Participatory Approaches

## 1. Introduction

A reduction in antibiotic (AB) usage in human, animal, and environmental sectors is urgently needed worldwide to ensure access to treatment and prevent unnecessary deaths due to antibiotic resistance (ABR) (O'Neill, 2016). This is a complex issue that must be addressed from a One Health perspective (McEwen and Collignon, 2018b). In this regard, the Tripartite Organization (World Health Organization, World Health Animal Organization, and Food and Agriculture Organization) have established a Global Action Plan calling member states to take action (OMS, 2015). In this context, countries have developed and adopted their own National Action Plan (NAP) for the human and agricultural sectors. The Vietnamese NAP against antimicrobial resistance was approved in 2013 and was followed by the NAP for livestock and aquaculture for the period 2017-2020. This was achieved through collaboration between the Ministries of Health and of Agriculture and Rural Development (MARD) (MARD, 2017). Vietnam was the first Southeast Asian country to create a national plan, followed by the Philippines in 2015 (Chua et al., 2021). The main objective of the NAP was to “tackle the human health risk related to ABR by better controlling the usage of antibiotics in livestock and aquaculture”. A new NAP with similar objectives was adopted in 2021 (MARD, 2021) for the period 2021–2025 based on five priorities: raising awareness of ABR, promoting good farming practices and prudent ABU, monitoring ABU and ABR, strengthening international and cross-sectoral collaboration around ABR control, and lastly - the focus of our study - the reviewing and enforcement of new regulations for the improved management of ABU.

Several actions were undertaken to support the latter. The Law on Veterinary medicine, voted by the National Assembly in 2015, was followed by further laws and regulations developed to improve legislation around ABU management. Antibiotic growth promoters (AGPs), that are widely used by

Vietnamese farmers (Kim et al., 2013) and contribute to antibiotic resistance (McEwen and Collignon, 2018b), were banned in 2018 by the Law on Animal Husbandry (National Assembly, 2018). Decree n°13/2020/ND-CP, including specific articles, was designed to progressively ban the usage of AB in the feed for prevention (Government of the Socialist Republic of Vietnam, 2020). A roadmap was developed in 2020, starting with high priority critically important antibiotics, followed by the other AB on the WHO list of critical classes, and finally for all AB classes. The circular n°122020TT-BNNPTNT, published in 2020, defined the prescription conditions (MARD, 2020). A preliminary study conducted in 2020, demonstrated the importance of these two interrelated regulations (Bâtie et al., 2022a).

These regulations also apply to chicken production. The latter is a growing sector in Vietnam (J.D. Cesaro et al., 2019) due to ease of production, little investment required, and high consumer demand. Also, the outbreak of African Swine Fever in 2019 led to a 20% loss in the pig population and the government encouraged the conversion from pig to cattle or poultry production (Nguyen-Thi et al., 2021). Three kinds of chicken production systems exist, integrated farms, family commercial farms and household farms (Bâtie et al., 2022a) with a predominance of small-scale farms (GSOV, 2016). Interestingly, it was found that the different production systems were strongly associated with the antibiotics and alternative feed additives value chain (Bâtie et al., 2022a) Integrated farms were using AB in prevention and treatment according to the advice of veterinarians employed by the integrator and supplied by them, family commercial was using AB in prevention and treatment with higher dosage and according to their own experience, and household used AB in treatment following the advice of drugstores. Both family commercial and household farms bought their AB at the drugstores.

Different solutions exist to reduce antibiotic usage, including the development of new regulations. However, we know that policy implementation is subject to internal and external factors (Brugha, 2000), and that adaptation to the local context is required for effectiveness. The antibiotics value chain and the organisation of policy development has already been described for some projects in Vietnam (Brunton et al., 2019; Pham-Thanh et al., 2020). But interactions between stakeholders have not been explored yet within the context of new regulation implementation. Yet these interactions can have an impact on implementation and must be studied. A systems approach provides a comprehensive understanding and identifies which part of the system is likely to be impacted by the change. Moreover, each stakeholder has their own barriers and motivations to implementing new regulations which must be explored to identify levers for activation. Stakeholder mapping and analysis (SMA) is a methodology that can be used to understand the policy context of a country and to assess the feasibility in term of implementation and enforcement for future policy decisions (Zimmermann and Maennling, 2007). This has already been applied to the veterinary value chain in Laos, leading to the identification of barriers to the implementation of new policies (Poupaud et al., 2021), and to the development of a One Health ABR surveillance system in Vietnam where seven factors preventing its implementation were identified (Bordier et al., 2018).

The purpose of this study is to understand how the progressive ban of AB in feed (n°13/2020/ND-CP) and mandatory prescription (n°122020TT-BNNPTNT) are understood, accepted, and applied by the different stakeholders of the antibiotic and alternative feed additives value chain and to provide recommendations to improve its implementation while reducing the impact on the most vulnerable members of the community.

## 2. Material and methods

We conducted an iterative SMA involving the stakeholders of the antibiotics and alternative feed additives value chain and regulations to reduce antibiotic use in livestock production in Vietnam. We focused on two new regulations that took effect in 2020: the progressive ban of antibiotics in feed (n°13/2020/ND-CP) and mandatory prescription to buy drugs (n°122020TT-BNNPTNT). These regulations were chosen based on a preliminary study (Bâtie et al., 2022a) because of their recent implementation and potential impact on the reduction of antibiotic usage in Vietnam.

The SMA was conducted in three steps (Bordier et al., 2018; Poupaud et al., 2021; Zimmermann and Maennling, 2007): (1) Mapping of the antibiotics and alternative feed additives value chain to determine the position of the stakeholders within the chain; (2) posture of the identified stakeholders regarding the regulations to reduce antibiotic use; and (3) factors influencing the implementation of the new regulations.

### 2.1. Data collection

We first organized a focus group discussion in December 2020 with 12 stakeholders from the antibiotics and alternative feed additives value chain and governmental authorities that control the chain, identified through semi-structured interviews in a preliminary study (Bâtie et al., 2022a). The objectives were to map the antibiotics and alternative feed additives value chain and identify key stakeholders. The discussion was organized around three topics: (1) identification of the stakeholders of the chain and their roles, (2) drawing of the chain and interactions between stakeholders, and (3) identification of existing legislation related to antibiotic use [see Additional file 1]. The three hour in-person focus group was led in Vietnamese by four researchers from the Vietnam National University of Agriculture (VNUA) using participatory epidemiology tools including focus group discussion (FGD) and flow-chart building to obtain information (Catley et al., 2012). The primary researcher (PR) was present remotely and one team member provided simultaneous translation from Vietnamese to English for the PR. The focus group was recorded, the minutes were transcribed and translated into English and the value chain drawn by the participant was translated and copied into a word document.

From March to October 2021, we then conducted semi-structured interviews in north and south Vietnam with the categories of stakeholders identified during the FGD. The interview guide was organized into five main topics: (1) position and role within the antibiotics and alternative feed additives chain, (2) interactions with other stakeholders and the nature of interactions, (3) knowledge and opinions on antibiotic resistance in Vietnam and on the NAP, and (4) barriers and motivations to the application of the two new regulations identified and their expected impacts on the chain [see Additional file 2]. Four interviews were conducted in person and the remaining on line. To identify the respondents' structural positions on the value chain and map their interactions, we reproduced the map obtained from the FGD in PADLET software ([www.padlet.com](http://www.padlet.com)). During the interviews, the screen was shared with the participants and they were asked to locate themselves on the map and describe their interactions with the other stakeholders. The map was updated three times during the data collection. The interviews were audio-recorded and lasted between 60 and 90 minutes. They were conducted in English or French by the PR and another researcher involved in the project translated them into Vietnamese where necessary. Notes were also taken by another researcher and then transcribed and translated into English. Discussion

between the team was done to understand the drug value chain and if necessary, the researchers contacted again the respondents to check uncertain points.

The objectives of the study were explained to the participants prior to the interviews and consent to participate in the study was obtained. Ethical approval was granted from the Ethics Review Board for biomedical research at Hanoi University of Public Health with the application number 020-419/DD-YTCC.

## **2.2. Data analysis**

The maps derived from FGD and semi-structured interviews were compiled and reproduced using a flowchart maker and online diagram software (diagrams.net). The semi-structured interviews were then coded using the qualitative software package NVivo (V.12,2, QSR International). We conducted a deductive, inductive analysis based on predetermined themes which enabled us to identify new themes and sub-codes (Castleberry and Nolen, 2018). The coding was conducted by the primary researcher and the code matrix was validated by the team.

The thematic analysis allowed us to first confirm and improve the map of the antibiotics and alternative feed additives value chain and interactions between stakeholders. Second, each stakeholder interviewed was classified according to their level of legitimacy, resources, and connections to other stakeholders in the chain to determine their posture regarding regulations (Poupaud et al., 2021; Zimmermann and Maennling, 2007). The classification was done by the primary and secondary authors based on the structural position of the stakeholders, and the analysis of the content of the interviews. Third, we identified the factors influencing the implementation of the new regulations using the chain map, stakeholder classification, and semi-structured interview coding (knowledge and opinion of ABR, governmental strategy, barriers and motivations to implement the new regulations). To validate our data, we used multiple sources of information (different respondents, flow chart), observation when possible, and team discussion.

## **3. Results**

### **3.1. Description of focus group and semi-structured interview participants**

Twelve respondents participated in the focus group discussion at the Vietnamese National University of Agriculture (VNUA) in Hanoi, north Vietnam, in December 2020. Four participants were from the public sector (3 from the Sub-department of Animal Health (SubDAH), 1 from the veterinary district station) and 8 from the private sector (3 drug companies, 1 feed and drug company, 2 feed companies, 1 private veterinarian, 1 drug agency level 1).

Thirty-nine interviews were conducted from March 2021 to October 2021 with participants from 4 provinces (Hanoi, Hung Yen, Hai Phong, and Bac Ninh) in north Vietnam and 3 provinces (Hô Chi Minh, Long An, and Dong Thap) in south Vietnam. Participants were from governmental authorities (n=12), private sector (n=18) and foreign partners (n=4). Participants are described in Table 1.

**Table 1.** Socio-demographic characteristics of the respondents of the semi-structured interviews (n=39) in Vietnam in 2021.

Characteristics	Number (n=39)	Characteristics	Number (n=39)
Gender		Category of stakeholders	
Male	27	DAH	1
Female	12	DLP	2
Location		Sub-DAHLP	5
North	28	DARD	1
South	11	Veterinary district station	1
Sector		Communal veterinarian	2
Public sector	13	National research center	1
Private sector	22	Feed company	3
International partner	4	Alternative feed additives company	3
Territorial level		Technician	1
Supra-national	8	Importer/Producer	3
National	10	Distributor	2
Provincial	10	Agencies level 1 and 2	5
District/communal	11	Veterinarian	1
		Integrated farm	1
		Family commercial farm	2
		Household farm	1
		International organization	1
		International research center	2
		International collaboration	1

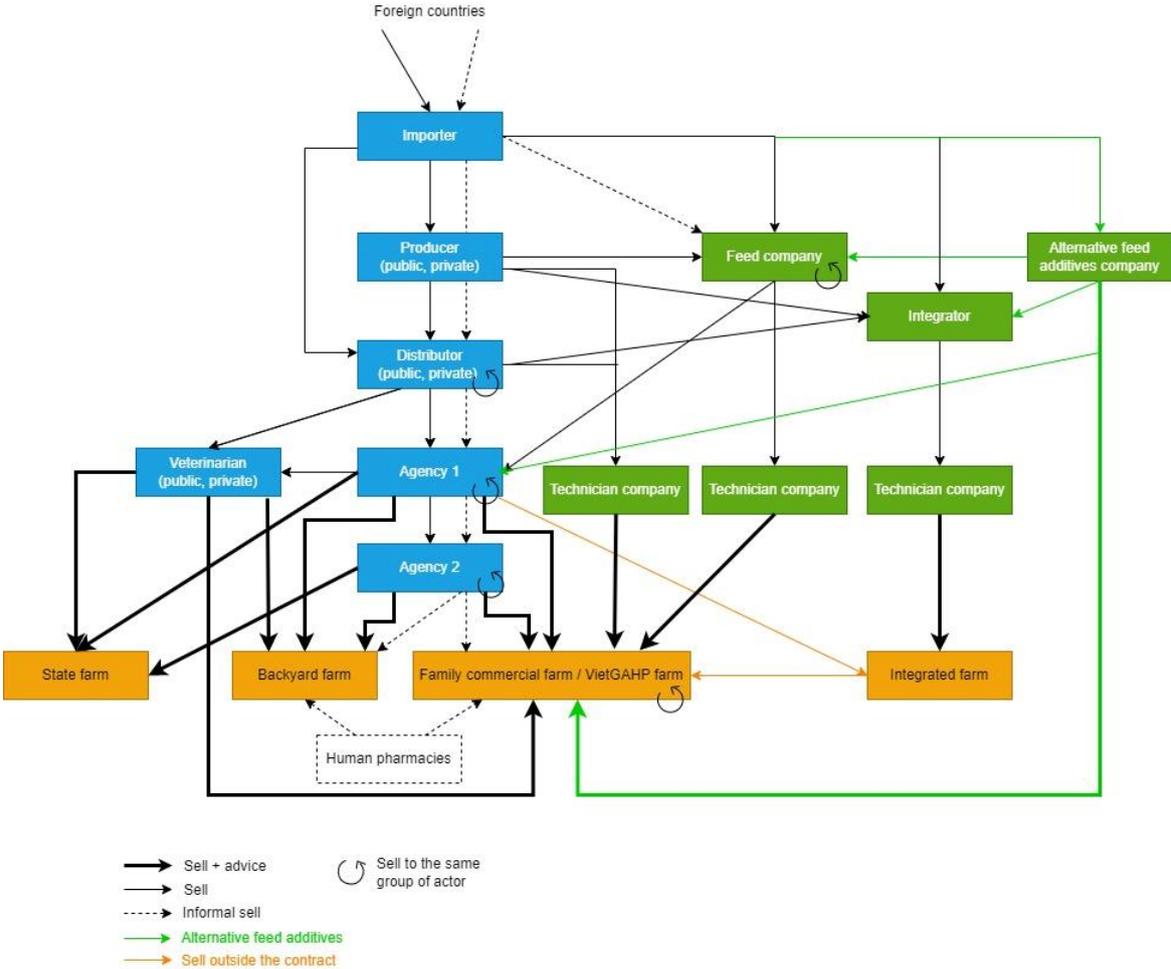
MARD: Ministry of Agriculture and Rural Development; DAH: Department of Animal Health; DLP: Department of Livestock Production; SubDAHLP: Sub-Department of Animal Health and Livestock Production; DARD: Department of Agriculture and Rural Development, agencies level 1 and 2: local drugstores

### 3.2. Position of the stakeholders within the veterinary drug value chain

The veterinary drug value chain, resulting from the mapping conducted during the FGD and semi-structured interviews, is shown in Figure 1. No difference in the structure of the chain was observed between respondents in north and south Vietnam. Finished products are imported or manufactured in Vietnam from imported components. They are then distributed directly to farmers or through agencies. An agency was defined by the participants as a shop selling drugs but also equipment or animal feed and owned by a veterinarian. Agencies 1 and 2 differ in size and source of supply (level-1 agencies is directly connected to drug companies and supply level-2 agencies), and target consumers. A third level was sometimes reported by participants, but as this was inconsistent between the interviews, it was not included in the figure. Based on a previous study (Bâtie et al., 2022a), three kinds of farms with different

sources of inputs and outputs were identified as being the end users. By veterinarians we meant a veterinarian working in an agency or independent, that provided direct advice and drugs to farmers. Technicians were veterinarians employed by a company. These are defined in Table 2.

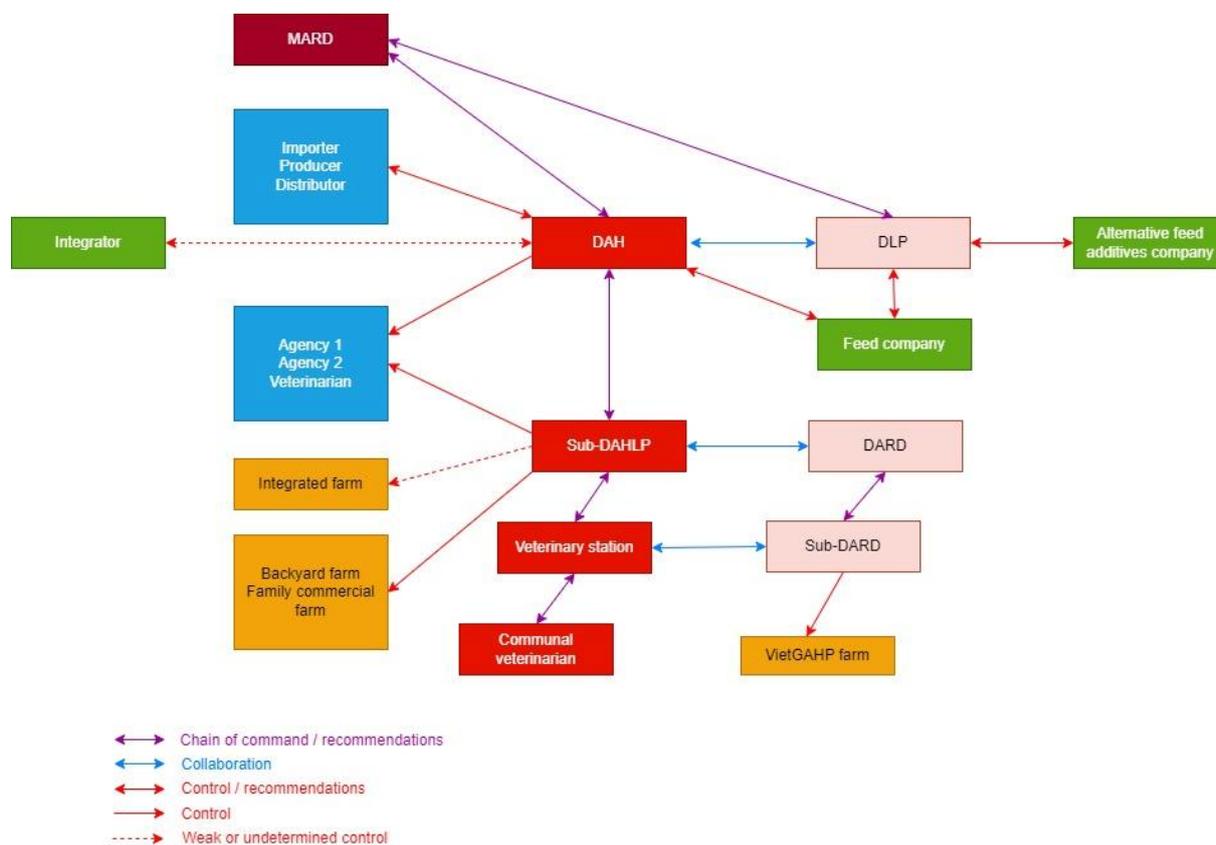
The interactions between the identified stakeholders varied. The agencies sell drugs, feed, and materials for a fee, but they also provide free advice to farmers. These interactions can take place through a contract between farmers or agencies and distributors. In this case, they get preferential prices and goodies if they buy or sell a certain number of drugs. The interactions can also take place across a network of farms, in which a technician employed by an integrator provides the farm with drugs and advice.



**Figure 1.** Organization of the antibiotics and alternative feed additives value chain from focus group discussion (n=12) and semi-structured interviews (n=39) in Vietnam in 2020 and 2021. In bold: sell and give advice; VietGAHP: Vietnamese Good Animal Husbandry Practices.

This chain is controlled by government authorities at different territorial levels as depicted in Figure 2. The Department of Animal Health (DAH) is responsible for controlling the importation, production, and distribution of antibiotics as well as feed mills that produce medicated feed. Feed mills are controlled with the Department of Livestock Production (DLP). The DAH is also responsible for delivering practice certificates to veterinarians. They supervise the Sub-Department of Animal Health (Sub-DAH) at the provincial level which was recently merged with the Sub-Department of Livestock Production

(Sub-DLP) to form the Sub-Department of Animal Health and Livestock Production (Sub-DAHLP). They provide them with information and guidelines on legislation implementation. In return, they receive reports on the situation within each province. The two last administrative level includes veterinary station and communal veterinarian that are operating respectively at the district and communal level. Finally, international organizations, international collaborators, national and international research centers work together, and with the governmental authorities, to provide evidence to develop new policies and technical advice.

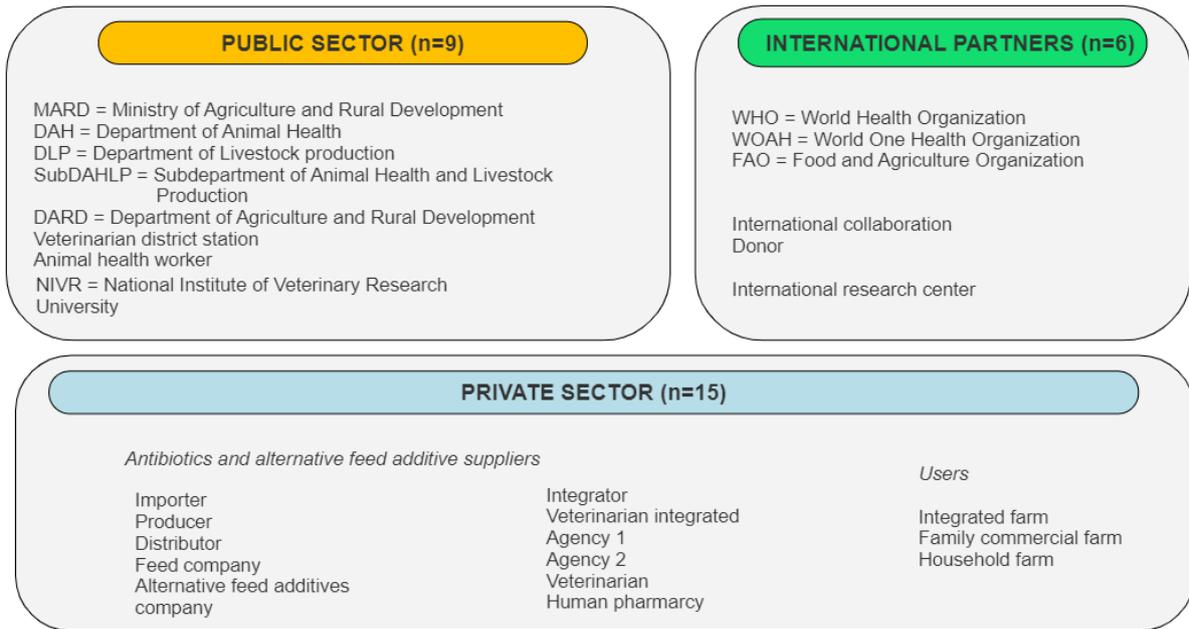


**Figure 2.** Chain of control of the antibiotics and alternative feed additives value chain and chain of command between governmental authorities from focus group discussion (n=12) and semi-structured interviews (n=39) in Vietnam in 2021.

MARD: Ministry of Agriculture and Rural Development; DAH: Department of Animal Health; DLP: Department of Livestock Production; Sub-DAHLP: Subdepartment of Animal Health and Livestock Production; DARD: Department of Agriculture and Rural Development

### 3.3. Posture of the stakeholders regarding the regulations

From the focus group discussion and individual interviews, we identified 30 categories of stakeholders who were concerned by the regulations. They belonged to three groups: the public sector, which included governmental bodies and national research centers (n=9), the private sector, which included stakeholders from importation to final antibiotic users (n=15), and foreign partners (n=6) (Figure 3). The posture of the identified categories of stakeholders according to their level of legitimacy, resources and connections and their role regarding the regulations are summarized in Table 2 and represented in the Figure 4.



**Figure 3.** Categories of stakeholders (n=30) involved in the veterinary antibiotics and alternative feed additives value chain in Vietnam in 2021 from focus group discussion (n=12) and semi-structured interviews (n=39), 2020-2021, Vietnam.

Actors belonged to public sector (orange), foreign partners (green), and private sector (blue).

**Table 2.** Classification of the stakeholders of the veterinary drug value chain interviewed according to their level of legitimacy, resources, connections, and their role in the implementation of the new regulations on the progressive ban of AB in the feed (n°13/2020/ND-CP) and mandatory prescription (n°122020TT-BNNPTNT) from focus group discussion (n=12) semi-structured interviews (n=39) and analysis of the National Action Plan (NAP), 2021, Vietnam.

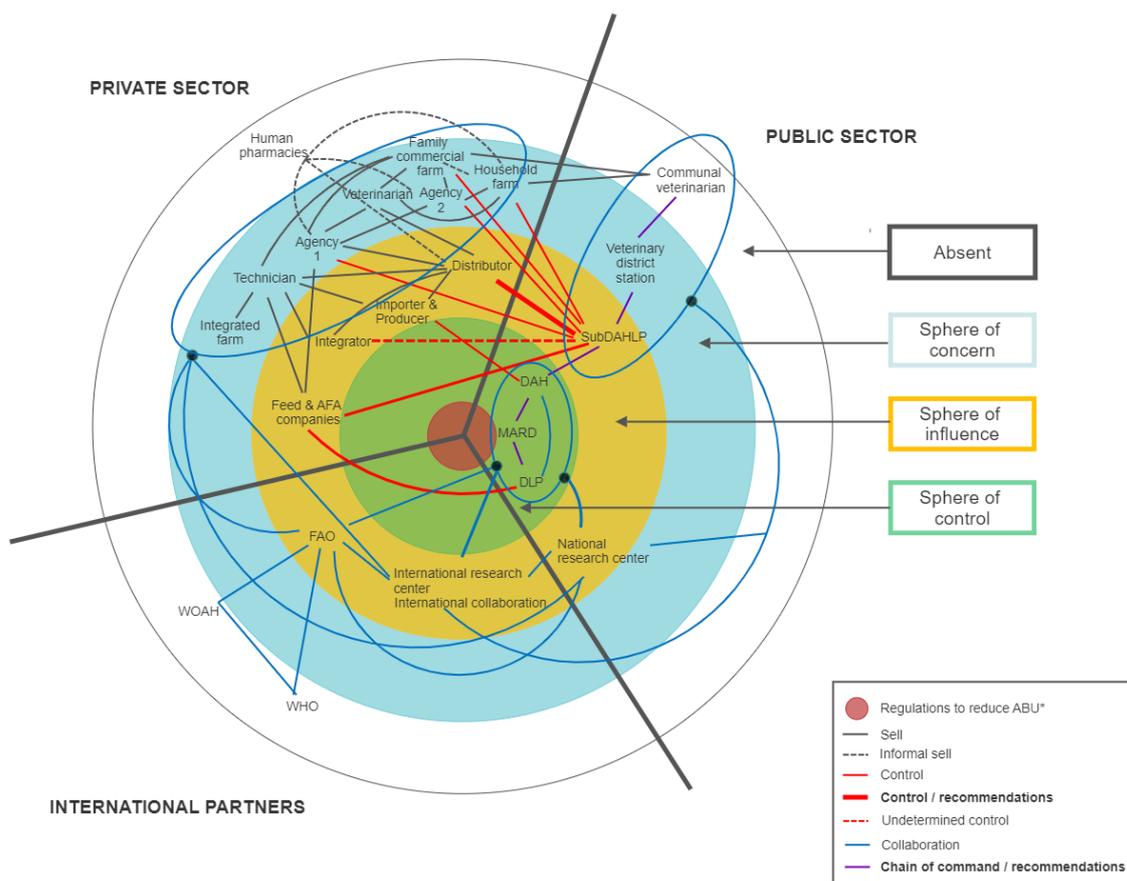
**Legitimacy:** Defined by the institutional position (acquired by law or perceived by the public to be legitimate) of the stakeholders and their involvement in the law design and/or by the type of antibiotics flow formal (flow monitored by the government) or informal. **Resources:** Defined by stakeholders' knowledge of ABU, ABR, and the legislation, and by the technical (financial, human, material) resources to apply the new regulations. **Connections:** Number and quality of stakeholder's relationships with other veterinary drug value chain stakeholders (trust, frequency, formal). +++ strong, ++ medium, + weak, – absent, ? indetermined. \* Stakeholders not interviewed, NA: not assessed. Definitions adapted from GTZ, 2007; Poupaud et al., 2021; Bordier et al., 2018 (Bordier et al., 2018; Poupaud et al., 2021; Zimmermann and Maennling, 2007))

Stakeholder	Legitimacy	Resources	Connections	Role in the regulations
<b>Public sector</b>				
<i>Governmental authorities</i>				
Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD)*	NA	NA	NA	The MARD (Ministry of Agricultural and Rural Development) is divided into several institutions at the central level including among others the Department of Animal Health (DAH), the Department of Livestock Production (DLP), and the National Institute of Veterinary Research (NIVR). They are the final decision-makers in law enforcement.
Department of Animal Health (DAH)	+++	++	++	Governmental authority at the national level, focal agency related to AMR issues (Veterinary Drug Management Division), control of importation and distribution of drugs and medicated feed, development of legal documents on veterinary prescription to buy drugs (n°122020TT-BNNPTNT), member of the Sub-National Steering Committee on ABR in the agricultural sector
Department of Livestock Production (DLP)	+++	++	++	Governmental authority at the national level, control of importation and exportation of feed, control of feed companies together with DAH (for medicated feed), control of alternative feed additives, responsible for VietGAHP certificate, development of the legal document on the ban of AB in feed for prophylaxis (n°13/2020/ND-CP)

Sub-department of Animal Health and Livestock Production (Sub-DAHLP)	+++	+	+++	Governmental authorities at the provincial level, implement regulations, manage sales and use of antibiotics, provide and control practice certificates of veterinarians, control the distributors and stores selling antibiotics by samples testing (ban substances, authorization, drug quality), report veterinary activities to DAH, dissemination of information related to legislation to districts and communes, control of slaughterhouse (samples collection), license of domestic feed, test quality of the feed (samples collection), propose new regulations, guide farmers to implement VietGAHP standards
Provincial Department of Agriculture and Rural Development (DARD)	++	+	++	Governmental authorities at the province level, instruct agencies to manage and monitor the trading and use of AB, dissemination of legislation, provide guidance, checking and monitoring of the circular on prescription, provide training to prescribers, dissemination of information related to legislation to districts and communes, control of VietGAHP, issue VietGAHP certificate
Veterinary district station	+	-	+	Governmental veterinarians working at the district level under the SUBDAHLP, sometimes participate in the activities of SubDAHLP (control of stores that sell drugs and feed), management of the vaccination program, inspection of veterinary hygiene and food safety in a slaughterhouse, record demand to open stores to sell drugs in the district
Communal veterinarian	+	-	+	Communal veterinarians, mandated by the government, are responsible for the sanitary situation (reporting epidemics to the upper level), disease control, perform vaccination campaign
<i>National Research Centers</i>				
NIVR	+++	++	++	Provide evidence on ABU/ABR, member of the Sub-National Steering Committee on ABR in the agricultural sector, and recommendations to policymakers through FAO
University*	NA	NA	NA	Provide evidence on ABU/ABR, member of the Sub-National Steering Committee on ABR in the agricultural sector, research on alternatives toward antibiotics, antimicrobial susceptibility laboratory testing, vocational training, and cooperation to improve professional skills
<b>Private sector</b>				
<i>National private actor</i>				
Feed company	++	++	++	Sell feed, medicated feed (with veterinarian prescription), and provide technical advice to integrated farm and large family commercial farms
Alternative feed additives company	+	++	+	Importation, production, and sale of alternative products to feed company, agencies, or with technical advice to integrated farm and large family commercial farms

Importer*	++	++	++	Record importation and sale of AB, technical advice to integrated farms and large-scale family commercial farms, feedback on law proposals
Producer	++	++	++	Record purchase and use of AB materials, feedback on laws proposal, technical advice to integrated/large scale family commercial farms
Distributor	++	+	++	Record importation and sale of AB to SubDAHLP, sell AB with prescription, feedback on laws proposal, technical advice to integrated/large scale family commercial farms, have to register to the DAH
Technician	+	++	++	Provide AB and technical advice to integrated farms
<i>Local private actor</i>				
Agency level 1	+	+	++	Record importation and use of AB, sell AB that is on the list of permitted drugs for circulation, technical advice to farms, autopsy, sample collection, farm visit, need certification to trade drugs/business license (every 5 years), need to have at least a <u>veterinary intermediate training degree</u>
Agency level 2	+	+	+	Sell AB, and technical advice to household and small family commercial farms, autopsy, sample collection, farm visit
Veterinarian	+	+	+	Sell and administer AB, farm visit, autopsy, technical advice, clinal examination
<i>Informal value chain</i>				
Informal drug seller*	NA	NA	NA	Sell AB without a practicing certificate or certificate to sell
Human pharmacy*	NA	NA	NA	Sell AB for animals in human pharmacies
<i>Users</i>				
Integrator*	NA	NA	NA	Chicken company that can also own a drug and or feed plant as well as farms (the others are under contract) and slaughterhouses. They perform controls at the farm level and in the slaughterhouses and provide technical support to the farmers as well as all inputs (feed, DOCs, drugs) and collect the chickens at the end of the production cycle, feedback on the law proposal
Integrated farm	+	++	++	More than 2000 chickens, intensive system in contract with a chicken company or integrated to the company, confined system, use AB for treatment and prevention according to the instruction of the technician hired by the company, produce mostly exotic chickens (white chickens)
Family commercial farm	+	+	++	From 100 chickens to thousands, predominance of the semi-confined system, source of AB varies according to the size, use AB for treatment and prevention according to drugstores' instruction or from their own experience, produce mostly hybrid chickens (or colored chickens)
Household	+	+	+	Small producers, less than 100 chickens, free-range, mainly for self-consumption, small supply, use AB for treatment, produce mostly local breed chickens

VietGAHP farm*	NA	NA	NA	Farms with a VietGAHP certificate (voluntary program), must comply with requirements (record ABU, no AB residues, located outside residential area, ...), allowed to sell to supermarkets
State farm*	NA	NA	NA	
<b>International partners</b>				
World Health Organisation (WHO)*	NA	NA	NA	Provide guidelines on good ABU practice and ABR, push for the development of the NAP
Food and Agriculture Organisation (FAO)	++	+++	++	Provide evidence on ABU/ABR, contribution on development of the NAP, review on the legislation, support of the government
World Animal Health Organisation (WAHO)*	NA	NA	NA	Provide guidelines on good ABU practice and ABR, push for the development of the NAP, DAH report ABU to them every year
International research center	++	++	++	Provide evidence on ABU/ABR, contribution on the development of the NAP, recommendations to policy-makers
International collaboration	++	+++	+	Technical expertise on law design on the use of AB in the feed and prescription, technical assistance project
Donor*	NA	NA	NA	Financial support on research project on ABU/ABR and development of the NAP



**Figure 4.** Onion ring visualization of the position of the identified stakeholders within the chain regarding regulations to reduce antibiotic use from semi-structured interviews (n=39), 2021, Vietnam. \*: focus on new regulations on the progressive ban of AB in the feed (n°13/2020/ND-CP) and mandatory prescription (n°122020TT-BNNPTNT). The sphere of control: stakeholders who are central to behaviors and activities. Sphere of influence: stakeholders who have the power to change the outcome on impacts. Sphere of concern: stakeholders who have no control over the actions of others but who are affected by the regulations. Absent: stakeholders who have no control over regulations. Onion ring visualization adapted from (Bordier et al., 2018; Zimmermann and Maennling, 2007)

### 3.3.1. Public sector

The public sector included governmental authorities and national research centers.

#### *Government authorities*

Their level of legitimacy, resources, and connections (Table 2) were perceived as decreasing throughout the value chain. Respondents identified that the central level played a key role in the development of the NAP and regulations (Figure 4). The DAH, in particular, was described as an “umbrella”, managing all activities related to the veterinary drug value chain and identified in the NAP as the focal point for its implementation. The central government (DAH and DLP) perceived themselves as having good knowledge on ABR, ABU, and regulations even though they recognized not always be aware of the ABR situation in Vietnam.

*'I don't know exactly what the current situation is, many projects are working on AMR. (...) actually, I don't believe we have a full picture for the country.'* (IW12, central governmental authority)

The DAH and DLP also worked together on the development of the circular on mandatory prescription (circular 12). They are connected to several stakeholders (MARD, foreign partners, Sub-DAHLP, national private stakeholders) but not with small holders and drug sellers locally. The central government's legitimacy, resources and connections, afforded it power over the law-making process and the orientation of new regulations.

The Sub-DAH was perceived as the link between the central and district and communal authorities. It was defined as monitoring everything related to the utilize of antibiotics, including agencies 1 and 2 (control of certificate of practice, banned substances, quality testing). But they could also make suggestions on the development of new regulations. Their knowledge was perceived as average and, in some provinces, they were seen to be lacking in the human and technical capacity required to enforce new regulations.

They were described as having a very strong connection with all stakeholders in the veterinary drug value chain, and in particular, with the agencies. Indeed, Sub-DAH staffs are responsible for controlling agencies but also frequently own them. The Sub-DAH also plays a central role in ABU and ABR research activities. They provide the authorization to collect data but also make the connections between research projects, farms and drugstores.

*'They [Sub-DAH] are supposed to monitor everything - the utilization of antibiotics, the type of antibiotic, main antibiotic - to manage drug shops, the number of producers. But in reality, things are different.'* (Interview 35 (IW 35), central governmental authority)

*'What also surprised me is the link between the Sub-DAH vet and the drugshops. A lot of them, at least 30/50%, are owned by staff affiliated with Sub-DAH or former Sub-DAH staff. (...) I think because, obviously, the shops need some kind of license and Sub-DAH are grant the licenses; most of the vets [Sub-DAH] need an income from somewhere.'* (IW28, international partner)

District veterinarians were not perceived as playing a key role in the antibiotic reduction regulations in Vietnam. They were perceived by the other stakeholders as having limited knowledge of ABU and ABR and limited capacity to implement regulations. But they were also perceived as being the relay of information on new regulations to farmers and drug sellers.

Communal veterinarians were perceived as having no role in the development and implementation of regulations, their function was mostly to organize mandatory vaccination. Most of our communal veterinarian interviewees were not qualified veterinarians, and had limited knowledge. They reported that they learnt from the experience of drugstores and farmers and usually had two jobs. However, they were directly connected to farmers locally.

#### *National research centers*

National research centers were perceived as having greater knowledge of the ABU and ABR situation in Vietnam. International research center perceived them as being increasingly involved in the fight

against ABR. By leading research on ABU, ABR but also AB residues, they were producing evidence that was used by the authorities to develop regulations. They were directly managed by the MARD, either DAH or DLP. They also had a strong connection with international organizations and international research centers. They said that they were frequently in contact with farmers and drug sellers during their research activities. However, they were not directly connected to MARD, as they were reporting their findings through international organizations.

### 3.3.2. Private sector

The private sector could be split into two categories with regard to their level of influence: national, regional or even international influence on one hand, and local on the other hand.

#### *Private national stakeholders*

This category included drug, feed, and alternative feed additives companies and also integrators, operating at regional, national, or international levels. The most influential were involved in designing the regulations while the others were aware of regulatory changes before the local stakeholders.

They were usually perceived as having the knowledge, technical capacities, and human resources to apply the regulations. In these companies, technicians are employed by these companies and delivered free technical advice to farmers. They studied veterinary medicine at a university level, so technicians are allowed to make prescriptions. Because of their influence, they were also made aware of regulations before its implementation and had time to adapt. Some drug companies had started to produce alternative medicines and feed mills were replacing antibiotics with supplemented feed. Alternative feed additives companies offered trials to large-scale farms with free technical advice. However, they said to not have sufficient resources to deal directly with smaller farms, and sometimes the packaging of their products was not suitable for them.

They had a strong connection and influence over other stakeholders. Integrated farms were linked to an integrator by contract. Drug companies and feed companies could have contracts with large family commercial farms. However, they had no direct connection with households or small and medium scale family commercial farms. Drug companies were connected to agencies level 1 most of the time by a contract.

*“(...) via a distributor because we don't have the commercial strength to go and visit all the farms in the Mekong Delta. We sell our ingredients to distributors” (IW32, alternative feed additives company)*

Private national stakeholders played a consultancy role in the development of regulations; they also had resources and a lot of connections to implement them. However, the economic consequences on the two regulations under study on the companies that were only producing AB were not explored.

#### *Private local stakeholders*

This level category included level 1 and 2 agencies and veterinarians who did not have a shop. They were perceived as having weak legitimacy because they were not part of the decision-making process

to design regulations even though they were affected by them. They are also scored having a weak legitimacy because, as explained by a respondent, it was common for banned antibiotics to be sold by agencies.

*“Most of the vet drug shops in Vietnam sell banned drugs. That’s the reality.” (IW22, agency level 1)*

They were also seen as having insufficient resources to implement new regulations. Level 1 agency representatives usually had a veterinary degree and good knowledge of ABU and ABR, but not all level 2 agencies were run by veterinarians and not all employees had training in animal diseases and antibiotic usage. Other stakeholders described them as being poorly informed and during the interviews, they did not always have knowledge of the new regulations. However, they were perceived as playing an important role in the implementation of regulations due to their strong connections with farmers. Advice given to farmers who came to buy antibiotics was free. So, their involvement in changing practices was perceived to be partly dependent on their willingness and the quality of their advice.

### *Users*

Users are defined as having a low level of legitimacy as they were not involved in the law-making process (except for the most important integrated farms) even though they were perceived as directly affected by changes in regulations.

As often reported by the respondents, farmers had insufficient knowledge of regulations and good ABU practices. They were often mentioned as responsible for AB misuse in Vietnam. It was also considered that it was difficult for them to apply regulations due to the lack of veterinarians in some areas and a high disease incidence combined with low biosecurity measures.

They had strong connections with other farmers, with whom they frequently shared their experiences. The strength of their link with agencies varied among participants. Some of them went to different agencies and didn’t seek any advice, buying drugs solely on the basis of their own experience. Other farmers, however, relied heavily on advice provided by agencies with whom they had a trusted relationship.

Users were ABU decision makers but had no influence on the development of regulations.

### **3.3.3. Foreign partners**

Foreign partners provided evidence of the ABU and ABR situation in Vietnam and were thus considered to be legitimate. However, they self-assessed their influence as moderate, as they were not the final decision makers and could only make recommendations to policy-makers. Yet the DAH relies on research project findings to develop new regulations. Most of them were involved in the development of the NAP together with national authorities. One of them was even directly involved in the regulation design by providing technical expertise.

*“We make suggestions, then the DAH/DLP take what they are interested in (...) not all suggestions have been accepted.” (IW20, international partner)*

*“I think we have an influence because I have seen a lot of my papers cited even in the legislation (...) However, you don't know how much influence there is.” (IW28, international partner)*

Foreign partners were perceived as having extensive knowledge of ABU and ABR in Vietnam. They had the capacity to organize workshops, conduct research activities, develop guidelines and support the government. However, respondents identified donors as having a greater influence because:

*“They [donors] can play a big role, bring funding, come with a project that will set the direction of governmental action” (IW20, international partner)*

They were described as being indirectly connected to the value chain but also having connections at central and local levels (farmers, drug sellers). Collaboration between research institutes were perceived to be multifold. Their links with companies or integrators seemed limited, as conducting research activities with integrated farms could prove difficult. However, they did work with alternative product companies to carry out trials on their products. Research centers were perceived by farmers as sources of information.

Projects appear to have had an impact on the issues at hand by providing evidence to guide law design. However, the influence of research centers was perceived as moderate because the final decision rests with the governmental authorities and is dependent on the orientation set by donors.

### **3.4. Factors influencing the implementation of new regulations**

Based on our analysis of the stakeholders' posture on regulations and our analysis of the transcripts, we identified 10 factors that influenced, as barriers or levers or both, the implementation of new regulations (Additional file 3).

#### **3.4.1. Stakeholders' perceptions of the new regulations**

Most value chain stakeholders had a positive perception toward the new regulations which was a positive factor for the implementation. They were recognized as necessary to reduce antibiotic usage and thus fight against antibiotic resistance. As one respondent said *“Small rain lays great dust”*, meaning that farmers will be obliged to modify their practices over time and new regulations were a necessary step toward it. However, they all said that they will be difficult to implement and they were not confident regarding their short-term implementation.

*‘This law is a feasible way to reduce AMU but it will take 5-10 years for farmers to adapt to it. The government expects it to be achieved in 1-2 years, but that's impossible, it will take a long time to raise farmers' awareness.’ (IW24, communal veterinarian)*

Government authorities believed that farmers and drug sellers would have time to adapt and would have no choice but to comply with the new regulations. The ban on antibiotics for prophylaxis was initially planned for 2020. However, they then decided that this was not feasible and developed a roadmap starting with critical antibiotics. The same strategy was applied to mandatory prescription. Companies and large-scale farms were aware of the legislation before it was implemented so they had the time to adapt. However, this did not generally seem to be the case for smaller units.

### 3.4.2. Gap of knowledge

Gap of knowledge on ABU and ABR and their consequences, and on regulations were perceived as barriers to their implementations.

First, farmers, drug sellers, feed company technicians and governmental authorities, from communal to sometimes provincial levels, were perceived by the other stakeholders as having insufficient knowledge on antibiotic use and antibiotic resistance. Therefore some respondents did not have a clear understanding of the objectives of the regulations. The most common causes of ABR raised by respondents were the overuse of antibiotics, incorrect dosage and duration, and the use of banned antibiotics. The practical consequences were increased dosage, change of antibiotics that led to untreatable conditions, higher farm expenditure, and the need to find alternative solutions. Some respondents identified the impact on human health as a long-term consequence but this represented a minority of respondents. The lack of perceived benefit of farmers on the objectives of the regulations was explained by Sub-DAHLP staffs. Indeed, as ABR had long-term effect, farmers didn't see the consequences on their farm.

*'However, it's true that the officers don't really understand what antimicrobial resistance is, not to mention farmers. Especially, they believe what they see, but the effect of AMR has long-term consequence that are not immediately visible.'* (IW25, Sub-DAHLP)

Then, the respondents' awareness of new regulations was limited. All stakeholders had partial knowledge of the decree on antibiotic usage in feed, but awareness of the circular on prescription was limited and confused with the previous law (Law on Veterinary Medicine, 2015). Farmers and local drug sellers were the least aware of regulations, followed by communal and district veterinarians and sometimes Sub-DAHLP. Respondents' understanding of regulations on mandatory prescription was low, especially for farmers who did not understand the benefit of this regulation. Regarding the information transmission chain, the DAH informed first the province and then the companies. The province then informed the district, which in turn informed the farmers and drug sellers. Meetings could be organized at different levels to promulgate new regulations. Mass media, internet, and loudspeaker were the principal source of information for drug sellers and farmers. However, according to the respondents it was necessary to increase communication around new laws.

### 3.4.3. Lack of technical guidance on the implementation of regulations

At national and international levels (private, public, and foreign partner), the respondents were all aware of the regulations, but did not know how to implement them in practice. Technical guidance was not provided and it was not clear how regulations should be enforced. One respondent from the Department of Agriculture and Rural Development (DARD) (IW9) also reported that she understood the need for the regulations but that she did not know how to enforce them. Moreover, regulations were also perceived by local stakeholders as incomplete, because on-farm inspections were not foreseen in the regulations. Also, buying feed containing antibiotics for chickens older than 21 days was banned, but farmers continued to add antibiotics themselves in the feed. For respondents, stricter sanctions should also be included in the regulations to oblige farmers to comply with regulations.

*'The regulations are very general and it is not written exactly how many times per year you need to inspect the farm or what you should do when you inspect the farm for example.'* (IW12, central governmental authorities)

#### **3.4.4. Conflict of economic interest between stakeholders**

Those who didn't comply with the regulations were perceived as having an economic advantage over the others, which encouraged non-compliance with regulations. For farmers, using antibiotics for prevention was a way to reduce disease incidence and ensure good production, while buying antibiotics over the counter was a way to save time. If agencies sold faster, they would sell more drugs and thus increase their income. So, these laws were perceived as complicated to implement because they were related to farmer and drug seller profits.

*'This law cannot be applied in practice when chickens are sick; I buy medicine myself rather than waiting for a veterinarian prescription.'* (IW37, semi-intensive farms)

*'We need to consider that recording these prescriptions takes time, which can cause difficulties for vet and drug shop owners'* (IW26, technician)

Feed companies that add antibiotics to feed benefit more than others. Indeed, if feed is perceived as less efficient, farmers switch feed suppliers to maximize their production. So, to be effective, regulations must be applied by everyone at the same time.

*'Enforcement is one of the issues because of the violation of certain (...). If one of them uses it illegally, that means that somehow, they have the benefit of market competitiveness.'* (IW34, international partner)

#### **3.4.5. Scale-related management discrepancies**

The predominance of small-scale farms in Vietnam was perceived by respondents as a major barrier. They had poor farming practices that were accentuated by intermittent production, which is common in Vietnam. Farmers produce a few hundred chickens for the Lunar New Year and then stop their production after selling the batch. Farmers treated their chickens themselves or according to the experience of other farmers and bought drugs without prescription. Small-scale farmers identified as less willing to change were farmers between 50 and 60 years of age compared to the younger generation.

*'Old farmers still buy according to their experience.'* (IW22, agency level 1)

There was no control over these farms because the government didn't have the human and financial capacity to inspect all farms. The control capacity for small retailers was also limited by the number of drug sellers without the proper qualifications, and thus insufficient knowledge, to sell drugs.

*'Even if we don't put antibiotics in feed, they can still buy drugs from drug agencies and add it themselves.'* (IW29, feed company)

Integrated and large-scale farms were perceived to be more compliant with legislation. Respondents explained that it was more difficult for a large farm to add antibiotics to feed and to mix them themselves. But there were also more inspections carried out either by the government or by contract farm

integrators. Indeed, in this production system, products were usually destined to be sold in supermarkets where drug residue tests are mandatory. Similarly, large feed companies were easier to manage. Integrators, drug and feed companies were also better prepared for changing regulations. In-company veterinarians wrote out prescriptions. Housing conditions complied with biosecurity and the risk of disease was therefore lower and they also had easier access to alternatives.

*'Company farms are easier to control because everything is sent directly to the farm, contrary to private or small farms that buy directly from drug agencies.'* (IW27, technician)

#### **3.4.6. Lack of technical and financial capacity to implement regulations**

Veterinarians lacked the technical capacity to apply regulations. Indeed, in some remote areas, there were not enough agencies to meet drug selling requirements, especially given the large number of small-scale farms. Or the veterinarians were perceived to have insufficient knowledge.

*'In some remote areas, people do not have advanced training; this includes veterinarians who do not have practice certificates as they have very little work, with only a few small-scale livestock farms.'* (IW23, SubDAHLP)

Small-scale farms lacked alternatives to antibiotics. Biosecurity conditions were usually limited in these production systems, leading to high disease incidence and the preventive use of antibiotics, also recommended by drug sellers. This was exacerbated by the climate conditions in Vietnam with frequent changes in weather. Advice on biosecurity was perceived as scarce as farms were rarely visited by veterinarians. Alternative products were perceived as expensive, more so than antibiotics. Alternative companies did not approach small-scale farms to sell their products, so advice received was limited. Packaging was also sometimes ill-adapted to small-scale farms. Additionally, due to economic difficulties, farmers did not perceive biosecurity as a priority.

#### **3.4.7. Informal distribution channels**

The informal market was perceived as a barrier to the implementation of new regulations. Indeed, products that were not licensed in Vietnam were imported across the Chinese border and then sold over the internet, or through distributors, to agencies. The government lacked capacity to control this illegal flow of antibiotics as informal vendors were perceived to be powerful, while the business generated a great deal of money. The consequences were the presence of poor-quality drugs (diluted) and banned substances in most of the shops.

*'Most of the vet drug shops sell banned drugs. That's the reality'* (IW22, agency level 1)

Farmers continued to buy banned antibiotics because they were perceived to be more effective. To the contrary, poor-quality drugs were perceived as a big issue that need to be addressed by the government. Respondents also reported the presence of unlicensed shops, run by people without practice certificates.

*'Counterfeit drugs with less than 70% content are common in Vietnam. This affects vets making prescriptions. Drugs are used according to instructions and are found to be inefficient, so they need to double the amount of drugs, which creates antibiotic resistance'* (IW4, Sub-DAHLP)

### 3.4.8. International influence

To respond to international demand, the Vietnamese government developed its own NAP and implemented further regulations. Because ABR was perceived as a current threat, the government was obliged to adopt certain measures. These regulations were strongly influenced by foreign technical experts and were therefore similar to European regulations. However, some respondents had a negative perception of this international influence. Indeed, as Vietnamese breeding conditions were different from those in Europe, regulations were ill-adapted to the context and difficult to implement.

*'If there is a complete ban, this will be due to trends worldwide and in Vietnam, which is gradually eliminating antibiotics' (IW19, distributor)*

For companies that must follow the international trend of reducing antibiotics to be able to export their products, the international influence was a motivation. Indeed, complying with these regulations was a step to reaching food safety standards required for the international market.

### 3.4.9. Consumer demand for food safety

Producing better food quality that could be sold with a higher price was a motivation at all levels and in all sectors. Indeed, respondents reported that consumers were more aware of ABR and food quality issues and that farmers had to progressively comply with consumer's demand. However, because not all consumers had the possibility to pay chickens with higher price, this lever was identified as still moderate.

*'Farmers will change their minds as they have to respond to customer demands. Traceability tracks the source of the chicken product, chicken farming practices and the use of Abs' (IW27, technician)*

Companies had started to develop brands of chicken produced with less antibiotic or fed with herbs that better suit urban consumer demands. Moreover, the Vietnamese Good Animal Husbandry Practices (VietGAHP) certificate was needed to sell to supermarkets. Requirements included, among others, the recording of ABU and the absence of AB residues. Reduced antibiotic usage meant reduced production costs for companies. It was easier for large-scale farms to access alternatives as free trials with technical advice were available through alternative medicine companies. Producing safer products was also the motivation for these alternative medicine companies.

*'I know that some companies have really made it part of their strategy to reduce the use of antibiotics. So, we're going to discuss how to support this via our solutions and farm management. (...) Some integrators are aiming for 0 AB in line with European practices.'* (IW32, alternative feed additives company)

### 3.4.10. Reducing the burden of antibiotic resistance

Reducing the burden of ABR to protect public health was a motivation shared by governmental authorities (up to the provincial level), researchers and also many agencies, distributors, and alternative medicine companies. By developing the AMR Sub-Steering Committee, the Vietnamese government

has shown that ABR is now considered to be an important issue. The central government perceived themselves as having a responsibility for public health to tackle the ABR threat.

The private sector was also concerned about ABR for public health issue. But some veterinarians and agencies level 1 and 2 representatives explained us that reducing the burden of ABR was also associated with higher profits. As drug sellers explained, farmers using less antibiotic would earn more money and thus be able to buy supplies from shops. Indeed, many agencies sold to farmers on credit. Another point was that with mandatory prescription, farmers would use the correct dosage of drugs and be dependent on veterinarians, which would lead to improved income. However, farmers did not perceive any economic benefit of the new regulations.

## 4. Discussion

This study aimed to understand whether stakeholders of the veterinary drug value chain in Vietnam understood, accepted, and implemented regulations to reduce ABU with a focus on the ban of AB in feed (n°13/2020/ND-CP) and on mandatory prescription (n°122020TT-BNNPTNT). To that end, we first obtained a comprehensive representation of the antibiotics and alternative feed additives value chain and characterized the nature of the interactions between the different stakeholders. We distinguished stakeholders that operated at the national level and stakeholders that operated at the local level. We then identified the posture of each stakeholder regarding the regulations to reduce ABU. We showed that the level of understanding, acceptance, and implementation of the new regulations varied according to the position and influence of the stakeholders within the chain. The level of influence seemed to be higher for drug companies, feed companies, alternative companies, and integrators than for farmers, level 1 and 2 agencies and veterinarians. Finally, these first two steps allowed us to identify 10 factors that had a negative or positive influence on the implementation of the new regulations. According to the respondents, the high proportion of small-scale farms represented one of the main barriers, whereas large-scale production systems seemed to be the most adapted and thus the least directly impacted. At the local level, a lack of knowledge on ABU, ABR, the regulations themselves and also their objectives were also reported to be one of the main barriers. Finally, enablers to implement regulations were concern about ABR and food safety for all stakeholders. International influence was perceived either as a barrier or as an enabler.

### 4.1. Advantages and bias of conducting an iterative stakeholder mapping and analysis

In this study, we aimed to explore the regulations related to ABR through a systemic (Peters, 2014) and interdisciplinary approach to develop recommendations adapted to the Vietnamese and thus more widely accepted, with the goal of translating policy changes into changes of practice and effectively reducing the use of antibiotics in chicken production (Baudoin et al., 2021). To do this, we conducted an iterative stakeholder mapping and analysis (SMA). SMA is a means to assess the effectiveness of future policies to better support their implementation (Godakandage et al., 2017; Mayers, 2005; Reed et al., 2009; Zimmermann and Maennling, 2007) by identifying key stakeholders, characterizing them and describing their interactions, exploring their interest in the future policy and their level of influence, and defining recommendations to improve the effectiveness of these future policies. This approach has already been used in the field of ABR surveillance program in Vietnam (Bordier et al., 2018) and the

antibiotic value chain in Laos (Poupaud et al., 2021). By exploring barriers to the implementation of new regulations using a participatory approach, we identified systemic lock-ins (economical, political, technical and social) to reducing antibiotic usage in chicken production in Vietnam (Baudoin et al., 2021).

However, we are aware that our study presents some limitations. To begin with, almost all the interviews were conducted online due to the health crisis. Although this format represents a great interest when interviews cannot be conducted face-to-face, several biases can be identified. The triangulation of information through direct observation is reduced and there is a loss of information (lack of informal discussions, misunderstandings, longer time to build trust, and more complicated debriefing). Another limitation may have been the sensitivity of the subject for the participants. Indeed, these regulations are already enforced or will be soon, and participants might have been worried about the consequences of expressing their true opinions. We tried to limit this bias by interviewing several respondents from the same category and by gathering information from the perspective of other participants. Most of the identified stakeholders were interviewed. However, we failed to contact informal stakeholders who could have helped us to further describe the informal value chain. Some categories of stakeholders were only interviewed once due to time and technical constraints. For instance, it might have been relevant to interview another district veterinarian to clarify their role in the drug value chain. Finally, translation is also one of the biases that may have led to misunderstanding. We are also aware that the representation of the veterinary drug value chain may be incomplete and sometimes erroneous as it is based on stakeholder interviews. Moreover, as the data was collected in 2021, the conclusion might have been different if the study had been conducted in 2022.

#### **4.2. Influence of stakeholders on the implementation of regulations**

The SubDAH appeared to be the link between central level and local stakeholders. They had field expertise and were consulted by the upper level. They acted as ABU and ABR information relays to the lower level. They were in contact with drug sellers, veterinarians, farmers (even though they couldn't inspect all farms) but also with researchers. However, respondents reported difference between provinces on regulatory implementation which might impact the benefit of the regulatory changes. The national private stakeholders were consulted on the design of the new legislation and we saw better understanding, compliance, and adaptability among these stakeholders. They were also better controlled by the competent authorities. They were motivated to reduce their ABU to access the international market and export their products. However, our study was unable to determine the exact influence of private companies on the design of the law. Local stakeholders were not involved in the process and showed a lower level of understanding and compliance. Nevertheless, they were identified as key stakeholders in achieving objectives due to their position in the chain as end-users and must be more involved.

International partners perceived themselves as having a moderate influence on the law-making process. But, in Vietnam, ABU and ABR monitoring remained dependent on research projects and legislation was partly developed based on the recommendations of international researchers. The NAP was adopted in response to the call from international organizations (OMS, 2015) and influenced by international stakeholders, even though the final decision lay with the government. Regulations were sometimes identified as too far removed from Vietnamese reality. This could be explained by the influence of

international communities in the law-making process in Vietnam. To be effective, these changes need to be adapted to the context and not just copied from another country's regulations (Kirchhelle et al., 2020). For example, there were still a high number of small retailers without the legally required practice certificates or qualifications and they were the only source of antibiotics in remote areas. In this case, applying strictly the regulation will be at the expense of access to antibiotics.

#### **4.2. Difficulties to implement the regulations**

Our study showed that the new regulations would be difficult to implement in the short term in Vietnam and that local compliance may take longer than expected. Indeed, even though antibiotics have been banned for growth promotion since 2018 (National Assembly, 2018), on-farm mixing of AB with feed was still reported by respondents. This result was not consistent with previous studies that did not report the usage of antibiotics for growth promotion (Bâtie et al., 2022a; Luu et al., 2021; Pham-Duc et al., 2019a). This disparity could be explained by the data collection process. Indeed, using participatory approaches has been shown in a previous study to decrease communication barriers and stimulate discussion (Bordier et al., 2018). Several studies have shown that the level of enforcement of regulations is low or absent in low- and middle-income countries (LMICs) and particularly in Vietnam for antibiotic usage (Nguyen et al., 2013). The new NAP implemented in 2021 also highlighted the need for better enforcement of regulations to fight against ABR (MARD, 2021), and an analysis of NAP in Southeast Asia reached the same conclusion (Chua et al., 2021). Because we know that using antibiotics for preventive purposes is very common in Vietnam (Bâtie et al., 2022a; Carrique-Mas et al., 2015; Pham-Duc et al., 2019a), alternatives must be found.

All local stakeholders were aware of the Law on Veterinary Medicine (National Assembly, 2015) and knew that a certificate of practice would soon be required to sell drugs. However, a review of the legislative document on ABU in Vietnam assessed this law as unclear and incomplete (Nguyen Ngoc et al., 2019), which led to the development of the circular. Even so, not all local stakeholders who will be affected by this regulation in a few years' time were aware of the regulatory changes, and most of the respondents at different levels did not believe that it would be implemented soon. The main reason for the respondent was because it is not respected in the human sector as it has been also reported in another study (McKinn et al., 2021). In veterinary medicine, buying antibiotics over the counter is common practice driven by farmers' experience-based antibiotic usage (Bâtie et al., 2022a; Carrique-Mas et al., 2015; Truong et al., 2019). Moreover, people without a practice certificate or veterinary training sell drugs (usually a relative of the shop owner) and are therefore not allowed to issue prescriptions. In countries where over-the-counter drugs are highly regulated, the percentage of self-medication is really low compared to South-East Asia where drugs are readily available. Self-medication has consequences on ABU leading to antibiotic misuse and overuse (Nepal and Bhatta, 2018). Changing farmers' habits (especially among the older generation) was perceived as difficult in Vietnam. The implementation of this essential regulation in the fight against ABR will therefore require the development of tailored solutions.

### 4.3. Solutions to improve the implementation of the new regulations

Several respondents stressed the need to clarify regulations and strengthen sanctions to improve their implementation. These sanctions should be better defined, stricter and more systematic. But this would require clear guidance, a distribution of tasks, and more resources for the authorities, including technical and human capacities (Jamrozik and Selgelid, 2020). For example, participants suggested random on-farm inspections of feed or the targeting of drug sellers to incur a domino effect. We also identified an informal flow of antibiotics leading the sale and usage of banned substances. This informal flow has already been described in aquaculture systems (Brunton et al., 2019), and the usage of banned substances has been reported among producers (Pham-Duc et al., 2019a). Drug quality with the presence of diluted antibiotics was also raised by respondents as a major concern, leading to higher dosages of antibiotics. This finding was consistent with a previous study conducted among farmers in the Mekong Delta (Yen et al., 2019b) and is also an issue in other South East Asia countries (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021).

For most respondents, a solution to the ABR burden would be to decrease the proportion of small-scale farms in favor of large-scale farms and integrated systems. Small-scale farms have often been targeted as responsible for ABU misuse and overuse in Vietnam and worldwide (Ducrot et al., 2021) and identified as stakeholders who fail to comply with regulations because the latter are ill-adapted (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021). The solution of reducing the number of small-scale farms is in line with the government's strategy set out in the agriculture development plan for 2025 (Prime Minister, 2021). This was also the case in 2003, during the highly pathogenic avian influenza crisis, when industrial production was pushed through the partnership between the public and agro-industrial sector, because integrated farms were perceived as implementing better biosecurity (Figuié et al., 2013). However, it was shown in this study that due to consumer preference for the local market, only the most competitive ones developed. Also, increasing the size of farms is not always associated with a reduction of ABU, as raised by one respondent, and increasing size without adequate training can have negative consequences for ABU control. Moreover, intensive systems were also reported as heavy users of AB, sometimes with increased dosages. Furthermore, small-scale production has been shown in many regions to be a source of empowerment for women, of financial reserves, an important element for ceremonies and contributes to nutrition (Alders et al., 2018). It also represents social benefit and reinforces the relationship between householders (Dumas et al., 2018). Another study in Ethiopia has found that as farm size increases, men usually take control, reducing the independence of women (Sambo et al., 2015). In Vietnam, the population is predominantly rural and small-scale farmers still represent the most wide-spread production systems. Demand varies according to cultural events, for example chickens are highly consumed during the Lunar New Year and many smallholders only raise chickens for this occasion (Delabouglise et al., 2017). In South East Asia, the difference of knowledge and practices related to AB between men and women varies according to the context (education, socio-economic factors) (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021). Thus, social factors must be taken into account when developing livestock production (Dumas et al., 2018; Sambo et al., 2015).

We found that small scale farms have difficulty complying with the new regulations because they lack technical capacities to implement them. Small scale and medium scale farms in Vietnam have poor biosecurity and thus high disease incidences, also aggravated by climatic conditions, leading to a high usage of antibiotics for prevention. In consequence, the reduction of ABU was perceived to have a negative impact on their income. It has been shown that farms with a higher level of biosecurity use less

antibiotic (Ornelas-Eusebio et al., 2020). Strengthening biosecurity is a target of the government, which is now developing biosecurity guidelines and projects focusing on biosecurity to improve the training of trainers with the National Agriculture Extension Center. Feed additives and probiotics are common in Vietnam and are necessary supplements, but respondents reported a lack of alternatives to antibiotics and the high price of these products.

In our study, the lack of knowledge among farmers and drug sellers, as well as some local authorities, was identified as a barrier to the implementation of the new regulations. As lack of awareness of ABU and ABR's wider impact is a driver for ABU (Brunton et al., 2019), education programs have been identified by many studies as key interventions to improve ABU and, this increase the adoption of the regulations. Some respondents were aware that ABR can have serious consequences for human health, as highlighted in another study (Pham-Duc et al., 2019a) and we found that reducing the ABR burden could also act as a lever in reducing ABU. Raising awareness already figures among the NAP objectives and has been carried over to the second NAP. In Vietnam, this is achieved through mass media channels with TV programs, or workshops organized at different levels. In addition to the communication campaign, there was still a need to increase the training of local stakeholders, according to respondents. Stakeholders must also be aware of the change in regulations, which did not seem to be the case for local stakeholders. Dissemination of the information on new regulations must be improved, according to the respondents, and mainly at the local level. This could be done by organizing workshops with district or communal veterinarians. Finally, to raise compliance with regulations, relevant stakeholders must understand the objective of the law. Indeed, farmers did not always understand the link between ABU reduction and ABR, including the link between AB residues and ABR, as also observed in Cambodia (Om and McLaws, 2016). Farmers and drug sellers did not see the real benefit of the law and as the fight against ABR is a long haul, they tended to focus on their daily problems. In Cambodia, farmers were identified as focusing more on the benefits of their production rather than on the consequences of antibiotic use (Om and McLaws, 2016).

Drugstores were identified by several stakeholders as playing a key role in the strategy to reduce antibiotic usage. Moreover, according to the respondents, drugstores would be easier to manage than farmers because there were fewer of them. By raising awareness of good husbandry practices, they would then be able to provide farmers with advice. Mandatory prescription was sometimes perceived positively by this category of stakeholders as it would attract more customers and enhance the quality of advice. If farmers had fewer livestock diseases to manage, they would have higher incomes and would be willing to pay for the products. It would therefore be a win-win situation for them. They had already been identified in a previous study as the contact point for farmers, as they sell antibiotics and also give advice (Bâtie et al., 2022a; Doan Hoang et al., 2019).

In this study, we identified levers that should be activated to promote changes in practice. Increasing consumer willingness and showing the importance of producing better quality chicken could also have a leverage effect as it has already been shown that consumers are afraid of chemical risks related to food safety (Nguyen-Viet et al., 2017). Producing safer food to meet consumer demand was also a motivation to comply with the regulations. Further studies are needed to assess the influence of consumers on changing the practices of veterinary drug value chain stakeholders.

## **Conclusions**

The development of a regulatory framework to reduce AB misuse in chicken production in Vietnam is a necessary step towards changing practice. However, this cannot be done in isolation and should be combined with other measures more suited to the context of implementation. Regulations in Vietnam were not followed because relevant stakeholders were too far removed from the decision-making system and did not feel concerned by the regulations. There was also a lack of implementation due to the lack of resources (human, technical, knowledge) among stakeholders in charge of enforcing the regulations specially for small-scale farms. Improving communication at local level on regulations and their purpose in the direction of local stakeholders would be a means to increase compliance. Moreover, the most vulnerable stakeholders, farmers and drug sellers, should be considered when developing new policies.

## **Acknowledgments**

We are grateful to all the respondents who participated in the study. We are thankful to Nguyen Thi Nga for the data collection in north Vietnam and Le Thi Thu Hà and Ding Bao Truong for the data collection in south Vietnam. We would also like to thank Anita Saxena for the professional English proofreading. This study was funded by the European Union's Horizon H2020 research and innovation program as part of the ROADMAP project ([www. https://www.roadmap-h2020.eu/](https://www.roadmap-h2020.eu/)) under the Grand agreement number 817626. We would also like to thank the GREASE platform in partnership for the additional fundings ([www.grease-network.org](http://www.grease-network.org)).

## Implications pour le travail de recherche

Cette étude nous a permis d'identifier les parties prenantes liées à la chaîne de distribution du médicament vétérinaire ainsi que de définir leurs interactions. Nous avons ensuite identifié leur position vis-à-vis des nouvelles réglementations et leur rôle dans le développement ou l'application de ces nouvelles mesures. En combinant ces deux premières étapes, nous avons identifié 11 facteurs influençant la mise en œuvre de ces réglementations. Il a ainsi été repéré un manque de connaissance des réglementations et de leur implication pratique. De plus, les participant·es ont rapporté qu'il n'y avait pas assez de contrôle de la part des autorités notamment sur les petits élevages. Ces lois semblent aussi être très éloignées des contraintes de terrain ce qui a été souligné également pour le standard VietGAHP et les productions biologiques. Nous avons identifié un intérêt de la part des consommateur·rices mais aussi des éleveur·ses et des vendeur·ses de médicaments sur les produits de meilleure qualité. Les participant·es ont aussi identifié majoritairement les petits élevages comme difficilement contrôlables et n'ayant pas la volonté ni les capacités de réduire leur utilisation des AB et donc comme partiellement responsable de la surutilisation et mauvaise utilisation des AB. Une des solutions soulevées par les participant·es serait donc de supprimer ces petits élevages.

Toutefois, l'élevage familial représente une source de revenus pour les foyers, les supprimer pourrait conduire à des conséquences socio-économiques importantes. De plus, nous avons montré qu'il y avait une différence entre les politiques publiques et la réalité du terrain les rendant difficiles à appliquer localement. Nous nous sommes donc demandé·es, comment les éleveur·ses mais aussi les vendeur·ses de médicaments et les marchand·es de poulets percevaient la nécessité de diminuer l'utilisation des antibiotiques dans les élevages.



## Chapitre 4 : Chemin de transition des éleveur·ses vers une réduction d'utilisation des antibiotiques

### Préambule chapitre 4

Au cours de nos études précédentes, nous avons mis en évidence de grands changements dans les systèmes de production au Viêt Nam. La stratégie de l'élevage mise en place par le gouvernement encourage les producteur·rices à s'agrandir et être plus productifs. Dans le même temps, pour répondre à la demande internationale en matière de lutte contre la RAB, de nouvelles réglementations sont mises en place. Ces mesures restreignent l'utilisation des AB et touchent tous les systèmes de production. Ainsi, les éleveur·ses n'ont pas d'autre choix que celui de s'adapter à ces nouvelles tendances. Au cours de nos entretiens, les élevages familiaux ont été régulièrement cités comme étant responsables de la mauvaise et surutilisation des AB au Viêt Nam. En effet, selon les participant·es, ces éleveur·ses n'ont pas assez de connaissance, ne pensent qu'au profit et ne veulent pas changer leurs habitudes. Toutefois, grâce à notre analyse exploratoire nous savons que certains élevages familiaux ont diminué leur UAB et tendent vers des élevages produisant des « poulets de qualité ». L'objectif est désormais d'identifier ces élevages, de comprendre leurs motivations à utiliser moins d'antibiotiques et d'identifier les facteurs influençant les changements de pratiques vers une diminution d'UAB ainsi que les solutions mises en place pour s'adapter.

Afin d'identifier des solutions locales, nous avons changé d'échelle en passant d'une échelle nationale à locale. Nous avons ainsi conduit des entretiens semi-structurés complétés par de l'observation auprès d'éleveur·ses, de vendeur·ses de médicaments et marchand·es de poulets dans le district Phu Binh, dans la province de Thai Nguyen au nord du Viêt Nam. L'identification d'éleveur·ses ayant changé de pratique nous a permis de comprendre comment ce processus de transition pouvait avoir lieu dans le contexte du Viêt Nam. Pour identifier les facteurs influençant les changements de pratique, nous avons utilisé le concept de la trajectoire du changement en utilisant une approche systémique. Le matériel supplémentaire de l'article 4 est présenté dans l'**annexe 5**.

## Article 4. Réduction de l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam : explorer les dimensions systémiques du changement

*Les résultats de ce travail ont été soumis dans la revue PLOS One*

### **Reducing antimicrobial use in chicken production in Vietnam: exploring the systemic dimension of change**

Chloé Bâtié<sup>1\*</sup>, Hang Tran Minh<sup>2</sup>, Van Anh Thi Vu<sup>3</sup>, Duong Thuy Luong<sup>4</sup>, Trang Thi Pham<sup>5</sup>, Nicolas Fortané<sup>6</sup>, Phuc Pham Duc<sup>7,8</sup>, Flavie Luce Goutard<sup>1,9,10,11</sup>

<sup>1</sup> ASTRE, CIRAD, INRAE, Univ Montpellier, Montpellier, France;

<sup>2</sup> Institute of Anthropology, Vietnam Academy of Social Sciences and Humanities, Hanoi, Vietnam;

<sup>3</sup> USAID Learns, United States Agency for International Development/Vietnam, Hanoi, Vietnam;

<sup>4</sup> Institute of Regional Sustainable Development, Vietnam Academy of Social Sciences and Humanities, Hanoi, Vietnam;

<sup>5</sup> Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Thai Nguyen, Vietnam;

<sup>6</sup> UMR IRISSE, CNRS, INRAE, Université Paris Dauphine, PSL, Paris, France ;

<sup>7</sup> Center for Public Health and Ecosystem Research (CENPHER), Hanoi University of Public Health, Hanoi, Vietnam;

<sup>8</sup> Institute of Environmental Health and Sustainable Development, Hanoi, Vietnam;

<sup>9</sup> CIRAD, UMR ASTRE, Hanoi, Vietnam;

<sup>10</sup> National Institute of Animal Science, Hanoi, Vietnam;

<sup>11</sup> National Institute of Veterinary Research, Hanoi, Vietnam;

\* : corresponding author

### **Abstract**

Antibiotic use in livestock production is one of the drivers of antibiotic resistance and a shift towards better and reduced antibiotic usage is urgently required. In Vietnam, where there are frequent reports of the misuse and overuse of antibiotics, little attention has been paid to farmers who have successfully changed their practices. This qualitative study aims to understand the transition process of Vietnamese chicken farmers toward reduced antibiotic usage. We conducted semi-structured interviews with 18 chicken farmers, 13 drug sellers, and 5 traders using participatory tools and a socio-anthropological approach. We explored the farmers' histories, current and past antibiotic usage, methods used to reduce antibiotic use, and motivations and barriers to changing practices. Through the thematic analysis of the farmers' transcripts, we identified technical, economic, and social factors that influence change. Out of

eighteen farmers, we identified ten farmers who had already reduced antibiotic usage. The main motivations included producing quality chickens (tasty and safe) while reducing farm expenditures. Barriers were related to poor biosecurity in the area, market failures, and the farmers' lack of knowledge. Innovation led to overcome these obstacles included the local development of handmade probiotics and the organization of farmer cooperatives to overcome economic difficulties and guarantee product outlets. Knowledge was increased by workshops organized at the communal level and the influence of competent veterinarians in the area. We showed that the transition process was influenced by several components of the system rather than by any individual alone. Our study demonstrated that local initiatives to reduce antibiotic use in Vietnamese chicken production do exist. As changes depend on the system in which stakeholders are embedded, systemic lock-ins must be removed to allow practices to change. The promotion of locally-developed solutions should be further encouraged.

**Keywords:** antimicrobial resistance; farming practices; change of practice; qualitative research; antibiotic; participatory epidemiology; poultry; systemic approaches

## 1. Introduction

Reducing antibiotics use (ABU) in the animal and human sectors is critical to fighting the burden of antibiotic resistance (ABR). The veterinary sector has been identified as a major consumer, accounting for nearly 73% of all antibiotics sold worldwide. These antibiotics are used in livestock production for a variety of purposes (Van Boeckel et al., 2017) including treatment, prevention and, in some countries, growth promotion (Prescott, 2008). The usage of antibiotics for prophylactic purposes and growth promotion are key determinants of ABR (McEwen and Collignon, 2018b). Growth promoters were therefore banned in Europe in 2006, resulting in a decrease in antibiotic use (Millet and Maertens, 2011). Subsequently, additional measures, such as the implementation of action plans like the “Yellow Card Scheme” in Denmark (Dupont et al., 2017) and the Ecoantibio plan in France (MAAF, 2017), have contributed to reducing ABU in Europe. While Oceania, North America, and Europe are expected to contribute the least to the increase in antibiotic sales, Asia is expected to fuel the increase by 10.3% between 2017 and 2030, thus maintaining its position as the highest consuming continent (Tiseo et al., 2020). South East Asia (SEA), in particular, is regarded as a hotspot for ABR (Nhung et al., 2016). Indeed, this region is characterized by countries with growing economies, which leads to a higher demand for meat, leading to a shift toward more intensive production (Zellweger et al., 2017). As intensive production in middle-income countries has been shown to account for 1/3 of the increase in global antibiotic consumption (Van Boeckel et al., 2015b), economic and demographic growth have been identified as ABR drivers. Other drivers include the misuse and overuse of antibiotics in the livestock sector, easy access to drugs and the poor quality of drugs, among others (Zellweger et al., 2017).

In Vietnam, with a population approaching 100 million, the animal sector accounts for 71.7% of total ABU (Carrique-Mas et al., 2020). However, the livestock production sector is currently undergoing numerous changes. First, in 2018, in response to international demand and following the implementation of the first national action plan to combat ABR in livestock in Vietnam (MARD, 2017), antibiotics were banned for growth promotion usage. Additionally, new regulations were implemented in 2020 to gradually decrease the usage of antibiotics in feed for prophylaxis (Government of the Socialist Republic

of Vietnam, 2020) and to make prescriptions mandatory for the purchase of drugs (MARD, 2020). Second, the government's plan is to encourage larger-scale farms and intensify production (Prime Minister, 2021) in a country where most farms are still small-scale or backyard (Bâtie et al., 2022a).

Chicken meat consumption is now considered the second largest source of animal protein after pork and the number of heads has rapidly increased in the last decades in Vietnam (GSOV, 2021a). In particular, since the African Swine Fever (ASF) epidemic, there has been a shift in production from pigs to chickens (Nguyen-Thi et al., 2021). According to a recent study, antibiotic sales in veterinary drug shops in two provinces in northern and southern Vietnam, were highest in poultry production, as compared to pigs and cattle (Le Thi Thu et al., 2021). The usage of antibiotics in chicken production in Vietnam has been widely documented. Antibiotics (AB) are commonly used to treat and prevent diseases in livestock and are readily available over the counter at affordable prices (Carrique-Mas et al., 2019a; Coyne et al., 2020a; Dung et al., 2020). Moreover, chicken farmers rely heavily on their own experience when using drugs, leading to the overuse and misuse of antibiotics (Bâtie et al., 2022a; Choisy et al., 2019; Pham-Duc et al., 2019b). Three production systems can be identified in Vietnam with different ABU practices (Bâtie et al., 2022a; Kim et al., 2013; Luu et al., 2021). Integrated farms rely on the advice of the integrator, family commercial farms rely on their own experience and household farms rely on the advice of drug sellers (Box 1). In this study, family commercial farms are identified as overusing AB (Bâtie et al., 2022a). In another recent study, stakeholders of the veterinary drug value chain identified small-scale family commercial farms and household farms as major barriers to the implementation of new regulations to reduce ABU. They were described as being solely focused on profit, lacking knowledge, strongly attached to the habit of using antibiotics, unwilling to change, and too numerous to be controlled (Bâtie et al., 2022b). However, an intervention study has successfully demonstrated that with good veterinary advice, farmers were able to change their practices and reduce ABU (Phu et al., 2021). Further studies are required in this direction to identify levers and barriers for farmers in order to lead a change in practices in Vietnam.

To understand the transition process of Vietnamese chicken farmers toward antibiotic use reduction, we conducted a qualitative study using participatory approaches. Participation is a way to involve animal health stakeholders in the identification of farm management and health-related problems to develop more suitable solutions (Catley et al., 2012). Qualitative research allows a deeper exploration of the complex social interactions among individuals within the system in which they are embedded. It allows us to explore different points of view and opinions related to a problem. Rather than focusing our approach on individuals alone, we aimed to explore the systemic factors that influence changes in practices. Indeed, the decision to implement change or does not depend solely on a rational decision based on financial considerations but depends also on the social context of farmers (Garforth, 2015). Recent studies have highlighted the need to study ABU and ABR through a systemic perspective rather than focusing on better knowledge, as argued by knowledge deficit models (Tompson and Chandler, 2021). For this purpose, we used the concept of "trajectory of change" that derives from the multi-level perspectives of transition theory (Sutherland, 2014). This concept has been used to understand farmer transition pathways toward the reduction and better use of antibiotics in pig production (Fortané et al., 2015) and chicken production (Adam et al., 2020) in France. It is based on the idea that change is a long-term process (Lamine, 2011) that depends on the social, technical, and economic factors of the system within which the stakeholders are integrated (Chantre et al., 2015). The goal of the present study is to shed light on the transition process of Vietnamese chicken farmers toward a reduced antibiotic use. We

employed a systemic approach to this issue, to identify the factors that influence farmer transition pathways and whether local on-farm innovations were developed to adapt to the changes. Through this study, we aim to contribute to more targeted recommendations by understanding the system in which farmers are embedded and identifying levers within this system that can be activated.

**Box 1.** Chicken production systems in Vietnam (Bâtie et al., 2022a)

- Integrated farms: farmers have a contract with an integrator that provides them with feed, day old chicks (DOCs), drugs, and technical advice; in return the farmers raise chickens for a salary defined according to the Food Conversion Ratio (FCR) and mortality rate. Exotic breed chickens are sold to supermarkets and cross-breed chickens to traditional markets.
- Family commercial farms: independent farmers who buy feed, drugs, DOCs, and receive technical advice from level 1 or 2 agencies (drugstores), or drug and feed companies for larger scale farms. Chickens are mostly sold to traditional markets through traders and sometimes to supermarkets or other shops specialized in quality chickens.
- Household farms: independent farmers who raise a small number of chickens and combine several activities. Feed and DOCs are usually on-farm products, drugs and technical advice are received from level 2 agencies. Chickens are mostly self-consumed or sold to local markets or for traditional events.

## 2. Material and methods

### 2.1. Study zone and selection of the participants

Our study was conducted in the Phu Binh district in Thai Nguyen province in the midland and mountain region of northern Vietnam. Thai Nguyen province is located 70km north of Hanoi, the capital of the country. Thai Nguyen was selected because of its large poultry production (15 407 million heads in 2020) (GSOV, 2021a), its diversity of chicken production systems, its proximity to Hanoi, and the existing collaboration with local partners. According to the Sub-department of Animal Health and Livestock Production (SubDAHLP) that represents the veterinary services at the provincial level, it is a leading province for livestock production and emblematic for what is likely to happen in other provinces. Together with SubDAHLP and the Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry (TUAF), the district of Phu Binh was selected because of its size, the accessibility of the farms, the openness of breeders to share their experience, and information about the district.

The study was designed in two phases. Phase 1 aimed to gather information on the different production systems in the district, on antibiotic usage, and to identify farms with lower ABU. The aim of phase 2 was to explore the network of respondents who have reduced their antibiotic usage, identified in phase 1. In phase 1, 10 farmers and 10 drug sellers were selected by the agriculture service center of Phu Binh district and TUAF team members based on pre-defined criteria to maximize the diversity of participants. Farmers were selected according to the production system as defined by (Bâtie et al., 2022a): integrated farms, large-family commercial farms, small to medium-family commercial farms, and household farms. Drug sellers were selected according to their structural position in the veterinary drug value chain as defined by (Bâtie et al., 2022b): communal veterinarians, agencies selling drugs, agencies selling feed

and drugs, and independent veterinarians. Based on the interviews conducted in phase 1, additional farmers and drug sellers were recruited for phase 2, following information from local authorities and using the snowball sampling method. Interviews with traders working in the same district were also conducted to explore the influence of the market on changes in practice.

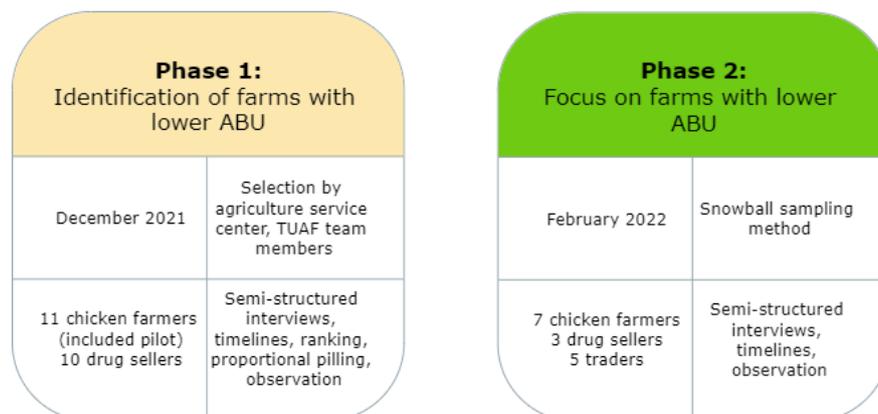
## 2.2. Data collection

In-depth, face-to-face interviews were conducted in December 2021 (phase 1) and February 2022 (phase 2) by the first author and a team of researchers composed of one researcher from TUAFF, one from the Institute of Anthropology of Hanoi, two free-lance researchers in sociology and a variable number of students from TUAFF depending on the phase. The translation was done by a student and one sociology researcher for phase 1 and another sociology researcher for phase 2. Members of the team were trained on research objectives, data collection methods, and participatory epidemiology. Before the data collection, a pilot study in Phu Binh district was organized in November 2021 with one farmer and one drug seller. As there were few changes made to the interview guide and considering the importance of the information collected, this farmer's interview was included in the study.

The interview guide incorporated participatory epidemiology tools (Alders et al., 2020) and socio-anthropological approaches. It allowed us to understand why farmers behave the way they do and to explore the type of interaction between the different participants. These participatory approaches helped us to increase the involvement of respondents during the data collection process. The interview guide was tailored to the respondent's profession (farmer, drug seller, or trader) and organized around four themes: 1) history of the farm/shop and the respondents; 2) technical characteristics (value chain, farm management, AB practice); 3) opinion on antibiotic use and antibiotic resistance, evolution of ABU; 4) antibiotic use reduction (barriers, motivations, impacts, solutions). We used a visualization method (timeline) and ranking and scoring methods (simple ranking and proportional pilling) (Alders et al., 2020). First, to explore the evolution of the farms over time, we asked the respondents to draw a timeline of the different events that occurred at the farm level. Then, to explore the different methods used to reduce ABU, we asked the respondents to enumerate them and we wrote them on a card. Then we asked the respondents to rank them according to their perceived effectiveness and feasibility. Finally, to assess the evolution of the farm's expenses over time and the consequences of ABU reduction on them, we used the proportional pilling tools. Farmers listed their farm expenses and were then asked to divide 100 beans according to the percentage of expenses in each category at the time of the interview. The same procedure was conducted for their expenses five years ago. The timeline of the farm events, ranking of the methods to reduce ABU, and the proportional pilling on farm expenditure were only done for phase 1. Methods during the second phase were only mentioned but not ranked. The interviews were completed by on-farm observation of feeding, housing, herding activities and drug packaging. With the drug sellers, we observed the different products sold in the shop and the interactions between the participants and other sellers or buyers. During phase 1 and phase 2, we stayed on two different farms that were interviewed during the data collection period to observe farm activities over several days (Supplementary material 1).

The study's objectives were explained to the participants and written consent was obtained before starting the interview. The anonymity of the participants was guaranteed throughout the study. This

study was approved by the Ethics Review Board for biomedical research of Hanoi University of Public Health with the application number 021-391/DD-YTCC.



**Figure 1.** Summary of the data collection for phase 1 and phase 2 in Phu Binh district, Vietnam, 2021-2022.

The table includes dates of the data collection, sampling methods, number of participants, and method of data collection.

### 2.3. Data analysis

Interviews were recorded, fully transcribed in Vietnamese, translated into English by a professional and compiled with field notes. Data from farmers' transcripts were analyzed by thematic analysis using the six-step method explained by Castleberry and Nolen (Castleberry and Nolen, 2018). Thematic analysis is an inductive approach, developed from grounded theory, that allows meaning to emerge from the data itself. The coding was performed on NVivo software (V.12.2, QSR International). The grid was first constructed *a priori*, according to the interview guide, and validated by the team. All the transcripts were first read in full, coded by the first author and the grid was refined during the analysis. When no new themes emerged from the transcripts, the codebook was validated after team discussion. The codes were analyzed together in light of the research questions and the context of the study to generate themes using thematic hierarchies. We used a backward and forward approach to data coding, the theme emergence, and analysis (Castleberry and Nolen, 2018). The transcripts of drug sellers and traders were not analyzed through thematic analysis but the information was used to explain some of the findings of the farmers' transcripts analysis.

## 3. Results

### 3.1. Respondents' characteristics

Eighteen farmers were interviewed, one during the pilot study, ten during the first phase, and seven during the second phase. Three farmers were under contract with an integrator and raised hybrid or exotic chickens in confined housing with high levels of biosecurity in an intensive system, hereafter referred to as integrated farms. One farmer kept a small number of local breed chickens for his consumption, this is subsequently referred to as the household farm. Fourteen farmers raised free-range local chickens in a semi-confined system, these are later called family commercial farms. Four farmers

were part of the same cooperatives (farmers 9, 11, 13, 17) and two farmers wanted to develop a cooperative together (farmers 3,4).

These interviews were completed by the interviews of 13 drug sellers, 11 in the first phase and 2 in the second phase. One drug seller was removed from the data analysis due to irrelevant and incomplete answers. Two drug sellers worked for a drug company (one was also a vaccine company and the other specialized in alternative feed additives), two were communal veterinarians (who were also private veterinarians), one worked for the agricultural service center, five were the owners of a level 1 drug agency, and three were the owner of a level 2 drug agency. Two inter-provincial traders and three traders for small-scale farms were also interviewed in the second phase. One farmer and one drug seller were interviewed twice during each phase because they were considered as key stakeholders and that further investigation in their role was required. Most of the respondents were male, the farmers were above 40 years of age while the drug sellers were between 25 and 40 years old. The education level of drug sellers was higher than that of the farmers. Most of the interviews were conducted in Tan Khanh commune or the neighboring commune. The socio-demographic characteristics of the respondents are summarized in Table 1. The characteristics of the farmers and their farm history are summarized in Table 2.

In the district of Phu Binh, the most common farming system was to raise free-range local breed chickens (Gà Ta Lò) with access to a barn for 4 to 5 months (semi-confined housing). They represented 14/18 interviewed farmers. Most of these farmers had benefited from governmental programs to develop a brand of “hill chickens” (Gà đồi) that have better taste than normal breed from this area. Thus, most farmers had been raising chickens for a long time and the evolution in their farming practices was mostly related to an increase in flock size and infrastructure that was encouraged by governmental programs. Chicks were usually bought nearby from relatives or other farmers and feed and drugs were also provided locally. Most chickens were purchased by traders through middlemen for sale in the Bac Giang wholesale market and then distributed to Hanoi or Bac Ninh provinces. Moreover, according to the respondents, the number of drug sellers had also increased in the area together with the development of livestock production. Integrators with national or international influence were present in the district but represented a minority. In the case of integrated farms, the integrator provided farmers with feed, drugs, day-old chicks (DOCs), and advice and then collected and distributed the final products. White chickens were usually raised with a shorter production cycle than the local breed (around 55 days) and raised in a confined system with strict biosecurity protocols. Households represented a high proportion of farmers in the district, with local, entirely free-range chickens raised mostly for the family’s consumption as the household feed them with waste food or their agriculture products (paddy, vegetables). Only one household was interviewed as they were identified as low AB users.

**Table 1.** Sociodemographic characteristics of farmers, drug sellers, and traders interviewed during semi-structured interviews in December 2021 (phase 1) and February 2022 (phase 2) in Phu Binh district, Thai Nguyen province, Vietnam.

Integrated farm: farm in contract with an integrator; family commercial farm: independent farm raising chickens for commercial purposes; household: few free-range chickens for own consumption (Bâtie et al., 2022a); Large: >5000 chickens/flock, medium: 2000-5000 chickens/flocks, small: 100-2000 chickens/flock; Agency 1: drugstore supplied directly by drug companies and supplying farmers and agencies 2; Agency 2: drugstore supplied directly by agencies 1 and supplying small-scale farms in majority (Bâtie et al., 2022b); NA: not addressed.

	<i>Farmer</i>	<i>Drug seller</i>	<i>Trader</i>
<b>Number</b>			
Phase 1	10	11	0
Phase 2	8	2	5
Total	18	13	5
<b>Gender</b>			
Male	15	9	2
Female	3	4	3
<b>Age</b>			
<25	1	0	NA
25-40	4	9	1
40-65	13	4	1
>65	0	0	NA
<b>Education</b>			
Primary	2	0	NA
Secondary	4	0	1
Highschool	7	2	NA
College	3	4	NA
University	2	7	1
<b>Year of experience</b>			
<5	2	2	NA
5-10	3	5	NA
11-15	6	3	2
>15	7	3	NA
<b>Commune</b>			
Tan Khanh	13	4	3
Bao Ly	0	3	0
Other	5	6	2
<b>Production system</b>			
Integrated	3		
Family commercial	Large	4	
	Medium	5	
	Small	4	
Household	1		
<b>Category of drug seller</b>			
Agency 1		5	
Agency 2		3	
Communal vet.		2	
Independent vet.		1	
Drug company		2	

**Table 2.** Farmer’s characteristics according to semi-structured interviews from December 2021 (phase 1) and February 2022 (phase 2) in Phu Binh district, Thai Nguyen province, Vietnam.

AB: antibiotics; Factors (+): motivations to reducing AB; Factors (-): barriers to reducing AB; ASF: African Swine Ver, VietGAHP: Vietnamese Good Animal Husbandry Practices

Farmer (phase of interview)	Gender, age, Years of experience	Date of installation	Production system, number/flock, housing, number of workers	Description and farm evolution	ABU profile	ABU practice	Factors (+)	Factors (-)	Methods	
Farmer (pilot)	0 Male, 48, primary school	15	2008	Family commercial, 15000, DOCs, semi-confined, 1	High profit motivation, started to work on his own in 2017, increased farm size in	Have reduced	Prevention (periodically throughout the animal’s life) and treatment	Chicken quality, food safety, lower farm expenditure	Knowledge, breeding condition (weather)	Better vaccination, better farming practices workshops, increased knowledge
Farmer 1 (1)	Male, 25, university	3	2021	Contract, 15000, meat, confined, 4	Farm manager, change of job in 2021 for a new company because they were overusing AB, main activity	Have reduced	Prevention (first week) and treatment	Chicken quality, food safety, requirements of integrator	Lack of output	Herbs in feed, chicken care, quality chicken brand (marketing), biosecurity, change of job
Farmer 2 (1)	Male, 32, university	5	2021	Contract, 40000, meat, confined, 4	Farm manager, owner of another farm of the same chicken company, main activity, previous job at the veterinarian faculty, 4 pers.	Have reduced	Prevention (first week + feed with AB until 15d) and treatment until 35 d	Requirements of the integrator (Motivation of the integrator: productivity, profit, to maintain its reputation)	Lack of output	Biosecurity, regulations
Farmer 3 (1)	Male, 45, college	20	2015	Family commercial, 4000, meat, semi-confined, 2 (family)	Farm owner, focus only on chickens, increased farm size in 2019, previous job at the veterinary station, bought another farm in 2016, work with his wife	In the process of reducing, same amount	Prevention (rarely, young) and treatment	Avoid antibiotic resistance, lower farm expenditure	Infectious pressure, density	Improved biosecurity (biomatress), want to develop a cooperative, vaccination, workshops, main activity (focus only on that)
Farmer 4 (1)	Male, 47, highschool	15	2007	Family commercial, 3000, meat, semi-confined, 1	Increase farm size over the time, no husbandry training, saw profit of farming and continued, pigs, dogs	In the process of reducing, increased amount	Prevention (rarely, change of season) and treatment	Lower farm expenditure, chicken quality	Intensification, high density	Herbs (2019), want to develop a cooperative, want to reduce density, garlic

Farmer 5 (1)	Male, highschool	44,	14	2016	Family commercial, 3000, meat, semi-confined, 1	High profit, increased farm 5 years ago	Increased	Prevention (periodically throughout the animal's life) and treatment		Infectious (multiple diseases, density), economic difficulties, no network of advice	pressure
Farmer 6 (1)	Male, highschool	36,	12	2008	Family commercial, 2000, meat, semi-confined, 1	Invest in the farm in 2018, stopped raising pigs because of ASF, chickens (main income), crops, no training on farming, start because everyone was raising chickens	In the process of reducing (?), same amount	Prevention (periodically throughout the animal's life) and treatment		Infectious (density)	pressure Following period > 5 months
Farmer 7 (1)	Female, highschool	45,	12	2013	Family commercial, 1500, meat and eggs, semi-confined, 1	Depending on the market conditions switch between laying hens and chicken meat, continue breeding because of the benefit, also drug seller, few training on livestock from Woman's Union	In the process of reducing (?), increased	Prevention (?) and treatment		Infectious (more disease), lack of alternatives to AB	pressure
Farmer 8 (1)	Male, college	42,	14	2018	Family commercial, 6000, DOCs, semi-confined, 2 (family)	Increased size over the time, bought 2 incubators in 2018, only source of income, stop raising pigs (too much work), took over family farms	Same amount	Prevention (periodically throughout the animal's life) and treatment		Don't know how to reduce, high density, downtime, lack of alternatives to AB	
Farmer 9 (1)	Male, highschool	48,	16	2016	Family commercial, 5000, meat, semi-confined, 2 (family)	Work in husbandry (main job) and reforestation, no training on husbandry, studied medicine, member of the cooperative	Have reduced	Prevention (periodically throughout the animal's life) and treatment	Lower farm expenditures, chicken quality, safer products, maximize productivity (awareness of animal husbandry)	More complicated, time-consuming	Local hand-made probiotics (2020), cooperative
Farmer 10 (1)	Female, secondary school	52,	32	1989	Household, 100, meat, eggs, DOCs, free range, 3 (family)	Increased number of chickens in 2016 but too many diseases so reduced the number, 3 pers (family)	Same amount	Treatment	/	/	Small-scale AB only for treatment

Farmer (2)	11	Male, highschool	42,	13	2021	Family commercial, 1000+1200, meat and eggs, semi-confined	Main job, was working at his father-in-law farms, built his own farm in 2021, member of the cooperative	Have reduced	Prevention (change of season) and treatment	Lower expenditures	farm	More complicated, time-consuming	Local hand-made probiotics (2020), cooperative
Farmer (2)	12	Female, secondary school	41,	19	2012	Family commercial, 1000, meat, semi-confined, 2 (family)	Was raising at her father-in-law place	In the process of reducing (?), same amount	Prevention (first week), treatment			Infectious pressure, (« pollution » of the land)	Workshops on vaccination, better vaccination
Farmer (2)	13	Male, secondary school	37,	13	2009	Family commercial, 4000, meat, semi-confined, 2 (family)	Took over family farms, main activity, member of the cooperative since 2016, increased in size over the time, used industrial feed in the past	Have reduced	Prevention (change of season) and treatment	Chicken quality, lower farm expenditures	Workload		Local hand-made probiotics, improved feed quality, cooperative, specialized selling channel
Farmer (2)	14	Male, primary school	54,	5	2017	Contract, 8000, meat, confined, 1	Contacted by a representant of the company, main activity, has also her own flock, training by technician of the company, started because she saw that it was profitable	Have reduced (don't want to reduce)	Prevention (first week + feed with AB until 15d) and treatment until 35 days	Requirements from the integrator, random on-farm control	Infectious pressure		Regulations
Farmer (2)	15	Male, secondary school	56,	22	2000	Family commercial, 1800, meat, semi-confined	Stopped raising pigs, expanded the farm in 2011, buffaloes	Have reduced	Treatment	Better productivity			Biosecurity (hygiene, water, feed), better farming practices, knowledge
Farmer (2)	16	Male, highschool	38,	20	2002	Family commercial, 7000, meat, semi-confined, 2 (family)	Automatization and increased size (2012), VietGAHP (2018), cooperative (2021), main activity, good activity to earn money	Increased	Prevention treatment	(?),		Infectious pressure	
Farmer (1,2)	17	Male, college	58,	20	2001	Family commercial, 4000, meat, semi-confined, 2 (family)	Leader of the cooperative created in 2014, new cooperative 2022, start probiotic in 2018, increased size of the flock in 2010 (rented a land) and reduced flock size in 2018	Have reduced	Treatment	Reduce ABU, chicken quality, better profit, entrepreneurial motivations, valorization of products of his hometown, better benefit for farmers, production of safe products			Local hand-made probiotic, cooperative, specialized selling channel

### 3.2. Antibiotic usage

All farmers used antibiotics for the treatment of sick chickens. In the presence of disease, they deem antibiotics to be the only solution and a necessity for animal health welfare. The most common diseases mentioned by farmers and drug sellers were enteritis, typhoid, asthma, coccidiosis, and blackhead disease. Farmers also reported an increase in “bệnh ghép” also called “serious disease” by farmers and drug sellers. They perceived it as serious because it was a combination of several diseases and was more complicated to treat. In the case of bệnh ghép, they used a combination of several antibiotics, with higher dosages and higher concentrations of AB in the product (called “strong” antibiotic). Antibiotic use for treatment was seasonal, with greater use during the winter, a period particularly suitable for the development of E. coli and respiratory diseases due to heavy rainfall and cold weather. The dosage and route of injections depended on the severity of the diseases, with the injection identified as the most efficient form for severe disease. Dosage depended on the weight of the chickens, but even if farmers knew that they had to follow product instructions, they increased the dosage of their own accord or upon recommendations made by some drug sellers. They increased the dosage for “serious” diseases because chickens did not eat or drink all the products or because of the poor quality of the drugs. Antibiotics commonly used by farmers were amoxicillin, ampicillin, oxytetracycline, doxycycline, cefotaxime, enrofloxacin, and colistin. Antibiotics were supplemented with alternative feed additives to increase chickens’ resistance and cure them more quickly. Disease diagnostics (clinical examination and autopsy), and treatment choices were usually made by farmers according to their own experience in the case of family commercial and household farms. However, when facing a “serious” disease or unknown clinical signs other farmers for advice or relied on health care professionals. In this case, treatment choices were made based on the farmer’s description of clinical signs, farm visits, and autopsy.

Of the 18 farmers interviewed, 12 used antibiotics for prevention periodically throughout the animal’s life, during the first week usually to prevent typhoid, or at the change of season when it was going to rain, even though the chickens were vaccinated. In prevention, antibiotics were mainly used to prevent asthma and enteritis. Respondents reported more preventive use given periodically throughout the animal’s life for laying hens than broilers. antibiotics were mostly. In some cases, the AB used were different at each production cycle. The most common form was powder, which was then mixed with the feed. In prevention, they used lower concentrations of AB in the product (“weak” antibiotic), or they used half the dose as indicated on the packaging. Some farmers believed that it was necessary to use AB for preventive purposes, as this would reduce the disease incidence or its severity, that “prevention is better than treatment” and that it would lead to a reduction in costs. This belief was also shared by some drug sellers. No feed containing AB was found during our survey. Independent farmers reported that it was no longer possible to find feed containing antibiotics for adult chickens, and contract farms explained that they only used feed with AB in the early stages of the production.

*“It is used periodically for 3 days/time. Sometimes 1 day use 1 day not, and sometimes 4-5 days/time. It depends, if I see chickens are weak, I will use 3 days/time, if they are good I use 1 day and 1 day don’t use it. It depends.” (Farmer 5)*

For three farmers it was not clear whether they used antibiotics for prevention or not. Three farmers did not use antibiotics for prevention because, in their opinion, it should not be used at a preventive method but only for treatment. For the same reason and to avoid the overuse of antibiotics, some drug sellers did not recommend the usage of antibiotics for prevention.

Despite the common use of antibiotics, their overuse was also perceived negatively by farmers, drug sellers, and traders. They considered that the overuse of antibiotics would affect the quality of the chicken meat with changes in appearance (spots and rough feathers), unhealthy chickens, and improper growth. And as traders buy chickens based on their appearance, this would result in a loss of income (chicken with visual defects are usually bought 10% cheaper).

### 3.3. Perception of antibiotic resistance

Farmers were well-acquainted with the requirement to stop using antibiotics before selling chickens. They were aware of the negative consequences for human health due to residues in meat. One farmer who raised household chickens did not want to buy chickens from large farms because of the presence of residues and it was common for traders or consumers to wait a few days before eating the chickens. However, as one respondent reported, the withdrawal time was not always respected in practice. As farmers were using too much antibiotic, it took time to eliminate, and waiting would lead to an increase in expenditure (especially for feed) and a loss of income. This situation was facilitated by the lack of residue control on the traditional market. However, according to one respondent, traders were able to recognize if a chicken had been treated recently with AB. However, integrated farms were subject to random controls by the integrators and thus stopped using antibiotics 35 days prior to selling. The VietGAHP certificate (Vietnamese Good Animal Husbandry Practices) is a voluntary certification that allows products to be sold in supermarkets. Farmers with this certificate were also particularly concerned about respecting this withdrawal period.

*“Some households even though their chickens were injected just 1-2 days before, still sell them to the dealer (...), if the middleman knows how to check the flock, he will find that the injected area will always be brutally bruised.” (Farmer 6)*

Farmers were generally aware of antibiotic resistance, even though the level of knowledge varied between respondents. The most common definition of antibiotic resistance was that the antibiotic did not work and that they had to change antibiotics. A similar definition was provided by drug sellers.

*“We often call this issue “nhờn thuốc” (antibiotic resistance), it means that that medicine doesn’t work although it is very new, very recent, very good, with a high antibiotic content” (Farmer 0)*

ABR was identified as being mainly caused by the overuse or misuse of antibiotics and the continued use of the same antibiotics. Some farmers and drug sellers also believed that the cause was other farmers lack of knowledge on disease diagnosis. Farmers also reported that antibiotic resistance occurred because of the soil pollution. This meant that when several flocks of chickens were raised in the same area, there was higher disease incidence and the presence of antibiotics in the environment. The identified consequences of ABR were that chickens couldn’t be cured, they had to switch to other antibiotics and increase the dosage, and this resulted in decreased productivity. Most farmers had experienced this on their farms. However, few respondents made the link between antibiotic resistance and the risk to human health. Their main source of information about antibiotic resistance was workshops organized by agencies, drug sellers, governmental projects, and TV channel media.

*“The first reason is the increasing population of chickens. Secondly, it’s because the area of land doesn’t change, but I don’t have much time to rest in between different flocks. The chickens are not raised in cages, but they’re pastured, so they would defecate on the land after eating. Therefore, the land would get polluted.” (Farmer 6)*

### **3.4. Usage and motivations to reduce antibiotic usage**

The evolution over time of antibiotic usage was perceived either as an evolution in price or quantity (Supplementary material 2 for the results of the proportional pilling). Respondents reported an increase in the price of antibiotics and thus in their farm expenditure. The increase in farm expenses was up to twice as high as a few years before, as confirmed by drug sellers. This was also related to higher amounts used (usually twice of the recommended dosage) due to higher disease incidence, intensification of production (overlap between two batches, higher density), and treatment difficulties.

We identified three ABU profiles (table 2). Three farmers had increased their antibiotic usage and had no plan to reduce it in the near future. Five farmers had not reduced their usage but intended to reduce it. Ten farmers had reduced their antibiotic use, including three integrated farms, four farmers from the same cooperative, two independent farmers, and one household farm. Drug sellers reported an increase in chicken production in the area, with larger scale farms leading to higher AB sales. However, some of their customers were using less antibiotic because they were using more vaccines and applying better farming practices. Motivations and barriers to reducing antibiotics for each respondent are detailed in table 2. Integrated farmers were obliged to comply with the requirements of the integrator that sought to sell on the international market, by complying with norms and regulations, or to develop a new domestic market for quality products. One farmer chose a specific integrator because they used less AB. For family commercial farms, reducing AB was often perceived as a way to reduce farm expenditure, improve farming practices, be more productive, increase the quality of the products and produce products that are safer for consumers. The main barriers included the high disease incidence linked to the free-range production system, on-farm density, and high density of the farms in the area. The household farmer had reduced her ABU because she reduced the number of chickens on her farm. Production was then for her own consumption only and she did not want to use AB as it would be harmful to her health.

### **3.5. Adoption of technical solutions**

Farmers adopted technical solutions that contributed to ABU reduction on their farms; these varied according to the participants and their different socioeconomic contexts. Methods for reducing antibiotics were vaccination, alternative feed additives (probiotics, vitamins, electrolytes, tonics), hygiene and sanitation, herbs, and improvement of farming practices. The results of the ranking of these methods by the first phase respondents according to their perceived effectiveness and feasibility are presented in the Supplementary material 2.

Farmers reported an increasing use of vaccination. The main reasons for this were the intensification of poultry production and the higher disease incidence in the area, related to higher farm density. They also explained that an influential drug seller in the area was promoting good vaccination practices. This drug

seller was well-equipped for vaccine storage and farmers trusted in his advice. Moreover, farmers communicated together on the need of using vaccines.

*'We usually say to each other that the chickens live thanks to vaccines, they cannot live without vaccines.'* (Farmer 3)

Farmers 9, 11, and 13 - all members of a cooperative - used local handmade probiotics produced by the cooperative leader (farmer 17). They started using these products in line with the technical advice provided by the leader of the cooperative and also because they considered this method to be successful in many aspects. Indeed, probiotics helped to reduce farm expenditures by enhancing chickens' resistance and thus reducing ABU, it also allowed them to feed the chickens with corn-based feeds that were cheaper than industrial feeds. There was less disease among the chickens and they were of better quality. For example, the farmer who developed these probiotics reported a reduction of 30% in his ABU. One disadvantage of using probiotics was the increased workload due to the need to grind the corn and mix the probiotics manually. To overcome this problem, the leader of the cooperative planned to buy a mixer that other farmers could use.

Using probiotics was also a way to obtain a better valorization of the products. Indeed, a new cooperative was created by farmer 17 where probiotics are a requirement. Chickens are sold with the label "fed with organic probiotics" so that obtain a higher price. A better valorization of products was also the objective of one integrator. Using herbs was thus a marketing strategy for the integrator to produce quality chickens and to move toward the production of AB-free chickens.

Integrated farms also had to follow the strict biosecurity standards of the company (pad cooling, disinfection, automatization, ...) and perceived this as highly effective to reduce disease incidence. For family commercial farms, the most common biosecurity measures were hygiene and sanitation (i.e. cleaning and disinfection of the barn) as these were also seen to be a cheap and easy way to reduce the disease incidence. Reducing chicken density, observing a fallowing period and not overlapping flocks were identified as effective means to reduce the use of antibiotics. However, they were not always applied because of the perceived reduced profitability and the need for farmers to increase their volume of sales to maintain a sufficient income.

Several farmers improved their farming practices, usually by attending workshops, and thus reduced their antibiotic usage. They usually wanted to learn more about how to improve farming practices and reduce farm expenditure. One farmer completely changed his feeding and drinking systems to improve farming conditions and provide a safer environment for the chickens ("eat clean, drink clean, and stay clean") and his ABU has since decreased. Another farmer considered that spending time with the chickens was an efficient way to reduce ABU. Indeed, on his previous farm, he spent limited time observing the chickens. Since he started working on another farm with more human resources, the disease incidence had decreased. Cooper sulfate, bio mattress, lime, and rice husks with probiotics were also used to keep the environment dry.

*"Taking care of chickens in the right way can also help to reduce diseases. For example, if we don't take care of them like children, they will be weak and thin. Conversely, if we give thoughtful care to them, they will rarely get sick."* (Farmer 1)

### 3.6. Influence of social networks on reducing antibiotic usage

Social networks supported the diffusion of practices and knowledge between farmers and with health professionals. The impact of social networks on changing practices was higher within the context of a trusted relationship rather than with a seller-buyer one. It also supported mutual aid and the diffusion of solutions. Most farmers participated in several workshops organized by the private and public sectors through the agricultural extension center. In these workshops, stakeholders explained new diseases, diagnostics, and treatments, and introduced new products or vaccines, without specific training on ABR. Usually, products (alternative feed additives) or goodies were distributed to the participants. Another example was the case of a farmer who, after meeting a professor, started to produce his own local handmade probiotics. Several governmental and research projects were also implemented in the area allowing farmers to change their farming practices. For example, one project aimed to increase on-farm biosecurity or to develop VietGAHP farms by providing farmers with technical support and financial assistance. However, the covid pandemic had slowed down the farmers participation of the workshops and on-farm intervention of such projects.

*“Moreover, by attending seminars, I gained more knowledge about how to use medicine and antibiotics. It’s easier when I already have some understanding of it. Knowing how to use medicine is a way to prevent drug resistance among chickens.” (Farmer 9)*

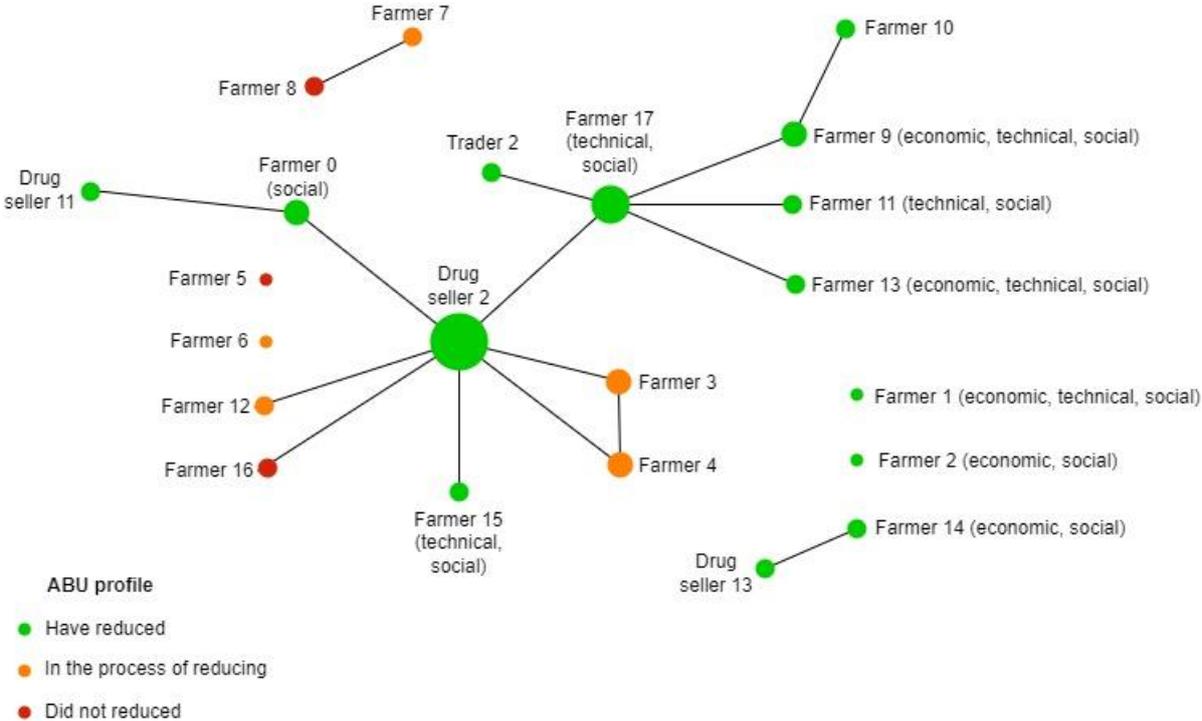
Relationships between farmers and drug sellers varied and so did the impact on their antibiotic use. Drug sellers had different backgrounds from high school education, without proper veterinarian training, to universities. To compensate for the difference in knowledge between drug sellers, one veterinarian was training other drug sellers. Most farmers interviewed bought drugs from the same drug seller (DS2 on the Fig 1). This drug seller was also a member of the SubDAHLP staff and was perceived to have a strong influence on the farmers because he had a lot of experience and knowledge. Farmers trusted him and followed his recommendations. In particular, this drug seller was concerned about ABR and ABU and promoted the usage of vaccination. Most farmers did not seek professional advice when they considered that the disease was not serious or for routine antibiotics (i.e. preventive use). They acted on the basis of their own experience. Drug sellers considered farmers to be experienced as they had been raising chickens for a long time. However, farmers asked veterinarians or drug sellers for advice when the diseases are too serious - bệnh ghép - because drug sellers know how to mix different drugs. Sometimes, drug companies visited farms directly, or when agents requested it, for difficult cases. Some companies advocated a reduced antibiotic usage and because they specialized in alternative feed additives, they could influence farmers to reduce their antibiotic use. However, most of the drug sellers interviewed did not actively promote a change in practice and it was unclear whether or not farmers would have listened to them. Finally, integrated farms received technical support from the company and were trained from the beginning to raise chickens.

*“[Drug seller 2] has a lot of experience. He is loved by so many people (...) [he] would share the experience in dissecting and examining to diagnose the disease in chickens. Secondly, he would help us in vaccinating when chickens are 1 day old.” (Farmer 4)*

The exchange of knowledge among farmers was common, especially because most people had relatives in the area. However, not all of them actively encouraged a change in practice. They would share their experience and farmers would decide whether or not to use the new technics. However, as the interview was conducted across a limited area, most of the farmers were relatives. This was the case of the farmer

who started the cooperative and produced probiotics. This made it easier for him to convince the other farmers to try it. He also organized meetings to present his product.

*“[Farmer 17] told me about that. He experimented with a few flocks and found it effective. (...) He is my wife’s uncle.” (Farmer 11)*



**Figure 2.** Relationships between the respondents, their antibiotic usage profiles, and factors influencing their changing practices from semi-structured interviews, December 2021 and November 2022, Phu Binh district, Vietnam.

In brackets: factors influencing change. Circles are proportional to the number of relationships.

**3.7. Influence of the poultry supply chain on reducing antibiotic usage**

Three different supply chain models were identified among the participants, with different influences on changing practices.

In the traditional system, economic factors were identified by farmers as a barrier to reducing ABU. Indeed, antibiotics were considered a safe way to maintain productivity. High market fluctuations in output and feed prices were a barrier for farmers to change their practices; this was confirmed by drug sellers and traders. Feed was considered the highest expenditure and costs have increased since the pandemic. Moreover, chicken prices fluctuated constantly. Between December and February, the price for one kilogram of chicken increased by 50%. This was explained by the Covid situation in December, which considerably lowered prices and the approach of the Têt festival in February when consumption increased. But after these particular events, prices decreased again, as reported by the respondents. During difficult times, some farmers reported producing at a loss and it was also common for farmers to obtain loans from drug sellers and pay them back later. Drug sellers make a profit on antibiotics, but

according to them, they would have higher income if farmers used fewer antibiotics. Indeed, this would mean that chickens would be healthier, so farmers would be wealthier and could pay them back. Poor market conditions have also affected the number of farms. Indeed, some people have stopped raising chickens and this in turn has had a negative impact on drug sellers. Certain farmers solved their economic difficulties by combining several jobs, to increase their resilience (the multiple sources of income helped them to absorb shocks).

*'They look beautiful, a good crest and shiny feathers' (Trader 1)*

The conventional selling of chickens at the traditional market was considered a barrier to changing practices. Most of the chickens were bought by traders, through middlemen, to be sold on the wholesale market, in Bac Giang, and then distributed to Hanoi or Bac Ninh provinces. Traders did not ask farmers about their ABU because it was not a market requirement, no control was done at this level and farmers did not usually tell them the truth. According to traders, consumers did not care about this issue and bought chickens only for their taste. Farmers stated that producing quality chickens (tasty and safe) was one of the main motivations to reduce ABU. However, farmers reported that quality chickens were not sold at a higher price on the market, even though their production cost was higher.

*"They don't care about this issue much. Traders just come to check our chicken flocks. They care about the chickens' feathers and weight. They will be ok if the chickens have silky feathers and the same weight. If chickens are ugly, the feathers are shabby and sticky, traders will know that we use lots of medicines." (Farmer 4)*

*"I'm always sure about the quality of my products. However, no one has requested quality products. Now, chickens are sold on the free market, so the prices are not different between farms. With the good quality of my chickens, the price should be higher but it's not [the case] in the free market." (Farmer 3)*

Integrated farms must comply with the integrator requirements and the integrator must comply with state policies. Antibiotics were therefore only used in the feed for the authorized time and the withdrawal time was applied strictly. These products were sold in supermarkets under the VietGAHP certificate that should include testing of residues. One integrator also started a brand of herb-fed chickens to target a new domestic market. However, the market was still insufficient for these types of products as consumers were identified as customarily buying their meat at traditional markets. Independent farmers that had the VietGAHP standard were not able to sell their products in supermarkets. Indeed, one farmer reported a lack of consumer demand. He was therefore obliged to sell them on the traditional market, but as the higher production prices were not reflected in higher purchasing prices, the solution was not profitable for him.

*"It seems that all Ta Lo chickens cannot be sold in supermarkets because the price is too high. Supermarket chicken meat is soft and cheap. The price of supermarket chicken meat is only as much as the price of our living chickens. So, if we sell them in the supermarket, the price of our chickens will be too high." (Farmer 16)*

A solution developed by farmers to overcome economic difficulties was to organize themselves into cooperatives. Among our respondents, four farmers were part of an existing cooperative (farmers 9, 11, 13, 17 on the Fig 1) and two farmers wanted to create a new one in the area (farmers 3,4 on the Fig 1).

The existing cooperative was created in 2014 by farmer 17 and included 10 members. Half of the farmers had been feeding their chickens with local hand-made probiotics since 2018 as they had to be free-range and AB residue free. Inputs were purchased in common (AB from Drug Seller 2) and the cooperative is supported farmers in the selling process. They had the VietGAHP certificate. Two governmental provinces supported the development of the cooperative. A second cooperative with 17 members was soon to be officially created with a focus on producing “organic” chickens with less AB the application of new technologies. They were still to be fed with the probiotics and corn, but they were to stop using AB for the last 2 months. Feed were to be processed in common and the leader aimed to develop processed meat. A new collaboration to sell chickens to a shop specialized in quality chickens in Hanoi was under development. The trader responsible for the sale would be associated with the cooperative and would also provide them with drugs. This trader started this business to produce “clean food, drug-free chickens” (Trader 2) after realizing that most chicken meats contained antibiotics. According to one member, this cooperation would guarantee a better valorization of their products (higher selling price). Chickens were to be sold under the brand of the cooperative. The leader also intended to be part of the “One Commune One Product” program, supported by the government and aiming to promote high-quality products from a commune. This was a way for producers to better valorize their products by increasing consumer trust.

According to the respondents, the advantages of being part of a cooperative were the lower prices of the inputs (feed, drugs, DOCs), the assurance of having stable outputs, the possibility to share their technical expertise, and its legal existence. Moreover, they received technical and financial support from the government. Farmers involved in a cooperative didn’t mentioned barriers to being part of a cooperative. But they explained that other farmers did not want to join due to a lack of awareness

*“Joining cooperatives is completely voluntary, the members discuss and implement together. There is no pressure and it is not required for everybody to follow. This is what the new type of cooperatives is like, so farmers feel comfortable. When joining, I can see many advantages.”*  
(Farmer 17)

## 4. Discussion

By conducting qualitative research using participatory approaches, our study identified chicken farmers who have successfully reduced their antibiotic usage. Technical, economic, and social factors were all identified as having either a positive or a negative influence on changing practices. We were able to describe these factors as our sampling included both farmers who had reduced their ABU and farmers who hadn’t. For family commercial farms that reduced their ABU, their main objective was to produce good quality chickens, in terms of taste and food safety, while ensuring sufficient profits. In most cases, changes in practice resulted from a combination of technical, social, and economic factors. For the cooperative, we identified that the farmers’ association was a means to reduce farm expenditures while sharing technical methods (local-handmade probiotics) and knowledge. It allowed the development of new commercial outlets with higher profits for farmers. Other family commercial farms successfully reduced their ABU by improving their knowledge, biosecurity, and farming practices. We observed that integrated farms did not belong to the same social network as the independent family commercial farms. Their reduced ABU was mainly motivated by the integrator’s decision to comply with national

regulations and to adhere to international market trends. The household farm used AB only for treatment as they farmed very few chickens and these were solely for their own consumption and might not need to reduce their ABU.

Our study also shed light on the need to study ABR and ABU practices from a systemic perspective, rather than focusing on motivations and changes in practice solely among individuals alone. Knowledge deficit models have made a significant contribution in exploring drivers of change by linking a poor level of knowledge and awareness with high ABU (Tompson and Chandler, 2021). However, in our study, most farmers were aware of ABR causes and consequences and of good biosecurity practice, but remained high AB users due to socio-economic constraints and didn't consider this to be problematic. This means that good ABU practice doesn't depend only on knowledge but rather on the socioeconomic issues in which farmers are embedded. Our study provided evidence of the need to focus on social, economic, political and cultural factors when addressing changes in practice, as reported by other social science studies (Tompson and Chandler, 2021).

However, our study had certain limitations. Our sampling method was based on the selection of participants by the local governmental authorities, followed by the snowball sampling method for the second phase. Respondents were highly connected and this might have reduced the diversity of opinions. However, it also helped to further understand the network of stakeholders and how relationships can contribute to reducing antibiotic use. Moreover, more interviews could have been conducted to explore further cooperatives or other farmers that have reduced their ABU. We validated our data by using multiple sources of data information (triangulation of interviews, observation, and participatory tools), team discussion on the matrix coding, and feedback to the participants (Patton, 1999). The sampling method might also have contributed to a gender bias with an underrepresentation of women in our study. It has been shown that globally women were usually in charge of feeding activities while men were still in charge of the decisions in family poultry production (Alders et al., 2018). This seems to be confirmed by our study, and would explain the higher proportion of men. Other explanations, might come from the employment area. During our survey, most of the women were not at home as they were working in industrial zones. A review conducted in South East Asia has shown that there was a gender difference in antibiotic usage (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021), this was also raised by one of the drug sellers that we interviewed. Women might therefore have expressed different opinions on the topic. This once again underlines the need to conduct more studies on gender differences in antibiotic use in Vietnam (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021).

The adoption of technical solutions was related to socio-economic factors. Farmers used local handmade probiotics because they were members of a cooperative that used them and because it was required to meet the quality standard requirements for downstream marketing. In addition, this helped to reduce farm expenditures, a particularly important concern for family commercial farms. Herbs were also used by one integrator to reach a new domestic market and to approach international markets. Applying high biosecurity in integrated farms was the results of a top-down decision from integrators, also to meet international markets. And finally, the increase of the usage of vaccines was a combination of higher disease pressure, the influence of veterinarians and other farmers, and the need to reduce farm expenditures. Technical solutions have been proven to effectively decrease ABU at farm level (Postma et al., 2015). However, using these tools to change practices requires a combination of different factors that are highly dependent on political, economic, technical, and cultural factors. Thus, using more

vaccines to decrease ABU would seem feasible in Vietnam because vaccines are accessible. However, in Madagascar, for example, vaccination in remote areas is compromised by difficult storage conditions and poor governmental support (Bâtie et al., 2022a) making this solution less effective in this context. Poor biosecurity in family commercial farms was related to the economic pressure on farmers who were reluctant to take the risk of increasing the following period, reducing density or applying other measures. However, the development of model farms that apply Enhanced Biosecurity Practices (EBP), through the support of FAO in collaboration with the Department of Livestock Production (DLP), has shown positive results. Indeed, these model farms use less ABU and show higher profits than control farms (Tung et al., 2020). Our study highlights the need to improve biosecurity in family commercial farms by demonstrating its economic benefits for farmers in Vietnam.

Farmers' social networks were identified as playing a key role in knowledge and practices around ABU and ABR diffusion, and in initiating a change in practices. This information was gained from veterinarians, professors, drug companies, and governmental authorities through the organization of many workshops in the area. Farmers also relied on the experience of other farmers similarly to another study conducted in Vietnam (Pham-Duc et al., 2019a). Moreover, being part of the cooperative was also a consequence of social interactions. Indeed, farmers joined the cooperative because they were related to the cooperative leader or because they observed positive technical and economic results for other members. We also identified a drug seller who was particularly influential in promoting good ABU practice. Farmers trusted him because he was perceived as having a lot of experience and because he was part of the SubDAHLP staff. Another study also highlights the greater confidence of farmers in official veterinarians (Truong et al., 2019). Drug sellers have been identified in many studies as playing a key role in changing practices because they are the main source of advice for farmers (Doan Hoang et al., 2019). Building trusted relationship between farmers and drug sellers appeared to be an important lever for the adoption of new solutions and the progressive changing of practices. But, in our study, similarly to farmers, drug sellers had varying levels of knowledge, influence and interest in reducing ABU and their motivations were not homogenous. The drug seller's business model relies on their sales of antibiotics, feed additives, vaccines and, for some shops, feed or other goods, which make them highly dependent on farmers' profitability. Thus, bad sanitary conditions have a socioeconomic impact on both farmers and drug sellers. Creating a less precarious business model for veterinarians could be a way to reduce ABU, - a question also raised in Europe - with a better remuneration of advice and the decoupling of antibiotic prescriptions and sales (Raboisson et al., 2021). Some drug sellers did not, therefore, have a positive influence on the change of practice. This has already been observed in a previous study (Bâtie et al., 2022a; Truong et al., 2019). It is particularly important to address this issue as it has been shown, in Vietnam, that providing good advice to farmers contributes to ABU reduction (Phu et al., 2021). The farmer's social network has been identified, in France, to be a significant contributor to changing practices, particularly through knowledge diffusion. Indeed, farmers are embedded in an environment with social interactions, in particular knowledge diffusion (Adam et al., 2020); in pig farming this has contributed to the diffusion of innovations (Fortané et al., 2015), and to changing farmers' practices regarding the use of pesticides and new soil management in France (Compagnone and Hellec, 2015).

Downstream stakeholders such as supermarkets or specialized selling channels were identified by respondents as promoting good ABU practices. Chickens sold in supermarkets must have the national VietGAHP certificate that requires, among others, AB-residue testing and recording of ABU. In this context, integrators performed random on-farm testing and farmers were aware that they should not

longer use AB for 35 days prior to selling. In the case of the cooperative, the development of a collaboration with a trader that sells higher-quality chickens in Hanoi seemed promising in regards to reduced ABU. Farmers must comply with the retailer's requirements, in exchange for which they make more profit. This shows that there are other forms of socio-economic organization to produce quality food while being sustainable. These initiatives must be supported to improve farming practices and reduce ABU among small holders. The downstream level has also been shown to be a key element, in France, in the development of AB-free labels in poultry production (Adam et al., 2020). In the pig sector, also in France, retailers took the initiative of meeting societal demand and guaranteeing outputs for producers with economic benefits for farmers (Roguet and Hemon, 2022). It is therefore important to look at the market structure and the organization of value chain when considering ABU issues and to support a sustainable transition (Begemann et al., 2020; Hughes et al., 2021). However, family commercial farms had trouble selling their produce to supermarkets, even with the VietGAHP certificate. This lack of outlets has also been reported in pig production in Vietnam (Nguyen et al., 2021). So, most of the independent farmers were selling local breed chickens at the traditional market to comply with cultural preferences, as already reported (Phu et al., 2021). But at the traditional market, our respondents reported no economic advantages in producing chickens with lower ABU, as there was no product traceability and only scarce control. Low levels of regulation in the food supply chain are common in low- and middle-income countries (LMICs) (Hoffmann et al., 2019), including Vietnam (Stark-Ewing, 2018), and this is a driver of ABR in LMICs (Iskandar et al., 2020). Thus, residues can be found in meat, as reported by our respondents and other studies (Huong et al., 2020; Yamaguchi et al., 2015b) that can lead to negative consequences on human health (Arsène et al., 2022). One solution to reduce ABU could be to develop a more controlled traditional market with better valorization for chickens raised with lower ABU. Food safety programs have been developed in Vietnam, including the organization of training in the local market; this could be a way of raising awareness of ABR issues among traders and retailers (Nguyen-Viet et al., 2018). Our study shows forms of coordination between actors and commercial valorization other than the integrated system exist in LMICs and that it is also possible to develop quality products for domestic supply.

Our study brings interesting contributions to the “trajectory of change” concept already used to study ABU reduction transition pathways in livestock production (Adam et al., 2020; Fortané et al., 2015). We obtained a similar category of factors that influence changes in process, but the content of each factor varied between case studies. This shows that factors that influence change are context-dependent and that studying them from a systemic perspective allowed us to identify levers to be activated. The development of the cooperative in our study can be investigated according to the multi-level perspectives theories (Geels and Schot, 2007). Innovations are likely to appear at the micro-level (niche) due to disruption at the meso level (sociotechnical regime) caused by changes at the macro (sociotechnical landscape) level (Aravindakshan et al., 2020; Geels and Schot, 2007). In our study, changes at the meso level were the raising awareness of consumers regarding food safety, the need for farmers to better valorize their products, and changes in regulations. This has created the opportunity for the development of ‘niche’ innovation represented by this cooperative. To promote the development and sustainability of these cooperatives around antibiotic use reduction, adjustments at the meso level must be made by, for example, developing new regulations or market incentives. More studies are required on this type of innovation that should also be encouraged by the government, especially when they are, as is the case here, associated with a safer product as recommended by (Lamine, 2011). In the case of the transition

toward organic farming and integrated pest management to reduce the use of pesticides, collective dynamics have been identified as one of the main conditions for change, due to support around sharing experiences, difficulties, and methods (Lamine, 2011). In another example in Austria, for the development of the local food supply chain, the cooperation of farmers helped to reduce the cost of production, processing, and distribution, and sharing of experience (Lutz et al., 2017). It has also been shown that during their transition toward sustainable agriculture farmers rely on their social network where they find the support and the motivation to change (Slimi et al., 2021).

The transition process in our study was progressive, as explained elsewhere (Adam et al., 2020; Fortané et al., 2015; Lamine, 2011) rather than the consequences of a trigger event as it has been observed in other studies (Sutherland et al., 2012). There was no linear rationale decision to gain financial benefits or to contribute to public health (Garforth, 2015), but rather a combination of different factors and motivations that have contributed to the reduction. Our result emphasizes the need to study behavior change, not only from the perspective of individuals but by furthering our understanding of the system in which the change takes place (Adam et al., 2020; Chantre et al., 2015).

Several research gaps were identified in our study. As has already been advocated (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021), there is a need to conduct further research on women's access to innovations, as they play a key role in chicken production and, by extension, in the fight against ABR. Better involvement of this part of the population is required to ensure a sustainable change in practice. Moreover, neither consumers nor supermarkets were included in our survey. It would be interesting to study the consumers' point of view on ABU reduction in depth. New levers could then be identified. Finally, we highlighted the importance of the bottom-up approach when studying changes in practice. Solutions must be co-developed by the relevant stakeholders at the local level through a co-building process to tailor them to the context and to enhance their effectiveness,

## **5. Conclusions**

At a time when many policy changes are being implemented in Vietnam, with increasingly strict regulations and a shift in livestock production from small-scale to more integrated systems, farmers are facing many changes in their production practices. Vietnamese farmers have been criticized for not caring and not engaging in ABU reduction and taking action to tackle ABR. However, at the local level, certain private initiatives are leading to a progressive change in practices. The development of farmers' cooperatives, the influence of well-trained veterinarians and extension services projects have been successful in getting farmers to understand the need to reduce their ABU to improve food quality, reduce their farm expenditures, and in some cases, reduce the ABR burden. We believe that incorporating local innovations in the ABR stewardship program will contribute significantly to achieving the goal of ABU reduction in livestock production in Vietnam.

## **Acknowledgments**

We are thankful to all the participants that have contributed to this study. We would like to thank the SubDAHLP of Thai Nguyen, the agriculture extension center of Phu Binh district, and the authorities

of the municipalities for their great support. We are thankful to the students of TUAF that are participated in the data collection: Hien, Linh, and Xuân. We also thank Nguyen Thi Phuong Le for the transcription and translation of the interviews and Anita Saxena for the professional English proof reading.

This study was funded by the European Union's Horizon H2020 research and innovation program as part of the ROADMAP project ([www. https://www.roadmap-h2020.eu/](https://www.roadmap-h2020.eu/)) under the Grand agreement number 817626. We would also like to thank the GREASE platform in partnership for the additional fundings ([www.grease-network.org](http://www.grease-network.org)).

### Implication pour le travail de recherche

Cette étude nous a permis de montrer que des éleveur·ses indépendant·es parvenaient à diminuer leur utilisation d'antibiotiques en mettant en place des solutions pour dépasser le contexte sanitaire défavorable et des barrières socio-économiques. Nous avons ainsi grâce à une approche systémique identifié des barrières au sein des systèmes mais aussi des leviers pouvant être activés. Une des solutions mises en place par les éleveur·ses étaient d'adopter une solution technique (probiotique) permise par leur intégration au sein d'un coopérative. Ce regroupement leur a également permis de réduire les dépenses des éleveur·ses par la mutualisation des achats mais aussi de développer un nouveau réseau de vente. Les produits de la coopérative sont donc vendus à ce détaillant produisant des « poulets de qualité » pour les consommateur·rices d'Hanoi. Les poulets et œufs produits par la coopérative sont également étiquetés « coopératives de poulets plein air biologiques », ce qui soulève la question de la réglementation entourant les normes, certifications, marques des produits agricoles.

Notre étude a également mis en évidence des contraintes dans le modèle économique des vendeur·ses de médicaments rendant leurs revenus fortement dépendants des ventes d'antibiotiques. Les vendeur·ses de médicaments ont été identifié·es dans toutes les études conduites y compris dans celle-ci comme ayant un rôle dans les changements de pratique. Nous avons ainsi identifié qu'un vétérinaire avec un haut niveau de qualification lié aux services vétérinaires provinciaux avait construit une relation de confiance avec les éleveur·ses de la zone d'étude les rendant plus aptes à changer de pratiques. Néanmoins, dans le cadre de cette thèse nous n'avons pas analysé de manière approfondie les entretiens avec les vendeur·ses de médicaments. L'analyse de ces entretiens afin de déterminer les facteurs influençant également leurs changements de pratique pourra être fait ultérieurement.

Au cours des différentes études nous avons identifié des acteur·rices impliqué·es dans les changements de pratiques, mis en évidence des barrières systémiques au changement de pratiques et identifié des solutions locales. Nous avons ensuite organisé des ateliers de coconstruction, en s'appuyant sur ces informations, afin de coconstruire des stratégies. Ces trois ateliers participatifs ont été organisés dans la même zone d'étude que celle décrite dans ce chapitre. Une partie des participant·es a aussi été recrutée d'après cette étude.



## Chapitre 5 : Coconstruction de stratégies afin de réduire l'utilisation des antibiotiques

### 1. Introduction

Au cours des chapitres précédents, nous avons caractérisé le système de production de poulets et de distribution du médicament vétérinaire. Nous avons identifié les acteur·rices impliqués dans la réduction de l'UAB et défini les relations entre ces individus. Nous avons identifié leurs barrières et motivations à appliquer les nouvelles réglementations et à changer de pratique. Finalement, nous avons exploré le réseau des éleveur·ses et mis en évidence des solutions locales. Toutes ces étapes nous ont permis de construire notre système et de dérouler le récit dans lequel les stratégies codéveloppées prendront place. Le codéveloppement ou coconstruction de stratégies est un processus où les acteur·rices définissent une vision commune de la réalité, une représentation de celle-ci. L'objectif de notre démarche est de stimuler l'intelligence collective afin de produire des solutions propres au collectif, qui aient du sens et ainsi augmenter l'adhésion des participant·es au changement (Rey-Valette et al., 2008; Serpantié et al., 2020, p. 17).

L'objectif de ce chapitre est donc de codévelopper des stratégies avec les parties prenantes en conservant une démarche participative ainsi que de valider les résultats précédemment obtenus dans une volonté de valider nos données. Pour cela, nous avons organisé des ateliers de coconstruction à une échelle locale, dans le même district que le chapitre 4 en appliquant la méthode ImpresS ex ante (Blundo Canto et al., 2020). Codévelopper des stratégies localement facilite l'implication d'acteur·rices opérants à différentes échelles. Les stratégies sont ainsi développées au plus près des réalités de terrain et par les personnes directement impactées par ces changements.

### 2. Méthodologie

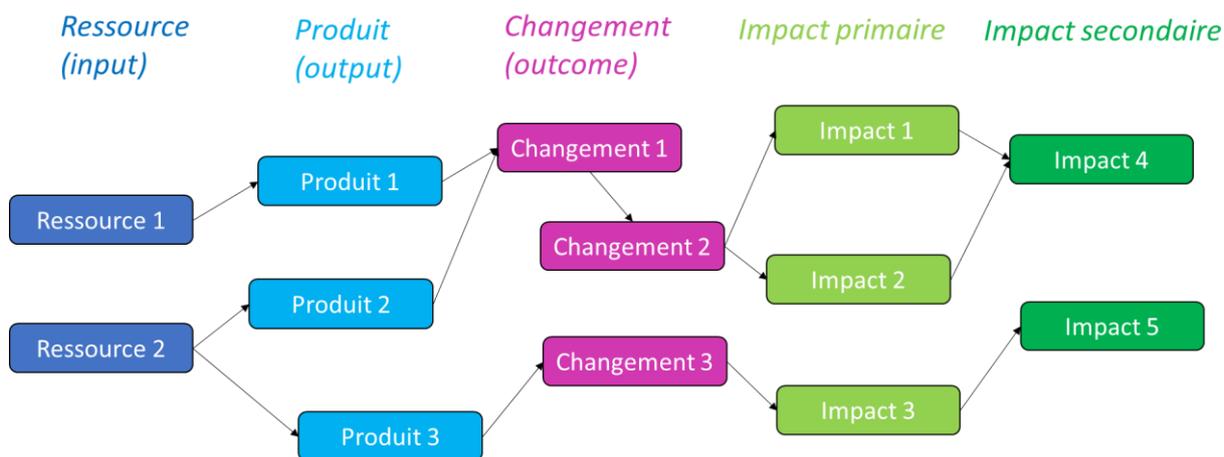
#### 2.1. La méthode ImpresS ex ante

La méthode ImpresS ex ante est une méthode développée par le Cirad basée sur la construction du chemin d'impact en lien avec la théorie du changement (Blundo Canto et al., 2018). Elle a pour objectif, dans un contexte de recherche pour le développement, de construire une démarche collective de réflexion autour des changements qu'un groupe d'acteur·rices souhaite observer afin de répondre à une problématique. Cette méthode peut être employée dans plusieurs cas comme pour la construction d'un projet, le développement d'une stratégie pour tous types d'interventions extérieures à un projet, ou encore de formuler des suivi-évaluation orientée changement.

Le chemin de l'impact représente les différentes étapes à la mise en place d'une intervention ainsi que les liens de causalité entre ces différentes étapes. Le chemin de l'impact est représenté de manière visuelle. Il consiste à l'identification des impacts à long terme auxquels l'intervention contribuera. Ces impacts ne sont pas des conséquences directes de l'intervention mise en place mais plutôt les effets à long et moyen termes de l'intervention. Il inclut ensuite les changements souhaitables (outcomes) de l'intervention sur lesquels elle aura une influence. Puis sur les produits (outputs) de l'intervention qui sont le résultat de celle-ci et enfin sur les ressources (inputs) qui sont les moyens nécessaires afin

d'effectuer l'intervention et de contribuer à la production des produits. Le schéma de la figure 1 représente le chemin de l'impact avec le lien entre ressources, produits, changements souhaitables et impacts à moyen (premier niveau) et long termes (deuxième niveau).

La démarche pour construire le chemin de l'impact de façon ex ante est décrite dans le guide de méthodologie développé par des chercheur·ses du Cirad (Blundo Canto et al., 2020). Elle s'appuie sur quatre étapes principales : la construction du récit de l'intervention, la cartographie des changements souhaitables et la construction de la stratégie de l'intervention, la consolidation du chemin d'impact et sa déclinaison en différents produits.



**Figure 1.** Représentation du chemin de l'impact selon la démarche ImpresS ex ante reproduit à partir de (Blundo Canto et al., 2018)

Le récit de l'intervention est construit de façon commune, par les différent·es participant·es à cette démarche et vise à définir l'environnement de celle-ci. Il est basé sur l'identification du diagnostic, la construction de la vision du futur, la problématique, l'écosystème, le périmètre de l'intervention, et les acteur·rices impliqué·es. Une fois le récit de l'intervention développé et accepté par le groupe, la cartographie des changements (outcome pathway) et la stratégie de l'intervention sont construits. Cette étape vise à identifier les changements souhaitables et le type d'acteur·rices devant effectuer ces changements, les obstacles et éventuellement les leviers à la mise en place de ces changements. Elle vise ensuite à élaborer des stratégies afin de dépasser ces obstacles en identifiant les produits de l'intervention et les ressources nécessaires.

Ce processus est un processus participatif dans le sens où il se base sur la participation active des individus concernés par l'intervention afin de répondre à une problématique qui leur est propre. C'est également un processus itératif allouant une flexibilité dans l'adaptabilité de la méthode en fonction des résultats souhaités mais aussi au cours du déroulement de la méthode. Chaque étape étant liée à l'étape précédente, le guide de conduite des ateliers peut être modifié à tous moments.

## 2.2. Méthodologie employée

L'objectif de notre étude est d'accompagner les acteur·rices de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire et de la production de poulets dans la formulation de stratégies dans un objectif de réduction d'utilisation des antibiotiques. Pour cela, nous avons suivi les étapes de la démarche ImpresS ex ante

depuis l'identification de la problématique et de la construction de la vision commune jusqu'à la construction du chemin de l'impact *à posteriori* en passant par la cartographie des changements souhaités pour répondre à la problématique. Ceci nous a permis d'identifier des stratégies que les acteur·rices ont par la suite traduits en plan d'action. Nous avons également adopté une démarche itérative et flexible prônée par la méthode ImpresS. L'élaboration de notre méthodologie s'est également appuyée sur les travaux de M. Bordier (Bordier et al., 2021).

### **Organisation des ateliers**

Trois ateliers espacés d'une semaine ont été organisés dans une commune du district de Phu Binh, dans la province de Thai Nguyen. Cette commune a été choisie pour la présence des services vétérinaires du district et la facilité d'accès pour les participant·es. L'équipe était composée d'un chercheur de HPHU ayant déjà participé à une étude similaire (Bordier et al., 2021). Cette personne a contribué au développement du guide des ateliers et à l'animation. Un assistant de recherche vétérinaire du VNUA a été formé aux méthodes participatives de coconstruction, à l'animation, il a aussi participé au développement du guide d'entretien, de la traduction en anglais – vietnamien du matériel de l'étude. Une chercheuse de TUAFF était en charge du déroulement des ateliers, de la mise en relation avec les services vétérinaires et avec les participant·es. Une chercheuse et une étudiante étaient chargées de prendre des notes. Un étudiant vétérinaire de TUAFF effectuait une traduction simultanée vietnamien – anglais. Enfin, un autre étudiant vétérinaire de TUAFF avait la charge du bon déroulement technique des ateliers.

Les participant·es ont été recruté·es grâce à la chercheuse de TUAFF ainsi que par les services vétérinaires du district selon une liste préétablie par l'équipe de recherche. L'objectif était d'obtenir une représentation partagée tout en reconnaissant la multiplicité des points de vue (Abrami et al., 2015). Nous avons donc inclus des acteur·rices du secteur public opérant à différents niveaux (province, district, commune), un professeur d'université, et des acteur·rices du secteur privé. Parmi ces dernier·ères nous avons associé des vendeur·ses de médicaments de différentes catégories (compagnie pharmaceutique, agences niveaux 1 et 2), des éleveur·ses de poulets de différents systèmes de production (élevage intégré et fermes familiales commerciales) ainsi que des marchand·es de poulets. Toujours dans l'objectif de confronter des points de vue pour faire émerger des solutions, nous avons également inclus des acteur·rices (vendeur·ses de médicaments et éleveur·ses) ayant changé de pratique et étant dans une démarche de réduction d'utilisation des antibiotiques. Pour cela, nous nous sommes basé·es sur les résultats de l'étude décrite dans le chapitre 4. La moitié des participant·es avaient ainsi déjà contribué à l'étude précédente. Pour des raisons d'emploi du temps, certain·es participant·es n'ont pu être présent·es au cours des trois ateliers. Lorsque cela a été le cas, la personne a été remplacée par une autre personne de la même catégorie.

Les ateliers ont été enregistrés avec un dictaphone et filmés grâce à deux caméras disposées de part et d'autre de la salle. Des notes ont également été prises par deux observatrices. Les ateliers ont ensuite été retranscrits et traduits en entier par la même personne que le chapitre 4 de l'IoA.

Les objectifs de chacun des ateliers ont été présentés aux participant·es (figure 2) et un consentement écrit a été obtenu. En début de chaque atelier, les objectifs spécifiques étaient présentés ainsi que les

résultats des ateliers précédents pour validation et amélioration si nécessaire. Nous avons explicité les limites de la démarche afin de ne pas créer de fausses attentes auprès des participant·es.



**Figure 2.** Plaquette distribuée aux participant·es au début des ateliers décrivant leur organisation et les objectifs, traduite en anglais, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.

## Déroulement des ateliers

### *Définition de la vision du futur*

La description de la situation actuelle constitue le narratif de l'intervention de la méthode ImpresS ex ante. Cette première étape vise tout d'abord à identifier la vision commune décrivant la situation idéale que les acteur·rices souhaitent atteindre dans 10 ans. Puisque notre étude vise à réduire l'utilisation d'antibiotiques dans les élevages de poulets, la vision commune développée par les participant·es devaient répondre à cette problématique.

Pour cela, un premier tour de table avec tous·tes les participant·es a d'abord été conduit (brise-glace). Ensuite, une discussion sur la situation actuelle de l'utilisation des antibiotiques et de l'antibiorésistance a été entreprise. Cela a permis de définir les limites de la problématique étudiée, de donner les définitions d'antibiotique et d'antibiorésistance afin de s'assurer de la compréhension du sujet de la part de tout le monde.

Ensuite, il a été demandé aux participant·es d'écrire sur une feuille jaune la vision à atteindre dans dix ans afin de pouvoir réduire l'utilisation des antibiotiques. Les différentes visions ont été regroupées par thèmes. Chaque personne a ensuite été invitée à venir voter pour le thème à traiter. Après discussion, la vision du futur a été élaborée par l'équipe de recherche à partir des différents thèmes sélectionnés et présentée aux participant·es pour validation (figure 3).



**Figure 3.** Photos prises lors de la définition de la vision du futur à atteindre dans 10 ans pour réduire l'utilisation des antibiotiques en élevages par les participant·es lors du premier atelier de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.

*Identification des barrières empêchant le développement de la vision du futur*

Cette deuxième étape consiste à identifier les problèmes empêchant la réalisation de la vision du futur. Pour cela, nous avons construit un arbre à problèmes qui consiste à identifier des problèmes puis d'en chercher la racine en posant la question « pourquoi il y a-t-il ce problème ? » pour chaque problème identifié. Puis de répéter cette opération jusqu'à en trouver la racine.

Pour cela, deux feuilles rouges ont été distribuées avec la consigne de n'écrire qu'une seule barrière par feuille. Chaque participant·e a présenté sa ou ses barrières puis les a affichées sur le tableau. Les barrières ont été regroupées par thèmes par l'équipe de recherche. Puis pour chaque thème, l'arbre à problème a été réalisé en posant successivement la question « Pourquoi ? ». L'arbre à problème a ainsi été construit progressivement (figure 4).

Après le premier atelier, les résultats obtenus (vision du futur et arbre à problème) ont été reproduits et traduits sur format powerpoint. L'arbre à problèmes a ensuite été clarifié et reformulé grâce à l'analyse des notes prises par les observatrices, par le transcrite et les discussions avec l'équipe de recherche.

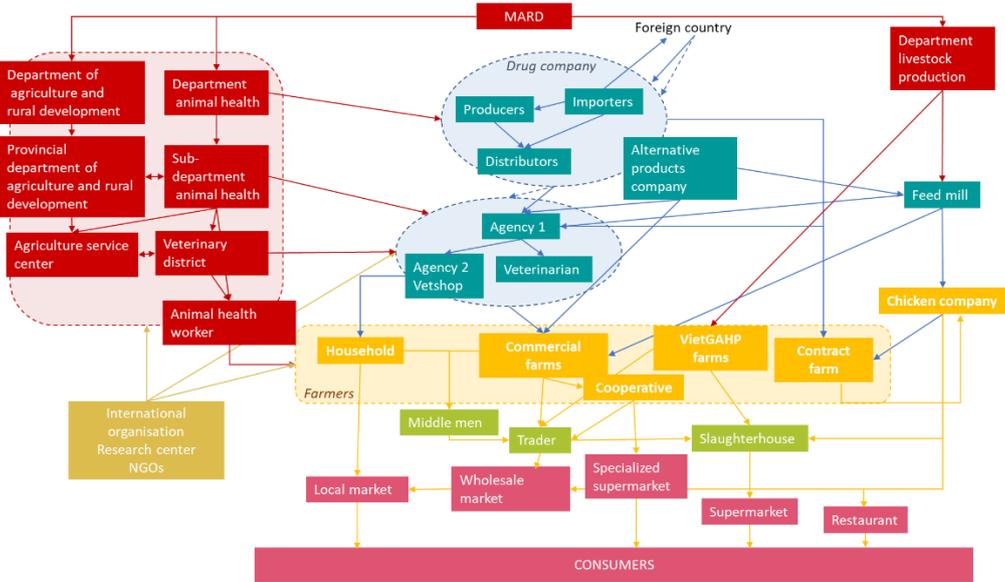


**Figure 4.** Photos prises lors de la construction de l’arbre à problèmes par les participant-es lors du premier atelier de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.

*Cartographie des changements souhaités et identification des stratégies*

Après présentation des objectifs du deuxième atelier et présentation des nouvelles-aux participant-es, l’arbre à problèmes obtenu au cours de l’atelier 1 a été présenté pour validation et discussion. Les problèmes ont ensuite été priorisés par les participant-es. Le problème ayant obtenu le plus grand nombre de vote a été choisi pour dérouler la cartographie des changements souhaitables.

La méthode ImpresS inclut une partie visant à identifier les acteur-rices de l’intervention et à identifier les personnes essentielles dans le processus, influentes ou impactées. L’objectif de cette étape est de pouvoir par la suite identifier les acteur-rices impliqué-es dans les stratégies développées et de définir leur rôle. Etant donné que cette étape avait déjà été faite au cours des études précédentes, une version de la chaine de production de poulets au Viêt Nam en lien avec la chaine de distribution des médicaments vétérinaires a été projetée en vietnamien pour être discutée avec les participant-es (figure 5).



**Figure 5.** Cartographie simplifiée des acteurs du médicament vétérinaire et de la chaine de production de poulets présentée aux participant-es lors du deuxième atelier de coconstruction, traduit en anglais, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.

MARD : ministère de l'agriculture et du développement rurale; NGOs :organisations non gouvernementales.

Pour le problème choisi, la cartographie des changements souhaitables (*outcome pathway*) a été construite (figure 6). Cette étape vise à identifier les changements à opérer et les acteur·rices impliqués ainsi que les obstacles à ces changements. Finalement, des stratégies pour dépasser ces obstacles sont formulées. Afin d'identifier les changements, nous avons posé la question « qui doit changer et comment pour pouvoir répondre à ce problème ? ». Les changements identifiés ont été écrits sur une feuille orange par l'équipe de recherche tandis que les acteur·rices impliqués étaient sur une feuille verte. Les nouveaux obstacles correspondant aux changements ont été écrits sur une feuille rouge et les stratégies pour répondre à ces obstacles sur une feuille bleue.

Ces résultats ont été analysés entre l'atelier 2 et 3 par l'équipe de recherche conduisant à l'ajout de nouveaux obstacles et la reformulation des stratégies.



**Figure 6.** Représentation simplifiée de la cartographie des changements souhaitables (gauche) d'après (Blundo Canto et al., 2018) et photo de présentation de la cartographie lors du troisième atelier de coconstruction (droite), avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.

#### *Transformation des stratégies en plans d'actions*

Après validation des stratégies identifiées, les participant·es ont été séparé·es en deux groupes équilibrés constitués au préalable par l'équipe de recherche (de façon que chaque catégorie d'acteur·rices soit représenté·es). Une stratégie a été attribuée par groupe qui devait ensuite construire le plan d'action afin de pouvoir la mettre en place en répondant aux questions suivantes (affichées dans la salle en vietnamien) :

- Qui : définir la cible de l'intervention
- Quoi : définir le contenu de l'intervention
- Par qui : définir les acteur·rices effectuant l'intervention
- Quand : définir la temporalité de l'intervention
- Où : définir le lieu de l'intervention
- Comment : définir le format de l'intervention

Chaque groupe a ensuite présenté en plénière le plan d'action élaboré.



**Figure 7.** Photos prises lors de l'élaboration des plans d'actions en groupe afin de pouvoir mettre en place les stratégies codéveloppées lors du troisième atelier de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam

### 3. Résultats

#### 3.1. Organisation des ateliers

Au total, dix-huit personnes ont participé aux ateliers dont quinze par ateliers. Douze personnes ont participé aux trois ateliers. Un éleveur sous contrat avec un intégrateur et deux représentant-es ne pouvant se joindre au dernier atelier, ont été remplacé-es par des personnes de la même catégorie.

Par atelier, 5 personnes travaillaient pour le secteur public dont : deux pour les services vétérinaires à l'échelle de la province (SubDAH), une à l'échelle du district, une de la commune et un professeur de l'université vétérinaire de Thai Nguyen. La vétérinaire communale avait déjà participé à l'étude précédente. Dix personnes représentaient le secteur privé dont six éleveur·ses incluant : 1 éleveur sous contrat, 5 éleveur·ses familiaux commerciaux dont deux de la même coopérative. Trois éleveur·ses sur six avaient déjà participé à l'étude précédente. Enfin, trois personnes étaient des vendeur·ses de médicaments incluant un vendeur en agence de premier niveau, un vendeur pour une compagnie pharmaceutique et une vendeuse dans une agence de deuxième niveau. Une seule personne avait déjà participé à l'étude précédente. Finalement, une des participantes était une vendeuse de poulets. Les ateliers étaient composés de 8 hommes et de 7 femmes âgé·es entre 18 et 25 ans (n=1), 26 et 40 ans (n=7), 40 et 65 ans (n=7).

Les ateliers duraient en moyenne 3h incluant un temps de pause permettant des discussions informelles entre les participant·es. Les ateliers ont été conduits entièrement en vietnamien. Ils étaient facilités par deux personnes : une personne faisant l'animation et une autre personne écrivant sur le tableau. Lors du deuxième atelier un des facilitateurs a été remplacé par un autre membre de l'équipe. Les ateliers ont été organisé à raison d'un par semaine pendant trois semaines.

### 3.2. Définition de la vision commune

Les participant·es ont identifié cinq objectifs principaux à atteindre dans 10 ans pour réduire et améliorer l'utilisation des antibiotiques : 1) améliorer l'accès aux alternatives tels que les herbes, les probiotiques ou les produits naturels ; 2) renforcer la sensibilisation des agriculteur·rices aux sciences et technologie, ainsi qu'aux effets néfastes de la résistance aux antibiotiques ; 3) supprimer le système d'élevage à petite échelle et se concentrer sur l'élevage de poulets à plus grande échelle ; 4) contrôler et gérer la production d'antibiotiques et la circulation des médicaments sur le marché ; 5) Améliorer la biosécurité dans les élevages et développer l'agriculture biologique.

Les points 1, 2 et 5 ont été inclus dans la vision commune formulée de la manière suivante :

*« Dans 10 ans, nous voudrions des fermes ayant de bonnes conditions de biosécurité et des fermes biologiques utilisant des produits alternatifs, ainsi qu'une formation pour les agriculteur·rices sur les techniques d'élevage et les inconvénients de la résistance aux antibiotiques »*

Les impacts à long terme étaient la réduction et la meilleure utilisation des antibiotiques dans la production animale et l'amélioration des pratiques d'élevage.

Les impacts à court terme étaient les suivants :

- Augmentation de l'utilisation des alternatives aux antibiotiques (additifs alimentaires, huiles essentielles, herbes, ...) ;
- Développement de filières de production sans antibiotiques ou des filières de production biologique ;
- Amélioration de la biosécurité au niveau de l'exploitation ;
- Respect des normes internationales ;
- Accès à des produits plus sûrs pour les consommateur·rices.

### 3.3. Identification des barrières et construction de l'arbre à problèmes

En discutant des barrières empêchant la réalisation de la vision du futur, les participant·es ont identifié quatre branches principales : le manque de points de vente pour les produits biologiques, le manque de connaissances et de sensibilisation à la biosécurité et à l'agriculture biologique, la faible conformité des petites exploitations à la biosécurité et le manque de sciences et de technologie liées aux produits alternatifs. Ces branches comprenaient en tout 30 problèmes (voir figure 8).

#### **Manque de points de vente pour les produits biologiques**

La production de poulets biologiques est coûteuse et compliquée pour les agriculteurs. Une des raisons principales évoquée est le manque d'aliments biologiques au Viêt Nam ne permettant pas de suivre les normes biologiques internationales. Pour l'instant, les producteur·rices peuvent seulement tendre vers ce type de production. Un autre problème signalé par les participant·es renvoie au manque de bénéfices pour les éleveur·ses. En effet, les coûts de production sont plus élevés mais les détaillant·es de poulets ne veulent pas les acheter plus cher. La raison évoquée est que les consommateur·rices ne sont pas encore prêt·es à payer plus cher pour ce type de produits car la différence entre produits biologiques et conventionnels ne se voit pas. Les participant·es ont souligné que les détaillant·es et consommateur·rices achètent les poulets uniquement selon leur apparence.

Le sous département de santé animale a également rappelé la norme nationale biologique (n°11041-12/2017) en expliquant qu'elle n'avait toujours pas été appliquée dans les élevages. En effet, elle ne serait pas bien adaptée au contexte sanitaire vietnamien. De plus, le processus serait trop coûteux pour les éleveur·ses et il y aurait un manque de certificateur·rices dans la province de Thai Nguyen.

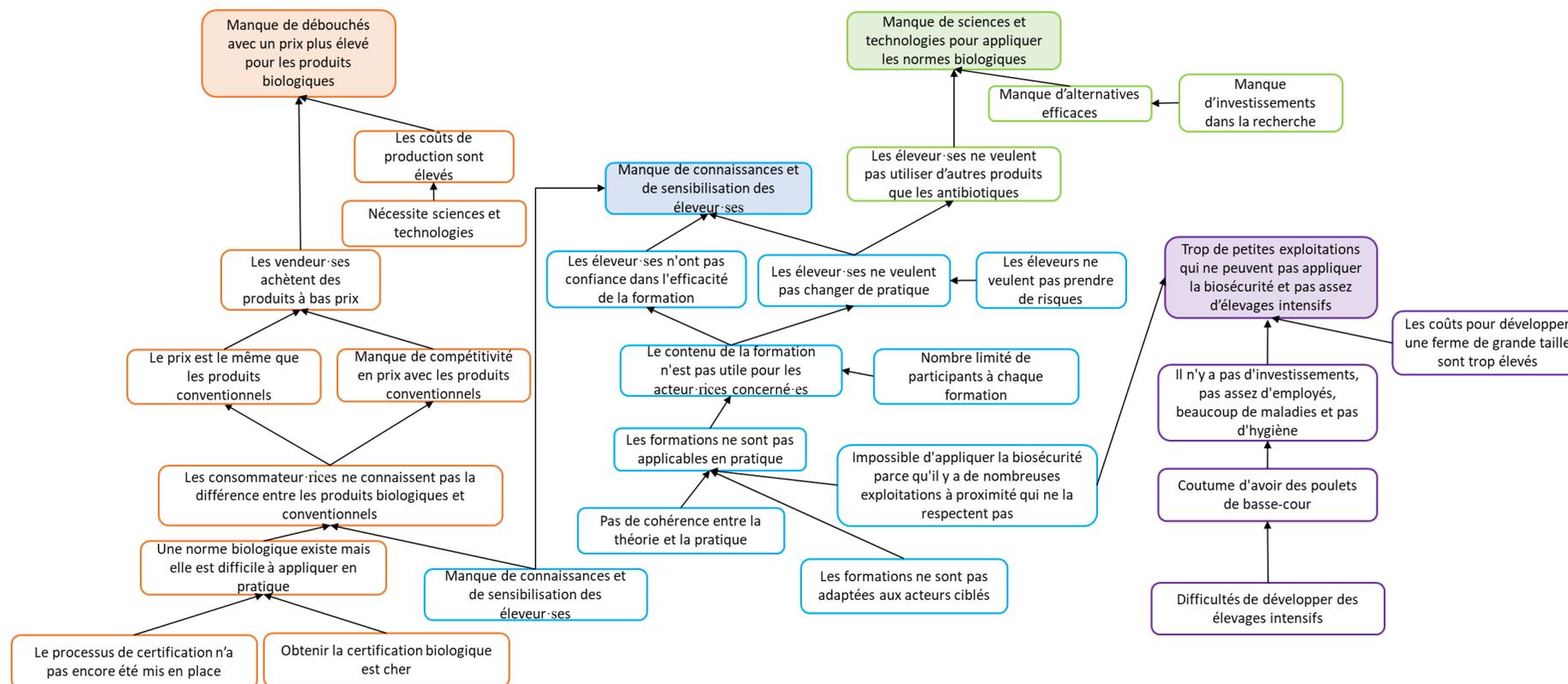
### **Manque de formation et de sensibilisation à la biosécurité et à l'agriculture biologique**

Cette situation est liée à deux problèmes principaux : les éleveur·ses ne veulent pas changer par peur du risque mais aussi par manque de confiance envers les formations.

Pour les participant·es, le poids des habitudes est vraiment important et la plupart des personnes sont réticentes à changer leur pratique. Lorsque les éleveur·ses se rendent à un séminaire, leur intérêt porte davantage sur l'obtention d'un diagnostic sur les maladies présentes dans leur élevage que sur l'amélioration de leur pratique.

Les participant·es n'ont pas confiance dans les formations car elles ne sont pas adaptées car ne correspondent pas suffisamment à la réalité du terrain. Les recommandations sont donc inapplicables en pratique et ne sont pas utiles. Les formations sont organisées par des acteur·rices des secteurs public et privé. Les participant·es travaillant dans les services vétérinaires reconnaissent également que ces programmes ont des limites comme l'impossibilité d'atteindre tout le monde. Le représentant de la compagnie de produits alternatifs a également mentionné que les compagnies pharmaceutiques se concentraient trop sur le traitement des maladies plutôt que sur leur prévention et ne donnent pas assez de conseils sur la biosécurité aux éleveur·ses.

Les éleveur·ses ne seraient pas les seules personnes à avoir des connaissances insuffisantes. Les vendeur·ses de médicaments n'en auraient également pas assez et manqueraient de volonté pour permettre un changement de pratique. Cela n'est actuellement pas le cas puisqu'une grande partie de leurs revenus provient de la vente des antibiotiques. De plus, cela est facilité par l'absence de prescription ou de tests diagnostiques obligatoires avant de vendre des antibiotiques.



**Figure 8.** Problèmes empêchant la réalisation de la vision commune visant à développer les productions biologiques, la biosécurité et les alternatives aux antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam ainsi que les formations sur les effets négatifs de la résistance aux antibiotiques, d’après les ateliers de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam.

### **Faible respect des petites exploitations en matière de biosécurité**

Les petites exploitations représentent également un problème majeur puisque les mesures de biosécurité ne sont pas appliquées. Les petites exploitations comprennent entre 50 et 100 poulets et de 3 à 5 cochons. Ces éleveur·ses ont une connaissance limitée des pratiques agricoles, notamment des mesures de biosécurité. De plus, elles ne sont pas concentrées dans une seule zone et les poulets sont élevés en divagation. Les maisons et les fermes se trouvent dans la même zone et les personnes vont d'une ferme à l'autre sans appliquer aucune mesure préventive pour réduire la transmission des maladies. Voyant que leurs voisin·es ne respectent pas les mesures de biosécurité, les éleveur·ses ne veulent pas non plus les appliquer. Les investissements sont très limités et les éleveur·ses n'embauchent pas d'employés qui pourraient les aider à appliquer ces mesures.

Pour les participant·es, élever un nombre réduit de poulets en plein air est lié aux coutumes du pays et empêcherait ainsi de développer l'élevage intensif. Ces élevages sont aussi trop dispersés. Ainsi, les techniques agricoles ne sont pas synchronisées et varient d'un élevage à l'autre.

### **Manque de sciences et de technologies liées aux produits biologiques**

Les barrières freinant l'adoption de nouvelles techniques (sciences et technologies) proviennent selon les participant·es, d'une mauvaise qualité des produits alternatifs et de la peur du changement. Les alternatives ne montreraient pas des résultats aussi visibles qu'avec les AB selon les éleveur·ses et vendeur·ses de médicaments. En effet, ces acteur·ses souhaitent des résultats immédiats sans diagnostic préalable ce qui est possible avec les AB. En outre, les éleveur·ses manquent de connaissances sur la manière d'utiliser les produits alternatifs et ne sont pas assez guidé·es sur leur utilisation.

## **3.4. Cartographie des changements souhaitables et stratégies**

Les participant·es ont choisi de résoudre le problème suivant : « *manque de formation et de sensibilisation à la biosécurité et à l'agriculture biologique* ». En effet, ce problème a été soulevé à plusieurs reprises lors de la construction de la vision commune et de l'arbre à problèmes. Le deuxième choix concernait les petites exploitations qui ne respectaient pas la biosécurité. De nombreux débats ont aussi eu lieu sur les productions biologiques.

Les principaux changements identifiés sont: prodiguer des formations pratiques pour les professionnel·les de la santé (étudiant·es, vétérinaires et vendeur·ses de médicaments), développer des programmes de formation plus proches de la réalité, dispenser des formations sur la prévention des maladies, la production biologique et la biosécurité, augmenter le nombre de participant·es par formation, avec des groupes comportant des professions différentes pour favoriser l'échange de savoir et finalement coopérer avec les médias pour avoir une portée plus importante.

Améliorer les formations et les connaissances, permettrait d'effectuer une transformation graduelle des productions dans la région vers des productions biologiques de poulets de race locale ou « poulets des collines ». L'objectif serait de faire comme pour la norme VietGAHP (désormais beaucoup d'éleveur·ses de la région ont la certification). Le sous département de santé animale (SubDAH) et les centres de vulgarisation agricoles devraient proposer des cours sur la production biologique pour que les gens comprennent en profondeur ce que c'est et qu'ils apprennent à maîtriser cette production. En

effet, selon les participant·es beaucoup de personnes pensent faire de la production biologique alors que ce n'est pas le cas en réalité.

Les acteur·es identifié·es comme ayant un rôle dans la stratégie :

- Secteur public : département de production animal, département de santé animal, université vétérinaire et d'agroforesterie de Thai Nguyen, centre national de vulgarisation agricole, sous département de santé animale
- Secteur privé, professionnel·les de la santé : agences niveaux 1 et 2, vétérinaires locaux, compagnies pharmaceutiques
- Secteur privé, fermes : fermes certifiées VietGAHP, petits élevages, grandes fermes, fermes intégrées
- Autre : marchand·es de poulets, consommateur·rices

Les obstacles à ce changement sont : l'absence de connexion entre les éleveur·ses et le gouvernement, le peu d'intérêt des éleveur·ses, le manque de connaissance et d'efforts des éleveur·ses pour changer, des ressources gouvernementales pour organiser des formations insuffisantes, le manque d'intérêt des compagnies pharmaceutiques qui ne sont intéressé·es que par des antibiotiques « best sellers » et par les traitements des maladies, le coût des mesures de biosécurité, des formations chronophages et pas suffisamment intéressantes et utiles, le faible pouvoir d'achat des consommateur·rices et d'information sur les produits à destination des consommateur·rices.

Les participant·es ont également souligné que ce changement d'habitudes de consommation allait se faire de manière graduelle car pour l'instant les consommateur·rices ne sont toujours pas convaincu·es de la qualité des poulets vendus dans les supermarchés (ne connaissent pas la provenance, s'ils sont malades, ...).

Deux stratégies ont été identifiées : premièrement, l'organisation de campagnes de communication en ligne via les médias sociaux et la télévision destinée aux éleveur·ses et les consommateur·rices, deuxièmement l'organisation de formations et de séminaires pour les vendeur·ses de médicaments qui pourront à leur tour former les éleveur·ses. Tous les obstacles énoncés ci-dessus n'ont pas pu être traités par ces deux stratégies.

### 3.5. Transformation des stratégies en plans d'actions

Afin d'aborder la question des formations mais aussi du manque de sensibilisation sur les produits alternatifs, la production biologique et la biosécurité, les participant·es ont conçu deux plans d'action pendant le dernier atelier lors des travaux de groupe.

#### **Stratégie n°1**

Afin d'atteindre un plus grand nombre de monde, les programmes de communication devraient être diffusés par les médias sociaux ou la télévision via de courtes vidéos. Pour s'assurer que ces vidéos répondent aux attentes des personnes concernées, des enquêtes visant à évaluer les besoins des éleveur·se devraient être menées en amont. Les cibles de ces programmes seront les agriculteur·rices et les consommateur·rices (deux programmes différents). La campagne de communication portera sur l'agriculture biologique, la biosécurité et les produits alternatifs. Mais aussi, elle soulignera les avantages

d'utiliser moins d'antibiotiques et de produire des produits sûrs par rapport aux produits conventionnels. Les programmes comprendront également la visite de quelques fermes modèles en matière de biosécurité et d'agriculture biologique. Les programmes seront diffusés sur les chaînes de télévision au niveau national (VTC 16, VTV 2) et sur les chaînes de télévision locales deux fois par semaine à 20 heures (heure de disponibilité pour les éleveur·ses). Le deuxième canal de communication pour atteindre le même public cible devrait être les médias sociaux (Facebook, Instagram, Zalo). Le financement proviendra du gouvernement vietnamien et d'organisations étrangères. Les formations seront produites par la chaîne de télévision et le contenu sera orienté par le ministère de l'agriculture et les organismes associés (département de production animale, centre national de vulgarisation agricole, département de l'agriculture et du développement rural, département des sciences et de la technologie, université d'agriculture et de sylviculture de Thai Nguyen).

### **Stratégie n°2**

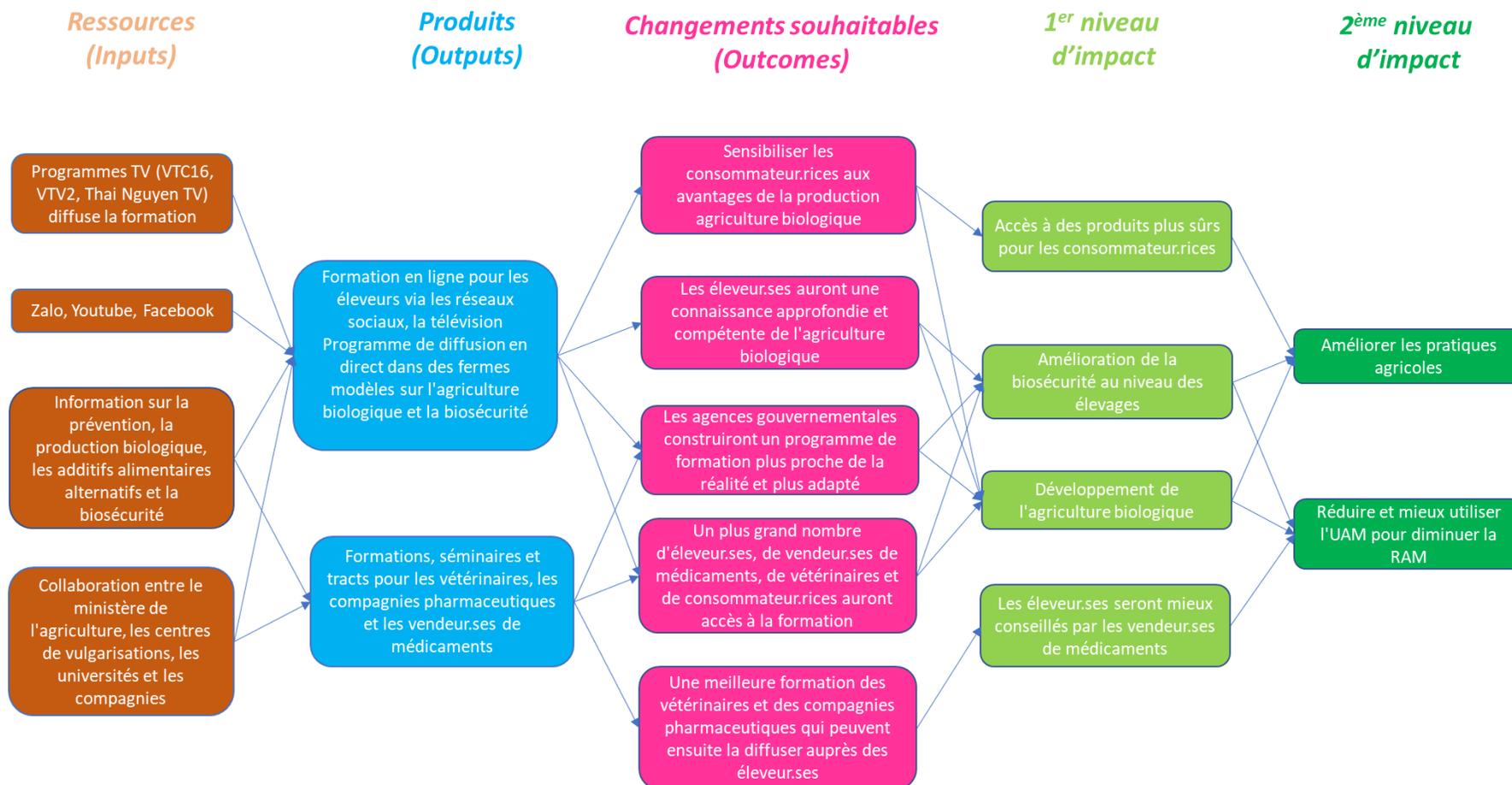
Le deuxième plan consiste à fournir une meilleure formation sur la biosécurité et la production biologique aux professionnel·les de la santé. Les cibles de ce programme sont les vendeur·ses de médicaments (détaillants et vétérinaires qui vendent des médicaments à la pharmacie ou directement dans les fermes). Les thèmes abordés seront les suivants : les principes de l'utilisation des antibiotiques dans l'élevage, les inconvénients de la surconsommation d'antibiotiques, le processus de biosécurité et de production biologique et les conseils pour utiliser des produits alternatifs. Les personnes chargées de dispenser la formation seront les compagnies pharmaceutiques, les techniciens et les agents de vulgarisation agricole des centres de services agricoles, les professeur·ses des universités disposant d'une faculté de médecine vétérinaire (dans ce cas, l'université d'agriculture et de sylviculture de Thai Nguyen) et le sous département de santé animale.

La formation sera organisée deux fois par an, mais aussi lors d'épidémies, de l'apparition d'un nouveau produit et de l'arrivée de nouveaux membres du personnel dans les pharmacies vétérinaires. Il sera possible d'organiser cette formation au niveau de la commune, du district, ou de la ferme (observation de la ferme). Les formations seront en présentiel ou distanciel. Des prospectus seront également remis aux participant·es.

### **3.6. Narratif et chemin d'impact de l'initiative**

La construction du chemin d'impact de l'initiative a été construit à posteriori. Il est présenté sur la figure 9.

Les deux plans d'actions constituent les ressources nécessaires pour développer les deux stratégies (ouputs) permettant d'obtenir les changement souhaités (outcomes). Les impacts ont été construits à postériori.



**Figure 9.** Chemin d'impact sur l'initiative au Viêt Nam pour améliorer les formations et les campagnes de sensibilisation sur la biosécurité et la production biologique de poulets, d'après les ateliers de coconstruction, avril 2022, district de Phu Binh, Viêt Nam

## 4. Discussion

L'application de la méthode ImpreS et la construction du chemin de l'impact nous ont conduit à identifier une vision du futur par les participant·es, identifier les barrières pour atteindre cette vision, développer la cartographie des changements souhaitables (*outcome pathway*), et élaborer deux plans d'actions. Les étapes de définition de la problématique et la typologie des acteur·rices impliqué·es décrites dans la méthodologie ont été effectuées dans les études précédentes (Guenin et al., 2022). Ce travail se place au sein du projet ROADMAP et cette méthodologie a été appliquée en Belgique, Danemark, France, Italie et Viêt Nam. Ces travaux n'ont pas encore été publiés au moment de l'écriture du manuscrit sauf dans le cas de la France (Ducrot et al., 2022; Guenin et al., 2022).

### Retour sur la méthode

Notre étude comprend certaines limites dont un manque de représentativité (Hassenforder et al., 2015). Tout d'abord, les élevages de basse-cour n'étaient pas représentés. En effet, nous avons identifié au cours de l'étude précédente que ces acteur·rices n'utilisaient que peu d'AB. Cependant, un des problèmes soulevés ciblait les petits élevages. Il aurait donc été intéressant de recueillir leur point de vue et leur positionnement au sujet de leur responsabilité dans lutte contre les mauvaises pratiques d'utilisation des AB. De même, nous n'avons pas inclus de compagnie pharmaceutique produisant uniquement des AB. Ainsi, nous ne savons pas non plus leur position et les barrières et changements qui auraient pu être proposées. Il s'agit également d'un processus long afin de pouvoir dérouler complètement le chemin de l'impact et traiter un plus grand nombre de problèmes (Alvarez et al., 2014; Guenin et al., 2022). Par manque de temps, nous nous sommes donc focalisé·es sur un seul problème. Il apparaissait cependant difficilement imaginable de mobiliser ces acteur·rices plus longtemps. La méthode peut aussi paraître compliquée pour les participant·es ainsi que pour l'équipe de recherche (Alvarez et al., 2014). Notre équipe de facilitateur·rices comprenait un chercheur ayant déjà appliqué cette méthode au cours d'une étude précédente (Bordier et al., 2021) et nous avons organisé des réunions afin de sensibiliser et former les membres de l'équipe à cette méthode. De plus, nous avons eu l'opportunité de conduire une étude pilote lors d'un autre atelier dans la même province. Le facilitateur principal n'a pu être présent lors de l'atelier 2 ce qui a entraîné des confusions et une perte de temps, cette situation devrait être limitée dans ce type d'ateliers. De nombreux programmes de recherche et des ateliers sont organisés dans cette zone pouvant représenter un biais ou un avantage. En effet, les participant·es connaissant déjà la problématique, la réflexion a déjà été engagée et permet de progresser plus rapidement.

Le peu de changement au sein des participant·es au cours des trois ateliers a permis de maintenir la cohérence entre les différentes étapes et éviter trop de rappels sur les discussions précédentes. Leur présence d'un atelier sur l'autre révèle sans doute un intérêt pour le sujet et la démarche ainsi que la volonté d'aller jusqu'au bout du processus. La moitié des participant·es avaient déjà été impliquée dans l'étude précédente et connaissaient donc le projet ainsi que les membres de l'équipe. Des relations fortes avaient aussi été créés à cette occasion leur donnant probablement envie de s'investir. Les participant·es étaient également dédommagé·es pour le temps passé dans les ateliers, et une collation ainsi que des cadeaux leur ont été

offerts. La plupart des personnes présentes se connaissaient ce qui a joué sur le niveau de participation. La présentation des résultats en début d'atelier afin de les valider et améliorer le contenu n'a pas très bien fonctionné. Elle n'a engendré que peu de réactions et une écoute passive des participant·es limitant la validation de nos résultats. Afin de limiter ce biais, une restitution plus participative des résultats aurait pu être conduite. Les travaux de groupe ont très bien fonctionné et les acteur·rices se sont investi·es. Les interactions étaient plus faciles qu'en plénière, permettant à certain·es participant·es resté·es jusqu'à présent discret·es d'émettre plus facilement leur opinion.

### **Mise en perspective des résultats**

De façon générale, les barrières évoquées ainsi que les solutions correspondaient à celles déjà discutées au cours des études précédentes. Cela ne semble pas surprenant d'autant plus qu'une partie des participant·es avaient également contribué à l'étude du chapitre 4. Le certificat VietGAHP a été présenté comme étant une norme déjà atteinte par de nombreuses fermes mais il n'est pas clair si cette norme peut être considéré comme une façon efficace de réduire l'utilisation des antibiotiques. Le regroupement d'éleveur·ses en coopératives n'a pas non plus suscité de vives réactions alors que nous avons identifié cette initiative dans le chapitre 4 comme une initiative importante afin de réduire l'utilisation des antibiotiques. Deux personnes membres d'une même coopérative étaient présentes et 5 participant·es ont identifié les coopératives comme une façon de réduire l'utilisation des antibiotiques après le troisième atelier sans conduire à plus de débats par la suite.

Les participant·es ont choisi de travailler sur les formations et l'amélioration de la communication sur les productions biologiques et la biosécurité. Un tel problème a aussi été soulevé dans l'étude de cas en France où les participant·es souhaitaient une meilleure communication et formation des citoyens sur la santé animale, le bien-être animal et les bonnes pratiques d'utilisation des antibiotiques (Ducrot et al., 2022). A noter que dans le cas du Viêt Nam, le bien-être animal n'a jamais été évoqué. Au niveau des formations organisées par le privé, celles-ci sont majoritairement dispensées par des représentants de compagnie pharmaceutique afin d'introduire de nouveaux produits et traitent en général d'une thématique spécifique. Les participant·es ont soulevé le problème que les compagnies pharmaceutiques s'intéressent seulement à la vente de leurs produits donc au traitement plutôt qu'à la prévention. Ce problème n'avait pas été soulevé au cours des études précédentes. En revanche, il nous a été rapporté et nous avons également pu observer, que les entreprises fournissent aux participant·es des cadeaux mais également des promotions sur leurs produits. Personne ne nous a rapporté que cela puisse aussi concerner les antibiotiques. Cela pose donc la question de l'influence que les compagnies pharmaceutiques peuvent avoir sur les éleveur·ses mais aussi leur potentielle implication dans les décisions politiques. Lors de l'élaboration de la vision du futur, la question de la qualité des antibiotiques a été évoquée. Ce sujet n'a finalement pas été intégré dans la vision du futur car les participant·es ont reconnu ne pas pouvoir agir à ce niveau. En revanche, cela reste un problème qu'il faut traiter puisque cela a été discuté dans le chapitre 1, 3 mais aussi dans le chapitre 4. A cause de cela, les acteur·rices sont amené·es à augmenter les doses pour contrebalancer la mauvaise qualité des antibiotiques (Yen et al., 2019a).



# Discussion générale et pistes de recherche



## 1. Synthèse des résultats

### 1.1. Réponses aux objectifs

L'objectif principal de ce travail de thèse était de codévelopper avec les acteur·rices de la filière poulets et du médicament vétérinaire des stratégies pour réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam. En effet, nous sommes parti·es de l'hypothèse principale que pour lutter efficacement contre la résistance aux antibiotiques tout en protégeant les populations les plus vulnérables, les stratégies devaient être codéveloppées par les acteur·rices impliqué·es en prenant en compte les facteurs socio-économiques, culturels et politiques influençant les pratiques d'utilisation des AB.

Afin de répondre à cette question complexe, nous avons effectué un travail de terrain en plusieurs étapes en adoptant une approche transdisciplinaire, systémique et participative. Puisque le développement de stratégie dépend du contexte socio-économique dans lequel elles sont mises en place, nous nous sommes tout d'abord attaché·es à comprendre comment la filière poulets était structurée. Cela nous a permis d'identifier des systèmes de production différents dont les processus de prise de décisions d'utiliser des AB étaient influencés par l'organisation de la chaîne de valeurs et donc par des facteurs systémiques. Nous avons également étudié le lien entre les systèmes d'élevage et la chaîne de distribution du médicament vétérinaire. Nous avons obtenu une première caractérisation de notre système et commencé à identifier des points de blocage pour réduire l'utilisation des antibiotiques et des leviers qui pourraient être activés.

Nous sommes aussi parti·es du constat que depuis quelques années, de nombreuses stratégies globales et nationales pour lutter contre la RAB ont été mises en place mais que ces stratégies avaient des effets plus ou moins efficaces pour réduire l'utilisation des antibiotiques. Les stratégies nationales mises en place au Viêt Nam incluaient, entre autres, l'élaboration du NAP suivi de la mise en place de nouvelles réglementations. Ces réglementations nous ont parues difficilement applicables dans certaines filières notamment dans les élevages de basse-cour et familiaux de type commercial mais aussi pour les vendeur·ses de médicaments opérant à l'échelle locale. Nous avons donc cherché à comprendre comment les acteur·rices des filières de poulets et de distribution du médicament vétérinaire étaient impacté·es par ces nouvelles réglementations et quels étaient les facteurs, donc les barrières et motivations, à leur mise en œuvre.

La mise en place de nouvelles réglementations est ressortie comme étant une démarche nécessaire mais pas suffisante pour réduire l'UAB au Viêt Nam. En effet, tous·tes les acteur·rices n'adhéraient pas à ces réglementations à cause de contraintes techniques, sociales ou économiques diminuant ainsi leur efficacité. Néanmoins, la mise en place pyramidale de ces réglementations ne laisse aux éleveu·ses que le choix de s'adapter à ces obligations, conduisant à la mise place des solutions locales. De plus, les éleveur·ses indépendant·es étaient régulièrement cité·es comme responsables de la sur-utilisation des AB dans le pays. Nous nous sommes donc concentré·es sur les élevages, en passant d'une échelle nationale à une échelle locale, afin de comprendre le processus de changement de pratique vers une diminution d'utilisation des AB de ces acteur·rices. Nous avons ainsi identifié des solutions, résultats d'interactions avec leur réseau

social, l'accès à des technologies, l'organisation en coopérative et le développement de filières de qualité. De nouvelles barrières systémiques ont été identifiées.

Enfin, nous avons organisé des ateliers, toujours à l'échelle locale, avec les acteur·rices de la filière poulets et du médicament vétérinaire afin de coconstruire des stratégies. Les stratégies émergentes étaient focalisées sur le manque de formation et de sensibilisation des vendeur·ses de médicaments, des éleveur·ses mais aussi de la société civile aux mesures de biosécurité et aux productions biologiques. En parallèle, les nombreuses discussions ont permis de mettre en évidence de nouvelles barrières et de nouvelles solutions qui n'ont pas abouti en stratégies pour diminuer l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam.

## 1.2. Tenir compte du genre dans les changements de pratique

Comme toute étude, la nôtre présente des biais et des limites. Les biais et limites des études ont été discutés dans les chapitres correspondants. Ceux liés aux approches participatives et transdisciplinaires seront présentés dans la suite de la discussion générale tout comme l'impact du Covid-19 sur ces travaux. Nous voudrions aborder ici un point qui a été évoqué mais insuffisamment développé au cours de ce travail : le prisme du genre sur les questions de l'UAB.

En effet, nous avons décrit dans l'introduction générale l'exposition plus importante des femmes à la RAB, des différences de pratiques et de connaissances sur l'UAB selon les genres et un inégal accès à la formation (Caudell et al., 2020; Charani et al., 2021; Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021). De plus il a été montré que l'élevage familial de poulets joue un rôle social, économique et culturel important dans les zones rurales et contribue à l'autonomisation des femmes (Alemayehu et al., 2018). Pour prendre en compte ces informations, j'ai suivi une formation d'économie politique qui entre autres présentait un aperçu sur l'économie politique féministe et j'ai aussi collaboré avec des chercheur·ses vietnamiens·nes travaillant sur la question du genre.

Au cours de nos travaux, nous n'avons pas suffisamment inclus un regard féministe ni capturé les différences de pratiques d'UAB entre les hommes et les femmes ainsi que les inégalités de genre dans l'accès aux innovations. Les relations de pouvoir entre les différents éléments du système ont été évalué mais nous n'avons pas étudié les relations de pouvoir entre les genres. La place des femmes dans les productions de poulets a tout de même été abordée dans le chapitre 3 puisqu'une diminution des petits élevages pourrait avoir des conséquences négatives sur l'autonomisation des femmes. Puis nous avons soulevé un biais dans notre chapitre 4 suite à la sous-représentation des femmes dans notre échantillonnage.

Des éléments appris au cours de nos enquêtes nous permettent de pallier partiellement ce manque et nous souhaitons les présenter dans cette section, de façon empirique, même si une plus ample analyse est nécessaire. Bien que la littérature montre que les femmes sont plus souvent responsables des élevages pour l'auto-consommation et tendent à être moins présentes dans les élevages intensifs (Alders et al., 2018), notre étude sur la typologie n'a pas mis en évidence de différence statistique significative entre les deux genres selon les systèmes de production et les profils d'utilisation des AB. Dans l'étude socio-

anthropologique conduite par la suite, il semblerait que lorsque les deux membres du couple travaillent dans les productions de poulets, les tâches quotidiennes sont soit également réparties entre hommes et femmes, soit davantage effectuées par les femmes. Toujours dans le cas où les deux membres du couple travaillent dans l'élevage de poulets, les décisions de la trajectoire de l'élevage semblent être prises par les hommes comme cela a déjà été montré dans un autre article (Alders et al., 2018). Ainsi, lorsque les deux membres du couple sont présents, l'homme est systématiquement la personne répondant à nos questions ce qui a conduit à une sur-représentation de leurs expériences. Une autre raison pouvant expliquer la sous-représentation des femmes est la différence de répartition du temps de travail entre les deux genres. En effet, en plus des travaux domestiques elles combinent plusieurs activités (usines et activités agricoles). Une vendeuse de médicament nous a ainsi indiqué que les femmes représentent entre 70% et 80% de ses clientes et qu'elles utilisent leur temps libre (en dehors du travail dans une agence) pour s'occuper des poulets dans le cas où elles n'élèvent que quelques têtes. A cela, s'ajoute le travail au sein du foyer des femmes conduisant à une répartition inégale des charges de travail (Johnston et al., 2018). En revanche pour les grandes fermes (plus de 2 000 poulets) les hommes et les femmes s'occupent tous les deux des animaux. Toujours selon cette vendeuse, les hommes ont en général plus de connaissances que les femmes et demandent des conseils lorsqu'ils viennent acheter des AB tandis que les femmes ont davantage une idée précise en tête notamment pour l'usage préventif des AB lorsqu'elles se rendent au magasin. Cela a aussi été montré dans une revue de littérature en Asie du Sud-Est (Pham-Duc and Sriparamanathan, 2021). Finalement, selon nos observations et nos entretiens, les femmes sont également les personnes responsables de la commercialisation des poulets dans les marchés locaux (Alemayehu et al., 2018).

Pour avoir une approche plus féministe dans notre recherche il aurait fallu adopter une démarche de recherche plus réflexive sur les questions de genre, les différentes formes de connaissance, de diffusion de ces connaissances. Les entretiens qualitatifs et l'observation sont des méthodes permettant d'étudier cela. En revanche, ces études peuvent représenter un défi lorsque les hommes sont davantage présents dans le foyer. Plus de temps devrait ainsi être accordé à la collecte des données pour prendre aussi en compte les expériences des femmes. Il est également important de prendre en compte la répartition du temps entre les individus au sein d'un même foyer ainsi que les variations saisonnières. Finalement, nous aurions dû être plus attentives à la sélection des participant·es par les services vétérinaires et appuyer la nécessité d'inclure davantage de femmes. Nous aurions pu ainsi analyser les pratiques et les solutions locales par le prisme du genre.

Inclure les dynamiques de genre dans le processus de changement est un élément essentiel à prendre en compte et devant être inclus dans le déploiement des stratégies. Analyser les données selon le prisme du genre permet de mettre en évidence les inégalités et en quoi ces inégalités ont un impact sur les changements de pratique vers une diminution d'UAB.

## 2. Solutions pour réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets

L'exploration des barrières systémiques au changement dans le cadre de la lutte contre l'antibiorésistance nous a permis d'identifier des leviers à activer pour réduire l'utilisation des antibiotiques. Dans cette partie nous discuterons des solutions coconstruites en stratégies par les acteur·rices via le processus de coconstruction lors des trois ateliers participatifs. Puis, nous discuterons de trois solutions identifiées qui pourraient être développées en stratégies. Ensuite, nous présenterons des solutions partiellement abordées lors des entretiens mais pour lesquelles aucune stratégie n'est pour le moment envisagée. Finalement, nous mettrons ces solutions en perspective avec les stratégies gouvernementales de développement de l'élevage et de lutte contre la RAB.

### 2.1. Coconstruction de stratégies : repenser les formations

La question de la formation des éleveur·ses et vendeur·ses de médicaments sur l'utilisation des antibiotiques, l'antibiorésistance mais aussi les alternatives et les mesures de biosécurité est revenue de façon régulière tout au long de ce travail de thèse. Et ce, malgré les programmes de formations et les campagnes de communication développées par le secteur public, privé et les partenaires étrangers. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer pourquoi les participant·es ont choisi de travailler sur cette problématique. Tout d'abord, développer des programmes de formation correspond à un problème simple, celui du manque de connaissance et représente ainsi la logique d'un problème équivalant à une solution. Améliorer les programmes de formations des acteur·rices locaux est un objectif régulièrement cité dans les recommandations pour réduire l'UAB (Ducrot et al., 2021) même si comme nous l'avons déjà expliqué cela ne peut être l'unique solution (Tompson et al., 2021). De plus, améliorer les connaissances et la sensibilisation fait partie d'un des objectifs de GAP et est retranscrit dans le NAP du Viêt Nam (MARD, 2017). Cependant, les participant·es n'ont pas choisi de travailler sur l'amélioration des connaissances sur les méthodes diagnostiques ou encore les traitements mais plutôt sur la biosécurité et les productions biologiques. Ces ateliers ont ainsi pointé un manque au niveau de ces deux sujets. Il est ressorti de ce travail que les formations n'étaient parfois pas adaptées aux attentes des éleveur·ses car trop éloignées de leur réalité et que des formations plus proches des contraintes de terrain devraient être proposées. Donc des formations adaptées au contexte social, économique, culturel mais aussi à l'écosystème.

Une des stratégies vise à développer des campagnes de sensibilisation en filmant des élevages biologiques de poulets et les diffuser sur les réseaux sociaux. Cela se rapproche des fermes modèles qui ont été évoquées plusieurs fois au cours de nos travaux par la FAO et le centre national de vulgarisation agricole. Pour l'instant, ces programmes concernent l'amélioration de la biosécurité dans les élevages et ont montré des résultats prometteurs (Tung et al., 2020). Il s'agirait donc d'étendre ces programmes aux productions biologiques afin de promouvoir l'échange de connaissances entre éleveur·ses et de montrer qu'un autre mode de production est possible. Une méthode similaire a été utilisée au Danemark dans les années 2000 dans le cadre du développement de *stable school*. Cette méthode consiste à créer des groupes de discussion

participatifs avec un·e facilitateur·rice dans une approche « école pratique de l'agriculture ». Ces approches visent à favoriser l'échange des connaissances entre les éleveur·ses, l'apprentissage et leur autonomie. Au Danemark cela avait été utilisé pour construire un concept approprié à la production organique laitière. Les groupes de discussion ont permis d'identifier des problèmes et des solutions dépendant des éleveur·ses et ces approches ont été estimées bénéfiques (Vaarst et al., 2007).

Nos ateliers ont permis d'identifier de façon précise les personnes impliquées dans le déploiement de ces stratégies. Parmi les décideur·ses politiques, les personnes travaillant dans le département des productions animales, de la santé animale et du centre national de vulgarisation agricole devraient être mobilisées. Cela traduit la volonté de la part des participant·es de déployer une stratégie en premier lieu développée à l'échelle locale vers une échelle nationale. Au cours de ces ateliers nous n'avons pas pu, par manque de temps, aborder la question de la communication de ces stratégies aux décideur·ses politiques. Les ateliers de restitution avec les participant·es ainsi que la réunion pour la restitution des résultats du projet à un niveau national auprès des instituts de recherche partenaires et des décideur·ses politiques prévues en février 2023 pourraient pallier ce manque. Puisqu'il est parfois difficile d'interagir avec le département de santé animale, une solution pourrait être d'extrapoler ces idées via le département de la santé animale opérant à un niveau provincial. En effet, nous avons travaillé en étroite collaboration avec ces services, nous les avons identifiés comme étant des décideur·ses politiques ayant un rôle important dans les changements de pratique et ils ont été inclus dans les ateliers de coconstruction.

## 2.2. Solutions identifiées pouvant être développées en stratégie

### 2.2.1. Développer de nouvelles formes d'organisation socio-économique : le cas des coopératives d'éleveur·ses

Au cours de nos entretiens, nous avons identifié un modèle d'organisation socio-économique lié au développement de coopératives d'éleveur·ses, modèle qui a conduit à la réduction d'utilisation d'AB pour les personnes interrogées. Le développement de ces coopératives nous est apparu comme une solution efficace pour réduire l'utilisation d'antibiotiques. Ce mode d'organisation avait tout d'abord été identifié dans notre phase exploratoire. Des coopératives basées dans un des districts de la capitale produisaient en effet des « poulets de qualité » vendus dans des magasins spécialisés d'Hanoi. Par la suite nous avons identifié ce même mode d'organisation lors de notre enquête socio-anthropologique dans le district de Phu Binh. Ces organisations actuelles sont fortement liées à l'histoire du Viêt Nam à l'époque où les activités agricoles étaient encore collectivisées et gérées en coopératives par les autorités. Il y a ainsi toujours un fort lien entre le gouvernement et les initiatives privées (J.D. Cesaro et al., 2019). D'après nos entretiens, les coopératives d'éleveur·ses sont déclarées auprès de l'état et reçoivent des aides techniques et parfois financières de la part du gouvernement. Les coopératives sont créées en vertu de la loi sur les coopératives de 2012 (loi No. 23/2012/QH13). L'achat mutualisé des intrants et dans notre cas la vente en commun des produits, permet de réduire les coûts. Une collaboration entre la coopérative et un détaillant d'un magasin spécialisé a été officialisée récemment. Les poulets sont alors achetés et vendus à un prix supérieur au

marché traditionnel permettant une meilleure valorisation des produits. Les coopératives sont aussi le support d'échanges de connaissances et d'outils techniques.

Il est intéressant de mentionner que ces coopératives ont été identifiées par les participant·es aux entretiens comme une solution économique de réduction des coûts de production plutôt qu'une solution pour réduire l'utilisation des antibiotiques. La question d'un autre mode d'organisation a été peu abordée dans les ateliers de coconstruction malgré la présence du fondateur et d'un autre éleveur de la même coopérative. Pour les participant·es il n'y aurait pas de lien entre les coopératives et la réduction de l'UAB. En replaçant cette initiative dans le chemin d'impact (Blundo Canto et al., 2020), l'impact identifié des participant·es de ces coopératives qui est changement (*outcome*) est avant tout un impact économique positif. Les ressources (*input*) et produits (*output*) sont le partage de connaissance entre les éleveur·ses, l'utilisation de probiotiques produits localement et une alimentation à base de graines. Les autres impacts causés par ces coopératives sont des impacts positifs comme la diminution d'antibiotiques et une meilleure sécurité sanitaire des aliments. La sécurité sanitaire des aliments renvoie à la traçabilité des poulets. En effet, un des points importants soulevés au cours des entretiens renvoie à l'absence de traçabilité des produits ce qui inquiète les consommateur·rices. Celle-ci est presque inexistante pour les marchés locaux alors qu'elle l'est pour les magasins spécialisés et les supermarchés.

Nos résultats soutiennent l'idée que le changement n'est pas un processus linéaire répondant à un problème spécifique. Au contraire, ce processus inclut de nombreux facteurs socio-économiques, culturels et politiques sous-jacents qui contribuent à ces changements de pratique. Cela démontre que de nouvelles formes d'organisations socio-économiques dans l'élevage de poulets au Viêt Nam, autres que l'élevage industriel, peuvent être économiquement bénéfiques pour les élevages familiaux commerciaux tout en conduisant à la sécurité alimentaire et à la réduction d'utilisation d'AB (J.D. Cesaro et al., 2019).

Dans d'autres contextes, il a également été montré que les coopératives permettaient le développement de filières de qualités et la transition d'éleveur·ses vers des changements de pratique (Adam et al., 2020; Compagnone and Hellec, 2015). Il serait donc désormais intéressant d'étudier d'autres coopératives que celle de notre étude de terrain afin de déterminer pourquoi certaines s'orientent vers la production de poulets de qualité avec moins d'antibiotiques et d'autres non. Mais aussi d'identifier la proportion de coopératives dans le pays, de comprendre davantage ce modèle et d'évaluer leurs performances économiques. Nous n'avons également que très peu abordé le cadre réglementaire entourant ces associations ainsi que le rôle du gouvernement (J.D. Cesaro et al., 2019). Nous pourrions ainsi étudier leur position vis-à-vis de ces coopératives notamment dans le cadre de la réduction d'utilisation des antibiotiques.

### 2.2.2. Améliorer la qualité des aliments : normes et étiquettes

Nous avons identifié différentes normes de qualité pouvant de par leur cahier des charges contribuer à la réduction d'utilisation des antibiotiques : la norme VietGAHP, la norme biologique et les marques et étiquetages privés (« avec probiotiques », « sans résidus d'antibiotiques »).

La certification VietGAHP présente l'avantage d'être une certification contrôlée par l'état et un organisme tiers dont le cahier des charges inclut des mesures de biosécurité, de vaccination ou encore de contrôle des résidus. Cette norme est un partenariat public-privé. Les éleveur·ses possédant cette certification ont donc théoriquement de meilleures pratiques d'UAB. En revanche, cette norme se rapproche plus d'une norme de qualité que de sécurité alimentaire (Pham and Marie-Vivien, 2017). Les consommateur·rices n'ont pas toujours confiance dans cette certification à cause du manque de contrôles et de transparence (Nguyen-Viet et al., 2017). Peu d'éleveur·ses possèdent cette certification et elle ne représente pas toujours un intérêt économique puisqu'elle est utilisée uniquement pour vendre les produits dans les supermarchés ce qui ne représente pas le mode de consommation majoritaire au Viêt Nam. Il semblerait donc que cette certification ne soit pas entièrement fonctionnelle. Un programme de revalorisation de cette norme est en cours par le DLP afin d'être davantage adaptée aux petits élevages. D'autres études devraient donc être conduites afin d'évaluer l'efficacité de ces standards dans la réduction d'utilisation des antibiotiques et développer des solutions les rendant plus adaptées aux contraintes des éleveur·ses.

Nous avons également identifié plusieurs marques et étiquetages privés de produits vendus dans des magasins spécialisés des grands centres urbains. Cependant, nous n'avons pas pu explorer en profondeur le cadre législatif entourant ces marques. Dans le cadre de la coopérative du chapitre 4, il semblerait qu'une marque ait été déposée en lien avec un magasin spécialisé en produit de qualité. La chaîne de distribution pourrait ainsi influencer les producteur·rices à produire avec moins d'antibiotiques pour tendre vers ces filières de qualité (Adam et al., 2020; Roguet and Hemonic, 2022). Comme exprimé plus haut, il y a une demande de la part des consommateur·rices vietnamiennes pour des produits de meilleure qualité et traçables. Ce marché domestique pourrait donc être intéressant afin d'encourager les éleveur·ses à produire avec moins d'antibiotiques. Malgré cette demande sociétale croissante, il y a toujours au Viêt Nam des problèmes de qualité. Ainsi, les producteurs distributeurs traditionnels ne se soucient pas suffisamment de la qualité des aliments pour des raisons économiques. Il n'y a pas non plus de motivations financières sur les marchés locaux et cette constatation est déjà partagée par un article (Nguyen-Viet et al., 2017). Mais les consommateur·rices urbains sont inquiets des risques de contamination des aliments par des produits chimiques ou des bactéries zoonotiques (Nguyen-Viet et al., 2017) à cause des nombreux scandales ayant émergé ces dernières années (Thanh, 2022). Il faudrait aussi comprendre comment ces filières traditionnelles pourraient s'adapter et ainsi éviter de faire perdurer le double standard entre produits traditionnels et industriels (Goutard et al., 2017).

Selon nos entretiens, il n'existe actuellement aucun poulet biologique avec le Certificat national au Viêt Nam tel que décrit dans les textes réglementaires parus en 2018 et 2019 (MARD, 2019; Prime Minister, 2018). Les principales barrières sont le manque de production d'aliments biologiques et le manque de points de vente pour ces types de produits. Selon les membres du gouvernement, la norme biologique serait en train d'être révisée. Les opinions des éleveur·ses dans le développement de ces normes devraient être prises en compte.

Nous manquons de certaines informations afin de comprendre ces normes de qualités et étiquettes privées. En effet, nous n'avons pas exploré le rôle des consommateur·rices dans la réduction des antibiotiques ou très partiellement via leurs liens avec d'autres acteur·rices. De même, nous n'avons pas pu interroger des

acteur·rices de la chaîne de distribution telle que les supermarchés et le nombre de marchand·es de poulets inclus dans notre échantillonnage n'était pas suffisant. Or, il a été montré en France que le développement d'une filière avec moins d'antibiotiques était basé sur la demande des distributeurs car ces acteur·rices étaient convaincu·es de l'existence d'un marché intéressant (Roguet and Hemonic, 2022). Les filières sans AB étiquetées comme telle, ont été étudiées en Europe et montrent des résultats mitigés : dans certains cas il y a une faible demande des consommateur·rices pour ces produits, une confusion face aux nombreux étiquetages, pertes d'avantages pour les éleveur·ses, alors que dans d'autres cas les normes privées sont identifiées comme intéressantes pour promouvoir l'utilisation des AB (communication personnelle, projet ROADMAP). Même si les contextes sont différents entre ces pays européens et le Viêt Nam, tirer les leçons de ces expériences permettrait de mettre en place une filière plus efficace.

### 2.2.3. Reconsidérer le modèle économique des vendeur·ses

Les vendeur·ses de médicaments ont été identifié·es tout au long de cette thèse comme étant une solution pour réduire l'utilisation des antibiotiques en cohérence avec d'autres études conduites au Viêt Nam (Le Thi Thu et al., 2021; Phu et al., 2021; Truong et al., 2019) et dans les recommandations spécifiques aux pays en voie de développement (Ducrot et al., 2021). Ainsi, afin de permettre une meilleure application des nouvelles réglementations, les vendeur·ses devraient être davantage contrôlé·es. Dans le cas des ateliers de coconstruction, une stratégie visait à développer des programmes de formations sur la biosécurité et les productions biologiques destinés à ces personnes qui pouvaient à leur tour transmettre ces conseils aux éleveur·ses.

Cependant, nous avons identifié des barrières systémiques pouvant freiner l'efficacité de ces solutions et stratégies. En effet, le modèle économique des vendeur·ses de médicaments semble reposer en grande partie sur la vente d'antibiotiques qui elle-même dépend de la situation économique des éleveur·ses. D'autres modèles existent comme au Danemark où la vente d'antibiotiques est découplée de la prescription. L'un des enjeux semblant se dessiner en Europe pour réduire l'utilisation des AB est de faire payer les conseils vétérinaires mais semble difficile à faire accepter. Au Viêt Nam, les conseils ne sont pas rémunérés tout comme les visites d'élevage. Cette question a aussi intéressé des économistes pour déterminer l'influence des compagnies pharmaceutiques sur la prescription des vétérinaires et semble montrer peu de lien (Raboison et al., 2021). A ce modèle économique, s'ajoute une pression de la part des éleveur·ses pour obtenir les antibiotiques qu'ils souhaitent comme cela a déjà été montré dans d'autres contextes (Coyne et al., 2014; D. C. Speksnijder et al., 2015). L'habitude d'utiliser des AB est fortement ancrée et dans certains cas cette utilisation semble déconnectée de son utilisation principale : traiter des maladies. Les sciences sociales questionnent de plus en plus le rapport des populations au médicament et la place qu'elles y attribuent en tant que bien de consommation, commercialisation et non uniquement dans la sphère santé publique (Hobeika and Figuié, 2022; Varobieff, 2022). Il serait donc intéressant de questionner ce modèle et de déterminer en quoi cela exerce une influence ou pourrait être un levier au changement.

En remontant plus loin dans la chaîne de distribution du médicament vétérinaire, en se plaçant à l'échelle des compagnies pharmaceutiques plusieurs manques au cours de nos études ont été identifiés. Tout d'abord,

la posture de ces acteurs vis-à-vis de la nécessité de réduire l'utilisation des antibiotiques n'est pas claire. En effet, au cours des ateliers de coconstruction il a été soulevé que ces acteur·rices sont une barrière aux formations puisque ne préfèrent pas traiter de sujets tels que le traitement des maladies plutôt que la prévention. De plus, certaines de ces compagnies sont puissantes et en lien avec les intégrateur·rices. Nous avons étudié les liens d'influence lors de l'étude des réglementations. Mais nous n'avons pas pu caractériser précisément les relations de pouvoirs entre ces acteur·rices. Ni leur lien avec le gouvernement et donc le pouvoir des lobbys dans la mise en place de réglementations. Nous savons également qu'ils entretiennent un lien fort avec les vétérinaires et plus généralement les vendeur·ses de médicaments via l'organisation de séminaires mais aussi de contrats de vente. Les compagnies pharmaceutiques sont aussi appelées par les vendeur·ses de médicament pour les cas compliqués. Mais la posture de ces compagnies sur la réduction de l'UAB, leur influence sur les pouvoirs politiques et la place qu'elles pourraient occuper dans le développement de solutions méritent d'être approfondies.

### 2.3. Les solutions partiellement identifiées et abordées dans le projet ROADMAP

Plusieurs solutions ont été identifiées par les participant·es ou l'équipe de recherche en lien avec les autres études de cas du projet ROADMAP.

#### **Découplage des prescriptions et des ventes**

Face à ce qui semble être un conflit d'intérêt, des pays comme le Danemark ont découplé la vente et les prescriptions d'AB par les vétérinaires (OMS, 1999). Ce sujet est récurrent en Europe où dans la majorité des pays les vétérinaires sont à la fois prescripteur·rices et vendeur·ses et dont le revenu provient majoritairement de cette vente. Au Viêt Nam tout comme au Mozambique les prescriptions ne sont que partiellement appliquées (communication personnelle, projet ROADMAP). Ainsi, la solution du découplage n'a été qu'en partie évoquée au cours de nos entretiens. Lors de la mise en place de nouvelles réglementations, cette possibilité avait été suggérée par des acteur·rices issu·es de collaborations internationales mais refusées pour le moment par le gouvernement vietnamien. Nous avons posé cette question aux acteur·rices opérant à l'échelle locale. Pour ces personnes, cette solution n'était tout simplement pas possible à mettre en place au Viêt Nam. En effet, cela renvoie au modèle économique basé sur la vente d'AB. Si un tel changement est envisagé au Viêt Nam, cela doit s'accompagner de solutions concrètes et aussi de concertation avec les personnes impactées par ces changements. Nous rejoignons donc l'idée défendue par certains groupes de recherche, à savoir que les NAP ne peuvent être des répliques exactes du GAP, doivent être différents dans chaque contexte et que la mise en place de réglementations ne peut être une copie de ce qui est fait dans d'autres contextes (Kirchhelle et al., 2020; Minssen et al., 2020; Robinson et al., 2017).

#### **Améliorer la qualité des AB et lutter contre le marché informel**

Une autre solution identifiée par les participant·es concernait l'amélioration de la qualité des antibiotiques. La mauvaise qualité des AB a été repérée à plusieurs reprises au cours de nos enquêtes comme une barrière

à la réduction d'UAB ainsi que dans une étude précédente (Yen et al., 2019a). Les vendeur·ses et utilisateur·rices considèrent cette problématique importante et comme un frein à la réduction de la RAB. Cette problématique est partagée par d'autres pays en développement (Bâtie et al., 2020; Kelesidis and Falagas, 2015). Cependant, les participant·es ne se sont pas senties capables de traiter une telle problématique car elle dépassait leurs compétences.

Le lien entre mauvaise qualité des AB et le marché informel a été effectué par certain·es participant·es. Le marché informel avait été mentionné comme un facteur favorisant la RAB en aquaculture (Brunton et al., 2019) mais peu d'informations sont disponibles. Il semblerait également que les services gouvernementaux n'aient que peu de prises face à l'importation informelle d'AB qui sont aussi le lieu d'importantes relations de pouvoirs.

### **Autres solutions identifiées dans le projet ROADMAP**

Une solution discutée entre les membres du projet concerne les incitations économiques pour réduire l'UAB. Nous l'avons abordée dans nos travaux à travers l'augmentation des amendes en cas de non-respect des réglementations pour en améliorer la mise en œuvre. Une étude avait également suggéré l'augmentation des taxes liées aux AB (Carrique-Mas et al., 2019a). Des incitations positives semblent exister dans le cas des filières de qualité comme dans le cas de la coopérative (meilleure valorisation des produits) mais mériteraient d'être davantage explorées. A notre connaissance, il n'y a pas d'incitations économiques mises en place par le gouvernement.

L'analyse comparative de l'UAB entre les élevages est une solution utilisée en Europe permettant également la surveillance d'UAB (communication personnelle, projet ROADMAP). Au Viêt Nam, cette solution ne semble pour l'instant pas possible à mettre en place dans le cas des élevages familiaux mais pourrait être faisable dans les élevages industriels. Ainsi, la consommation réelle en AB pourrait être déterminée dans ce système de production.

## **2.4. Contexte socio-politique autour de la mise en place des solutions**

Les solutions identifiées et les stratégies codéveloppées s'inscrivent dans un contexte politique plus large. Dans le cadre de la méthode ImpreS, une étape importante (la première) est de contextualiser l'intervention en faisant le récit de celle-ci. Ainsi cette phase inclut un diagnostic initial de la situation qui recueille les informations sur le contexte en identifiant les enjeux des acteurs, sociaux, politiques, etc... (Blundo Canto et al., 2020) Ce récit a été construit en amont lors de l'introduction générale et complété via les différentes enquêtes réalisées. Etant donné que le processus est itératif, nous devons donc remettre ces stratégies et solution identifiées en perspectives avec le contexte politique ainsi que les tendances structurelles qui conditionnent leur mise en place. Remettre les solutions dans le contexte politique m'a semblé difficile à effectuer en tant que jeune chercheuse. Les points suivants présentent ainsi les principales pistes de réflexion qui m'ont animées à ce sujet tout du tout long de mon travail de thèse.

### **La stratégie nationale de l'élevage**

Ces solutions et stratégies prennent place dans un contexte de grands changements pour l'élevage au Viêt Nam dans les modes de production (intensification) et de commercialisation des produits (développement de supermarchés). Actuellement les petits élevages de moins de 50 poulets représentent près de 80% des élevages (GSOV, 2021b). La stratégie promue par le gouvernement tend donc vers l'intensification des élevages et la diminution des petites exploitations afin d'améliorer la productivité et la sécurité alimentaire. Ainsi, de nombreux·ses participant·es au cours de nos différentes phases de terrain ont identifié que la suppression des petits élevages pourrait être à la fois une solution permettant une meilleure mise en œuvre des réglementations et contribuer à diminuer l'utilisation des antibiotiques. La proportion importante de petits élevages a été également identifiée comme un problème pour diminuer l'UAB dans les ateliers de coconstruction. Par manque de temps, nous n'avons pas pu traiter ce problème. Il aurait été néanmoins intéressant de dérouler le chemin d'impact sur la question des petits élevages afin de comprendre les solutions envisagées par les participant·es ainsi que d'identifier les résultats de cette diminution et de comprendre plus en profondeur comment ces acteur·rices perçoivent le problème des petits élevages en lien avec la diminution d'utilisation des AB. D'après nos enquêtes, ces petits élevages n'utilisent que peu d'antibiotiques et préfèrent consommer leurs produits qu'ils jugent moins à risque pour leur santé que des produits industriels. Les problèmes semblent d'avantage concerner les mauvaises mesures de biosécurité. Cependant, par manque d'informations, nous ne savons pas comment ces élevages de basse-cour se situent dans la lutte contre la RAB. En effet, nous ne les avons pas inclus dans les ateliers de coconstruction et très peu dans les autres études. Il faudrait donc discuter avec ces éleveur·ses sur leur façon d'élever des poulets, la place que cela occupe dans leur bien-être et subsistance, quelles solutions concernant la biosécurité ils envisagent. Une étude conduite pendant la grippe aviaire avait également mis en évidence la perception négative vis-à-vis des petits élevages dans la transmission de la maladie et la promotion du gouvernement des élevages intensifs en réponse à cette épidémie (Figué et al., 2013). Un rapport a également soulevé le rôle des compagnies agro-industrielles dans la communication sur les contrôles de qualité des filières modernes contrairement aux filières traditionnelles (J.D. Cesaro et al., 2019).

Cette stratégie me semble présenter certains risques pouvant conduire à une augmentation de l'utilisation des AB. En effet, les élevages intensifs contribuent à la perte de diversité génétique des races locales, ils sont plus dépendants aux intrants dont les AB et représentent un risque épidémique (Hutchinson, 2017; Robinson et al., 2017). De plus, la disparition des petits élevages entrainera des changements socio-économiques pouvant impacter les populations les plus vulnérables (Alemayehu et al., 2018). Cependant, en tenant compte de l'aspect inéluctable de ces changements de pratique au Viêt Nam, il serait de notre responsabilité en tant que chercheur·ses au Cirad d'accompagner cette transition afin d'en limiter les impacts négatifs tout en proposant des solutions alternatives.

### **La mise en place de réglementations**

Les recommandations formulées dans le chapitre 3 peuvent servir pour les réglementations actuellement mises en place mais surtout pour le développement de futurs projets de lois. Une solution préconisée est la consultation voire l'inclusion des acteur·rices opérant à l'échelle locale dans le processus législatif.

Cependant, il semblerait que l'organisation du gouvernement vietnamien en tant que gouvernement centralisé ne laisse que peu de place à ce type d'initiatives. Bien que la mise en place de lois soit nécessaire, elles peuvent aussi conduire à des impacts négatifs sur une certaine partie de la population, impacts qui devraient être anticipés. Dans certaines parties du Viêt Nam, dans des zones reculées, le maillage sanitaire vétérinaire est faible. L'application des prescriptions obligatoires paraît alors difficile et pourrait compromettre l'accès aux antibiotiques. Or, les antibiotiques demeurent nécessaires pour la santé animale et des réglementations ne devraient pas compromettre cela (Roger and Ducrot, 2017). Comme cela a déjà été soulevé en Afrique, les AB doivent être mieux réglementés mais dans le même temps leur accès avec des conseils adaptés doit être amélioré afin de ne pas rajouter une charge supplémentaire sur les populations les plus vulnérables (Ducrot et al., 2021). De plus les réglementations peuvent avoir un impact sur le profit des éleveur·ses et doit donc être accompagné de substituts (Lhermie et al., 2022a). Cette question nous amène à réfléchir sur la notion d'éthique qui entoure la lutte contre la résistance aux antibiotiques (Jamrozik and Selgelid, 2020) et l'amélioration de l'accès aux AB tout en limitant l'apparition de résistances (Minssen et al., 2020).

### **Relations entre les chercheur·ses et décideur·ses politiques**

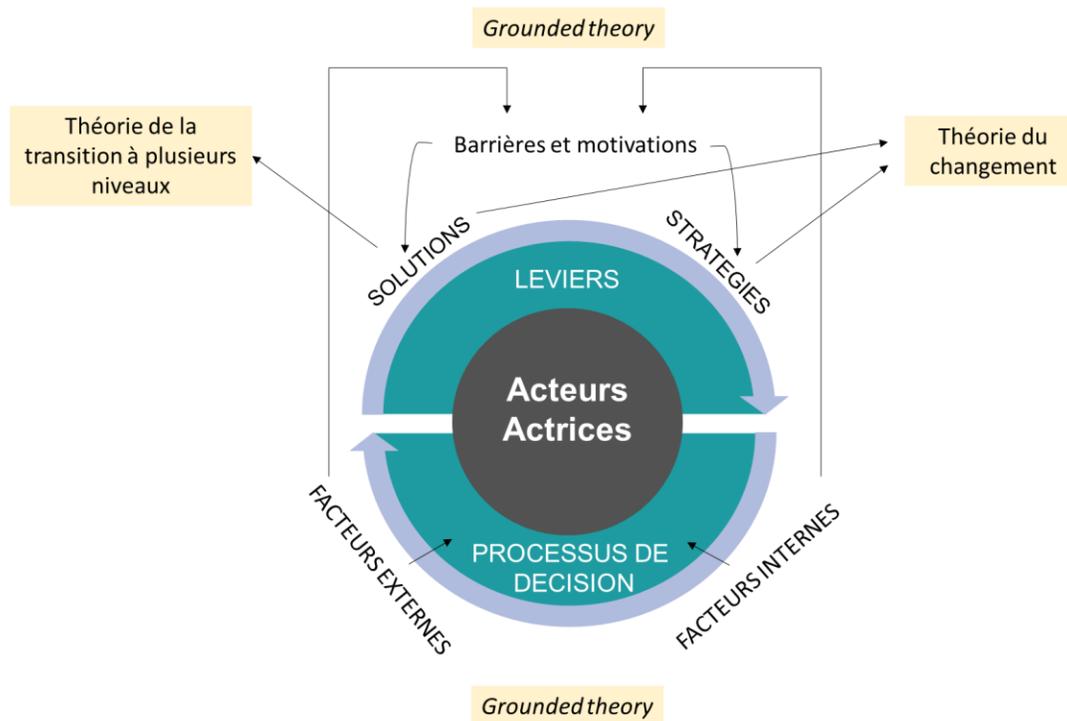
J'ai également pu constater tout au long de ce travail combien est difficile le dialogue entre scientifiques et politiques. Cette observation a été confirmée par plusieurs échanges informels mais aussi au cours de mes entretiens. Or ces acteur·rices jouent un rôle essentiel dans les changements de pratique puisqu'ils ou elles décident des politiques publiques impactant l'élevage et la RAB. Afin de dépasser cette barrière, nous avons organisé les ateliers de coconstruction à une échelle décisionnaire plus locale dans le but d'étudier les solutions mises en place sur le terrain et d'inclure les participant·es qui avaient pris part à l'enquête socio-anthropologique. Les pouvoirs publics étaient donc représentés par le sous département de santé animale et de production animale de la province. Ces acteur·rices ont l'avantage de connaître le terrain puisque souvent propriétaires de magasins vétérinaires mais aussi de faire le lien entre le pouvoir central et les districts et communes. Ces acteur·rices ont ainsi été identifié·es comme des personnes clés dans les changements de pratique.

Une solution permettant d'améliorer le dialogue entre les chercheur·ses et les pouvoirs politiques mises en place au Viêt Nam concerne la plateforme interministérielle *One Health Partnership Platform* (OHP, 2022b). L'objectif principal de cette plateforme est d'améliorer les capacités du Viêt Nam à lutter contre les zoonoses à l'interface humain, animal et environnemental et inclut notamment un groupe de travail sur la RAB (OHP, 2022c). Cette plateforme vise à établir un espace pour le « dialogue politique, la coopération intersectorielle et multidisciplinaire entre les agences gouvernementales et les partenaires de la société civile » mais aussi de « fournir des recommandations aux décideurs politiques (...) renforcer les capacités institutionnelles (...) et de plaidoyers politiques ». Un autre point positif plus spécifique à la RAB inclut la commission de lutte contre la RAB et de groupes de travail concernant certain·es chercheur·ses d'instituts vietnamiens ou la mise en place d'un système pour réviser les réglementations sur internet.

### 3. L'étude des changements de pratique dans le secteur des productions animales

#### 3.1. Réflexion sur les cadres mobilisés

##### 3.1.1. Cadres théoriques et conceptuels mobilisés dans cette thèse



**Figure 1.** Cadre conceptuel et théorique mobilisé pour étudier le codéveloppement de stratégies

Au cours de ce travail, nous nous sommes appuyés sur la *gounded theory*, comme une méthode de recherche, qui permet d'expliquer les structures sociales d'après des données empiriques issues du terrain (Strauss and Corbin, 1997). Les théories et le terrain ne doivent pas être opposées mais complémentaires, en maintenant que les enquêtes nous permettant de générer des théories et non l'inverse (de Sardan, 2008). Nous ne sommes ainsi pas partis d'une théorique pré-existante pour étudier les changements. A l'inverse, nous avons déduit des théories à partir de nos enquêtes de terrain. Ainsi, l'analyse des données qualitatives a été effectuée selon la même approche via l'analyse thématique de contenu et l'organisation des données en thèmes (Walker and Myrick, 2006).

La *gounded theory* a représenté une part importante dans ce travail dans le cas de l'étude socio-anthropologique. Nous avons expliqué le développement de coopératives avec l'utilisation de probiotiques produits localement grâce à la théorie de la transition à plusieurs niveaux (Geels, 2005).

La théorie du changement qui s'appuie sur des relations de causalité pour expliquer le changement (Mayne, 2015) a été mobilisée afin de comprendre pourquoi les coopératives n'avaient pas été identifiées par les participant·es comme une solution à la réduction d'utilisation des AB. La théorie du changement a aussi été mobilisée lors de la construction du chemin de l'impact dans la méthode ImpresS afin de faire émerger des stratégies (Blundo Canto et al., 2020).

Finalement le cadre conceptuel place aux centres les multiples acteur·rices intervenant dans les changements de pratique et dont le processus de prise de décision dépend de facteurs internes et externes. Ce schéma représente une vision non linéaire du changement et montre l'importance d'être étudié avec des approches systémiques (de Lima Hutchison et al., 2018; Tompson et al., 2021). Ainsi, dans ce travail, plusieurs arguments viennent appuyer l'intérêt d'utiliser des approches systémiques au changement lors de l'étude de l'utilisation des antibiotiques par rapport aux modèles utilisés sur le manque de connaissance (Tompson and Chandler, 2021).

### 3.1.1. Cadres théoriques du projet ROADMAP

Cette thèse se place dans un contexte plus large, celle du projet ROADMAP où d'autres cadres théoriques que ceux abordés dans ma thèse ont aussi été utilisés. Les discussions sur ces cadres et de ces perspectives différentes ont nourri ma recherche. Dans cette partie, nous souhaiterions aborder deux cadres théoriques ayant eu une importance dans le projet ROADMAP afin d'expliquer les changements à l'échelle de l'élevage : il s'agit de la théorie de l'élément déclencheur et celle du bon éleveur.

Le modèle de l'élément déclencheur avait aussi été identifié par les auteur·rices du rapport ROADMAP afin d'étudier les processus de changement (Byg et al., 2020). Dans ce modèle, issus de la psychologie sociale, des éléments déclencheurs permettent de faire émerger des innovations et de décider de changer. Ils permettent de changer du « chemin de dépendance » correspondant à l'habitude des personnes de faire les choses d'une certaine façon. Des changements mis en place selon une décision « active » et non passive comme suivre les recommandations d'un vétérinaire les rendra certainement pérennes. Si le nouvel élément ne procure pas le résultat escompté, la personne retournera dans son chemin précédent. Ce modèle a été développé suite à des études empiriques conduites en Angleterre (Sutherland et al., 2012). Par exemple, dans notre cas, un éleveur a changé de pratique suite à sa rencontre avec un professeur lui ayant permis de développer une nouvelle technologie (les probiotiques) pour produire des poulets de meilleure qualité et réduire ses coûts de production. Néanmoins, il semblerait dans notre cas que les changements se soient mis en place selon un processus long et non uniquement à la suite d'un changement précis (Adam et al., 2019).

La théorie du « bon éleveur » (*good farmer*) postule que les normes sociales mises en place autour de l'élevages par le biais de symboles visibles et évaluées par des pairs sont un important moteur du changement de pratiques d'élevages (Sutherland and Calo, 2020; Sutherland and Darnhofer, 2012). Par exemple, dans le cas d'élevages laitiers, les vaches qui pâturent sont à la vue des voisin·es et peuvent être un symbole de réussite et de compétence en matière de soin aux animaux (communication personnelle, projet ROADMAP). Une autre étude conduite en Angleterre a étudié comment les vétérinaires et des éleveur·ses laitiers définissent les bonnes pratiques de biosécurité en mobilisant le concept du « bon éleveur ». Cette étude a montré deux définitions différentes entre les fermes commerciales et les éleveur·ses

plus indépendant·es (Shortall et al., 2018). Un article est en cours afin de comprendre comment se forment les pratiques de soin et comment ces attentes peuvent être interprétées en matière d'ABU dans les élevages de volailles dans différentes études de cas du projet dont le Viêt Nam.

### 3.2. Les approches transdisciplinaires et participatives au changement

#### 3.2.1. Retour d'expérience sur la transdisciplinarité

La transdisciplinarité, en allant au-delà des disciplines, inclut les interactions entre sciences et sociétés afin de répondre à des problématiques complexes (Min et al., 2013; Rüegg et al., 2017). Il s'agit d'une notion difficile à appréhender en tant que jeune chercheuse mais aussi étant donnée ma formation en médecine vétérinaire, qui aborde l'épidémiologie avec une approche étude des populations plutôt que par une approche transdisciplinaire. J'ai donc été amenée à mobiliser des concepts, théories, méthodes dans des disciplines pour lesquelles je n'avais reçu qu'un enseignement limité. La question de la légitimité, ainsi que des doutes sur les méthodes utilisées, leur pertinence et leur validité, peuvent parfois se poser. Les décisions peuvent être difficiles à prendre car le travail de thèse est souvent un processus personnel avec des contraintes de temps et de budget. Par exemple, il a été difficile d'intégrer mes résultats aux théories existantes et de comprendre comment les théories pouvaient être appliqués sur des résultats empiriques.

La transdisciplinarité de ce travail réside en l'intégration de diverses disciplines (sciences vétérinaires, d'élevages, santé publique et sciences sociales), la mobilisation d'approches systémiques basées sur le terrain à l'échelle locale et en incluant les communautés, les chercheur·ses et les décideur·ses politiques dans l'identification des problèmes et des solutions ainsi que la coconstruction de stratégies (Binot et al., 2015). Nous avons aussi travaillé avec des chercheur·ses de différentes disciplines pour mettre en place les questionnaires d'études, analyser les données et la rédaction des articles scientifiques ce qui a stimulé les relations entre ces différents scientifiques (Binot et al., 2015). La collaboration avec des partenaires locaux de disciplines éloignées de ma formation initiale a permis aussi d'ajouter une perspective différente de ma question de recherche. Les approches théoriques ont ainsi été abordées selon le prisme d'une autre culture que la mienne. Ma thèse s'est déroulée au sein du projet ROADMAP qui regroupe également des chercheurs de différentes disciplines avec une orientation sociale. Cette réflexion a été également nourrie de discussions avec mon encadrante ainsi que mes collègues et doctorant·es du Cirad. L'équipe étant assez réduite nous n'avons pas été confronté·es aux problématiques des gros projets où finalement les interactions entre disciplines sont limitées et les sciences sociales mobilisées uniquement dans le but de communiquer les résultats aux décideurs politiques (Barnett et al., 2020).

#### 3.2.2. L'apport des approches participatives dans l'étude de l'ABU et des changements de pratique

Comme abordé ci-dessus, la transdisciplinarité inclut les non-scientifiques dans la production de connaissances et permet par les approches participatives et les collaborations, d'intégrer les valeurs et

normes des acteur·rices afin de produire des solutions adaptées (Assmuth et al., 2020). Dans le cadre de notre recherche, nous avons mobilisé des approches issues de l'épidémiologie participative afin d'aborder cette problématique de santé tout en prenant en compte la connaissance des populations locales dans les réponses à leurs besoins (Mariner et al., 2011; Pretty, 1995; Pretty et al., 1995). Des réflexions sont en cours sur l'épidémiologie participative et notamment sur le manque de participation dans certaines études qui devrait plutôt employer le terme d'épidémiologie locale (Chenais and Fischer, 2021; Fischer and Chenais, 2019). Dans notre cas, les approches participatives n'ont pas uniquement eu vocation de collecter des données et des connaissances mais de réellement impliquer les communautés dans le développement de solutions.

Nous avons ainsi mobilisé des méthodes participatives tout au long de ce travail par le biais d'entretiens semi-structurés, des groupes de discussions focalisées et des ateliers de coconstruction. Nous avons aussi utilisé des outils tels que le classement simple, l'empilement proportionnel, les diagrammes de flux et les frises chronologique (Alders et al., 2020; Catley et al., 2012). La mobilisation de ces outils a permis de stimuler les discussions autour des méthodes de réduction d'utilisation des antibiotiques mais aussi de valider les données en rendant les participant·es actif·ves dans la construction des connaissances (Allepuz et al., 2017). La dimension ludique et active de ces approches semble avoir dans sa majorité intéressée les participant·es et l'équipe de recherche. Des transferts de compétences entre les membres de l'équipe de recherche ont ainsi eu lieu, certaines personnes ayant déjà mobilisé ces outils.

L'utilisation des approches participatives ont permis d'explorer la multiplicité des points de vue et donc de prendre en compte des perceptions différentes sur la question de la réduction d'utilisation des antibiotiques (Bronner et al., 2014). Ainsi, nous avons pu confronter à la fois les opinions des autorités gouvernementales, des vendeur·ses de médicaments et des utilisateur·trices sur la question des réglementations permettant de comprendre pourquoi la mise en œuvre de ces mesures posaient des problèmes ainsi que d'identifier les points de blocage. De plus, nous avons confronté plusieurs échelles en partant du national au local afin d'identifier les barrières et motivations propres à ces échelles. Enfin, ces approches nous ont permis d'intégrer des éleveur·ses ayant réduit leur utilisation d'antibiotiques et de construire grâce à leur unique point de vue des solutions adaptées au contexte. En cela, la flexibilité de la démarche est importante puisqu'elle permet de dévier de ce qui avait été planifié et permet l'inclusion de nouvelles personnes ou questions au cours de la collecte de données. Ces approches permettent aussi la transmission entre savoirs locaux et scientifiques entre les participant·es et l'équipe de recherche et d'avoir une réflexion de la provenance des savoirs (Mariner and Paskin, 2000). Au cours de nos entretiens, les éleveur·ses et vendeur·ses ont mentionné plusieurs plantes médicinales qu'ils utilisaient pour prévenir les maladies. Les participant·es ont également expliqué la transmission de savoirs entre les membres d'une même famille. Ces informations se rapprochent de la médecine ethno-vétérinaire en lien avec les travaux de M. Figuié et la reconstruction de pharmacopées locales (Hobeika and Figuié, 2022). Finalement, nous avons pu identifier les acteur·rices impliqués dans la transmission des informations et de comprendre comment ces informations étaient utilisées (Delabouglise, 2015).

L'objectif générale des approches participatives est de « permettre aux acteurs de trouver leurs propres solutions adaptées à leurs enjeux » (Alders et al., 2020). De plus, ces approches permettent d'améliorer

l'acceptabilité des mesures (Calba et al., 2015). Ainsi, l'organisation d'ateliers participatifs dans une volonté de coconstruction permet aux acteur·rices de définir l'objectif qu'ils souhaiteraient atteindre et les solutions pour y parvenir avec une faible influence extérieure. Bien que le cadre fût défini dès le départ (réduire l'utilisation des AB), ce problème faisait quand même partie des priorités des acteur·rices impacté·es. De même, dans les entretiens individuels, nous avons pu aborder et identifier des problèmes soulevés par les individus au-delà de la nécessité de réduire l'utilisation des AB. Ces approches sont itératives (de Sardan, 2008) et permettent l'identification de facteurs inconnus influençant positivement ou négativement les changements de pratique (Bronner et al., 2014). Les coopératives ont ainsi été identifiées comme un changement (*outcome*) nécessaire pour atteindre des impacts majoritairement économiques. Mais lors des discussions, nous nous sommes aperçu·es que ce mode d'organisation contribuait de façon importante à la baisse de l'utilisation des antibiotiques. Ce mode de réflexion met en évidence l'intérêt de la démarche Impress dans l'étude des changements de pratique (Guenin et al., 2022).

Un autre objectif dans les approches participatives est de stimuler les collaborations. La collaboration d'instituts de recherche variés, a contribué à stimuler l'émergence de nouveaux réseaux entre ces acteur·rices. De plus, en abordant la question de l'antibiorésistance, de nouvelles questions ont émergées pouvant être explorées par ces nouveaux partenariats au-delà de ce projet de thèse.

### 3.2.3. Qualité des données et biais des approches participatives

#### **Qualité des données**

Comme toute étude, nous devons nous interroger sur la qualité de nos données ce qui nous amène à réfléchir sur la fiabilité et la validité de celles-ci (Morse et al., 2002). La fiabilité est le degré de reproductibilité des résultats obtenus avec le même protocole et sur la même population d'étude. La validité des données renvoie au degré de « véracité » et donc de représentation du phénomène étudié (Calba, 2016). Afin de vérifier la qualité des données, plusieurs méthodes peuvent être mobilisées (de Sardan, 2008; Morse et al., 2002; Patton, 1999). Il faut cependant faire attention car cette qualité ne renvoie pas à la représentativité des résultats. En effet, les données sont fortement liées au contexte et il faut faire attention à ne pas sur-généraliser ni extrapoler les résultats (Patton, 1999).

La triangulation des données permet de recouper plusieurs sources d'informations pour en valider la cohérence. Pour cela nous avons obtenu le point de vue de plusieurs types d'acteur·rices à des échelles différentes mais aussi combiné diverses méthodes (entretiens, groupe focalisés, observations et autres outils participatifs) et enfin nous avons confronté nos informations avec d'autres chercheur·ses. Un des biais communément cités des enquêtes de terrain réside en effet sur la subjectivité de l'investigateur·rice et le travail en équipe permet de confronter cette subjectivité naturelle (de Sardan, 2008). Dans une volonté de trianguler les données, nous avons aussi multiplié les études qui certes n'avaient pas toutes le même objectif mais permettaient de recroiser des informations. Ceci est exprimé par Morse et al., sous le terme de « réflexion théorique » signifiant que des idées émergent de données doivent être confirmées par de nouvelles données (Morse et al., 2002).

En complément de la triangulation, la saturation permet de garantir la méthodologie employée (de Sardan, 2008). La saturation renvoie au moment où un entretien n'apporte pas d'informations supplémentaires et que toutes les informations sur le sujet ont été obtenues. Il s'agit cependant d'un nombre théorique et la saturation se confronte tout de même aux contraintes du terrain et ne doit pas non plus bloquer le processus itératif. Dans notre cas, nous avons approché la saturation même si nous avons soulevé certains manques dans nos études.

Un autre principe assurant la validité des données est la confrontation des données collectées avec les données analysées et vice-versa (Morse et al., 2002). Cette étape doit se faire tout au long de la phase de collecte des données et peut être faite par la tenue d'un « journal de bord » (de Sardan, 2008). Ainsi, nous avons chaque jour reporté nos notes de terrain. Nous avons également discuté entre les membres de l'équipe afin d'identifier de nouvelles questions, éclaircir les points incompris et définir la « stratégie » à adopter pour la suite. Ces notes permettent aussi de consigner les impressions « à chaud » sur les entretiens et de se remémorer des éléments nous ayant interpellés lors du codage des données. Ces données sont également complétées par le résultat des outils de visualisations utilisées.

Finalement, la qualité des données dépend aussi de la bonne préparation des entretiens et des groupes de discussion (guide d'entretiens, lieu, horaire, équipe, ...) (PENAPH and AFENET, 2011). Mais aussi de la créativité, sensibilité, flexibilité et compétence de l'investigateur·rice (Morse et al., 2002). Dans notre cas, les personnes menant les entretiens semi-structurés étaient des personnes ayant déjà mobilisé ces méthodes par le passé et comme mentionné, la qualité des données augmente avec l'expérience. Mais nous avons aussi formé de nouvelles personnes à conduire des entretiens ou des ateliers.

### **Les biais des approches participatives**

Dans cette section nous n'avons pas vocation à être exhaustif·ves en énumérant tous les biais de terrain d'enquêtes qualitatives ni de répéter les biais présentés dans chacune des études. Cependant, nous voudrions nous arrêter sur deux biais de terrains spécifiques à cette étude à savoir la traduction et notre posture.

La traduction a été assurée par des personnes différentes et plus ou moins aguerries à cette technique. Le vocabulaire employé pouvait ainsi varier d'une personne à l'autre et entraîner des confusions d'autant plus que les traducteur·rices avaient des formations différentes (sciences vétérinaires, sociologues, ...). La traduction peut conduire aussi à la perte de certaines informations et à rallonger la durée des entretiens et donc une perte de concentration de la part des participant·es. Nous avons limité ces biais en organisant des réunions d'équipe afin d'expliquer le contexte et les objectifs de l'étude. Cependant par manque de temps et des contraintes d'organisation, ces réunions ont parfois été trop courtes et auraient nécessité davantage de discussions. Dans le cas où les chercheur·ses maîtrisaient bien le sujet d'étude, souvent après plusieurs entretiens, il a été possible de traduire seulement les informations clés, permettant de fluidifier les entretiens et d'engager le dialogue. Finalement la traduction présente aussi des avantages. La complicité entre l'équipe de recherche nous a permis d'aller plus loin dans les questions, la réflexion en permettant une plus grande implication des collaborateur·rices, ce qui finalement est un des objectifs des approches participatives.

Nous nous sommes aussi posées la question de notre posture en tant que chercheuses étrangères et donc de notre légitimité à intervenir dans un autre contexte que le nôtre mais aussi sur la façon d'être perçues par les participant·es (Barnett et al., 2020). Les avantages sont que certain·es participant·es ont été plus enclin·es à faire partie de nos études par curiosité, volonté de satisfaire une demande étrangère et d'échanger avec une personne d'une autre culture. En revanche, l'un des biais concernait la volonté des participant·es de « nous plaire » et donc de fournir des réponses que nous attendions. De Sardan compare cela à de la « mise en scène » des personnes entrant en interaction avec l'investigateur·rice (de Sardan, 2008). Afin de limiter ce biais, nous nous sommes attachées à être la plus neutre possible au cours des entretiens. De plus, afin de ne pas heurter les participant·es par une mauvaise connaissance des coutumes locales, nous nous sommes appuyées sur l'équipe vietnamienne tout au long des phases d'enquête.

### **Réflexivité**

Il est aussi intéressant d'adopter une démarche réflexive propre à ces approches sur notre méthodologie et de réfléchir à la place de la participation dans notre étude comme suggéré par (Fischer and Chenais, 2019). Pretty a réalisé une typologie de la participation dans les projets et programmes de développement allant de la participation passive où les participant·es sont informé·es des décisions jusqu'à l'auto-mobilisation où les participant·es prennent des initiatives indépendamment des institutions pour changer le système (Alders et al., 2020; Pretty, 1995). Les différents niveaux de participation obtenus dépendent des objectifs de la recherche. Dans notre cas, la participation a été utilisée pour permettre aux acteurs de construire des solutions à des problèmes qu'ils ont identifiés (au sein d'un cadre). Nous nous situons donc entre la participation fonctionnelle et interactive. Il serait désormais intéressant d'aller davantage dans la participation interactive pour que les groupes d'acteur·rices ayant construit des stratégies s'impliquent dans leur mise en place ce qui pourrait leur permettre de perdurer dans le temps et de faire émerger de nouvelles solutions. Dans ce sens, cela se rapproche des Action Lab prévues dans le cadre du projet ROADMAP où les solutions sont par la suite mises en applications.

## **3.3. Le participatif à distance : quelles conséquences pour quels résultats ?**

### **3.3.1. Les faits**

La crise sanitaire du Covid-19 a plongé le monde dans une situation inédite. Adaptabilité et flexibilité ont été les maîtres mots pour faire face à ces changements. Ainsi, les restrictions d'entrées sur le territoire vietnamien ainsi que les confinements successifs m'ont conduit à adapter l'étude du chapitre 2 et à remanier une autre étude complètement, celle du chapitre 3.

Concernant le chapitre 2, le questionnaire d'enquête a été réalisé avec les équipes vietnamiennes en face à face. En revanche, je n'ai pas pu assister physiquement aux trois études pilotes ni à aucune collecte de données au nord comme au sud. Les deux équipes vietnamiennes (nord et sud) ont pu se rendre dans les élevages pendant toute la durée de la phase de collecte des données. Les discussions d'équipe se sont déroulées entièrement à distance.

Pour le chapitre 3, il était prévu de réaliser un groupe de discussion focalisée ainsi que des entretiens individuels en face à face. Le groupe de discussion focalisée s'est tenu en présentiel avec les participant·es et les membres de l'équipe vietnamienne et moi à distance. Afin de me permettre d'observer les réactions, des caméras avaient été disposées de part et d'autre de la salle. Grâce à un vidéo projecteur, mon écran a été projeté dans la salle de réunion. Une sociologue assurait la traduction vietnamien – anglais à distance. Les outils participatifs mobilisés tels que la construction de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire par le biais de post it, ont été réalisés en face à face grâce aux facilitateur·rices vietnamiennes.

Trois modes de collecte des données ont été employés pour les entretiens semi-structurés individuels. Une partie des entretiens a été effectuée en face à face entre l'équipe vietnamienne et les participant·es et moi en distanciel, ou l'équipe vietnamienne, les participant·es et moi-même en distanciel, ou alors en face à face pour les derniers entretiens avec les éleveur·ses. La traduction a donc été majoritairement réalisée en distanciel. Concernant la mobilisation d'approches participatives, l'observation a pu être réalisée par l'équipe vietnamienne ou moi-même en face à face sinon lorsque tout le monde était en distanciel, celle-ci a été très limitée. La réalisation du diagramme de distribution du médicament vétérinaire a été fait grâce à l'outil PADLET et le partage d'écran ([www.padlet.com](http://www.padlet.com)).

### 3.3.2. Les leçons à retenir

A distance, les limites et biais sont différents de ceux identifiés ou s'accroissent. Un des premiers biais a été de ne pas pouvoir me rendre physiquement dans les élevages pour observer les différents types d'élevages existants. Afin de pallier le manque d'observation directe de ma part, la communication avec les deux équipes vietnamiennes a été essentielle en cela qu'elles m'ont décrit les conditions d'élevages et envoyé des photos afin que je puisse me rendre compte de la réalité de terrain. Lors de l'étude du chapitre 3, cela a été d'autant plus difficile que l'attitude des participant·es étaient difficilement observable ainsi que leurs activités notamment dans les pharmacies vétérinaires. Etant donné que j'étais la principale personne analysant les résultats cela a engendré des difficultés de compréhension et d'analyse voire des confusions. La communication avec l'équipe de recherche est aussi grandement diminuée par l'absence d'interactions en face à face et de fluidité dans l'organisation des discussions. Ainsi, les briefings d'équipes, essentiels à la validité des données sont beaucoup plus ardues à organiser. Dans le cadre du chapitre 2, la coordination entre les équipes du nord et du sud ainsi que la vérification et l'uniformisation des données collectées a été plus compliquée. Afin de limiter cette difficulté, un temps défini au préalable entre les membres de l'équipe devrait être fixé en amont pour ces temps de discussion.

La traduction, un des biais de recherche qualitative représente un défi à distance. Contrairement aux entretiens conduits en face à face, les temps de pause liés à la traduction sont beaucoup plus importants, tout comme la mobilisation d'outils participatifs. La durée des entretiens s'en trouvent ainsi allongée conduisant à la baisse de l'intérêt et de la concentration du participant et ainsi une perte d'information. La participation est également plus compliquée à distance et prend plus de temps. Ainsi, l'utilisation du logiciel PADLET a permis tout de même de construire la chaîne de distribution mais avec une base préalable et donc une réduction du processus participatif. Pour le groupe de discussion focalisée, cet atelier a pu être

mené à bien grâce à la bonne préparation en amont avec les membres de l'équipe mais aussi grâce à la formation préalable et l'expérience des deux facilitateur.rices aux approches participatives.

Enfin, je n'ai pu que difficilement accéder aux conversations informelles pourtant essentielles pour obtenir d'autres informations (de Sardan, 2008). Les relations de confiance et d'échanges de connaissance sont beaucoup plus difficiles à créer. Néanmoins, ces approches m'ont permis de conduire ces études malgré la crise sanitaire et de collecter des informations qui ont été triangulées. Conduire des entretiens à distance est une méthode moins chronophage et moins onéreuse permettant de multiplier les entretiens parfois dans des zones difficilement accessibles (mais disposant d'internet). Un autre avantage a été la plus grande implication de l'équipe de recherche locale et une appropriation plus importante de la problématique ce qui renforce l'effet de *capacity building*.

### 3.4. Codévelopper des stratégies

#### 3.4.1. Choix méthodologiques pour les ateliers

Au début de ce travail, nous avons identifié la modélisation d'accompagnement pour codévelopper les stratégies avec les parties prenantes. La modélisation d'accompagnement est une démarche de recherche développée par le collectif ComMod (<https://www.commod.org/>) qui utilise la modélisation comme objet intermédiaire (Abrami et al., 2015; Étienne, 2009; Simon and Etienne, 2010). La méthode vise à identifier la problématique de départ et à coconstruire une représentation partagée de cette problématique en identifiant les acteurs impliqués, leurs ressources matérielles et immatérielles, les dynamiques de changement et les interactions entre les acteurs et les ressources (méthode PARDI). Les stratégies peuvent ensuite être simulées grâce à de la modélisation participative, par l'élaboration et l'utilisation d'un jeu sérieux ou par de la modélisation informatique. La dernière étape de la méthode est l'évaluation de l'effet de la démarche sur les participant-es (Abrami et al., 2015). Nous avons ainsi suivi une formation sur cette démarche.

Cependant après discussion avec plusieurs personnes, nous nous sommes rendu compte que la démarche ImpresS correspondait davantage à nos objectifs. La méthode ImpresS présentait l'avantage d'être plus rapide à mettre en place (stratégies non simulées par de la modélisation), accessible dans les contraintes de temps et techniques imparties mais aussi répondant aux attentes du projet ROADMAP. Par cette méthode nous avons pu efficacement mettre en perspective les résultats obtenus au cours des ateliers avec ceux obtenus dans les études précédentes. Cependant, nous nous sommes inspiré-es de la posture, démarche et protocole d'observation développés par le collectif ComMod pour construire notre méthodologie (Hassenforder et al., 2020) ainsi que d'une autre étude ayant adapté cette méthode (Bordier et al., 2021).

Nous avons également mis en place un protocole d'observation. L'observation des ateliers avait pour objectif d'évaluer le processus participatif (facilitation, organisation, les attentes des participant-es, ...), d'évaluer l'impact de ce processus de coconstruction sur le changement de posture et de perception des participant-es sur la réduction d'utilisation des antibiotiques et enfin d'observer les relations entre les participant-es. Pour cela l'évaluation s'est basée sur deux questionnaires à compléter par les participant-es

au début du premier atelier et après le troisième et par un protocole d'observation fait par deux observatrices (également preneuse de notes). Les questionnaires et observations ont été construits grâce au manuel (Hassenforder et al., 2020) et selon la thèse de M. Bordier (Bouchot Bordier, 2019).

Cependant, l'analyse des questionnaires et de l'observation ne nous ont pas permis de conclure. L'observation des ateliers a en effet été limitée par manque d'une formation plus solide pour les observatrices et l'explication des objectifs de cette étape. Les questionnaires d'enquêtes n'étaient pas suffisamment précis et complétés par les participant·es pour évaluer avec précision l'impact du processus sur leurs perceptions. L'évaluation des processus participatif nécessite d'être réfléchi plus en amont avec l'élaboration d'un protocole solide avec les objectifs de l'évaluation clairement définis et davantage de temps de réflexions et de formations sur de cette question (Hassenforder and Ferrand, 2021). Il serait également intéressant d'évaluer un an après, par le biais de groupe de discussion focalisée, les changements de perception ayant pu opérer auprès des participant·es et d'estimer la contribution des approches participatives dans ce processus.

### 3.4.2. Qu'est-ce que le codéveloppement

Codévelopper ou coconstruire renvoie au processus où l'intelligence collective permet de définir des solutions et où la perception de différents acteur·rices est confrontée. Plusieurs cadres méthodologiques existent afin de codévelopper des stratégies comme la démarche ImpresS ou ComMod (Abrami et al., 2015; Blundo Canto et al., 2020) que nous avons présentée dans ce travail. Etant des méthodes mobilisant des approches participatives celles-ci restent adaptatives et flexibles.

En restant dans la même philosophie et éthique que ces deux méthodes, nous avons mobilisé plusieurs méthodes afin de répondre à notre objectif principal. Ainsi tout comme l'étape du récit de l'intervention décrit dans la méthode ImpresS où le PARDI dans le ComMod, nous nous sommes attachées à définir le système de notre étude. Les acteur·rices ont été identifiées, et nous avons étudié leurs perceptions sur la problématique et la façon dont ils ou elles se positionnaient dans le système. Ce système nous l'avons défini et mis en relation avec la problématique de la RAB. Nous avons ensuite travaillé avec ces acteur·rices pour identifier des stratégies et des solutions déjà mises en place et en construire de nouvelles.

Ainsi, plusieurs méthodes peuvent être mises en place, ne renvoyant pas uniquement à l'étape d'organisation d'ateliers. Comme décrit dans les deux méthodes citées, il s'agit d'un processus circulaire où les informations, productions sont remises en perspectives avec la réalité. Ainsi, les solutions et stratégies doivent de nouveau être confrontées aux données de terrain et aux acteur·ses par l'organisation de discussion sur ces solutions proposées.

## 4. Perspectives et pistes de réflexions

Dans la continuité du travail entrepris, des perspectives opérationnelles et de recherche à plus ou moins long terme pourraient être mises en place.

## 4.1. Perspectives opérationnelles

### 4.1.1. Diffusion des résultats

Dans un premier temps, comme pour toute étude, les résultats de ce travail doivent être transmis aux différents acteur·rices concerné·es (de Sardan, 2008). La restitution des résultats permet de donner un retour aux participant·es qui ont donné de leur temps et de leur énergie pour que ce travail voit le jour, pour les informer des résultats majeurs et leur implication, mais aussi pour valider les résultats, les compléter, modifier si besoin. Dans le cas particulier des ateliers de coconstruction, nous pouvons envisager une évaluation du processus participatif. En effet, un questionnaire avait été administré avant le premier atelier et après le dernier afin d'évaluer l'impact du processus participatif à très court terme sur les changements de perceptions. Un an après, nous pouvons nous poser la question de ce qui a changé entre les acteur·rices en terme de perception, de relations sociales et éventuellement de pratiques. Cela donnerait des éléments de réponse sur l'évaluation de l'impact des processus participatifs sur les participant·es ainsi que la réduction d'UAB.

La deuxième catégorie d'acteur·rices à prendre en compte lors de la restitution des résultats concerne les partenaires locaux ayant été impliqués dans ce travail. Il s'agit des personnes ayant participé à la conduite des études (protocole de recherche, collecte et analyse des données) mais aussi les instituts de recherches ayant accepté de répondre à nos questions. Nos résultats fournissent un socle de connaissance permettant la mise en place d'études futures sur UAB et RAB mais aussi sur l'étude des filières de production. De plus, nous pourrions également évaluer l'impact de notre recherche sur le renforcement de capacité, le développement de réseaux, de collaborations mais aussi de questionnements allant bien au-delà de ce travail.

Les pouvoirs publics représentent la troisième catégorie d'acteur·trices. En effet, nous avons formulé des recommandations pour la mise en place de nouvelles solutions mais également pour améliorer l'acceptabilité des solutions déjà mises en place. Comme nous l'avons vu au cours de nos entretiens, les données produites sont utiles par exemple dans le développement de nouvelles réglementations. Cependant, comme nous l'avons abordé l'enjeu est de pouvoir les diffuser aux décideur·ses politiques. Les résultats peuvent être transmis lors des réunions de restitution mais aussi par le biais d'une note d'orientation politique traduite en vietnamien et mise à disposition sur la plateforme OHP.

Ces travaux ont pris place au sein du projet Européen ROADMAP. Plusieurs études de cas sur des productions et des contextes différents ont donc été réalisées et des solutions différentes ont également émergé. Au cours de cette thèse, nous nous sommes attachées à diffuser nos résultats auprès des autres partenaires du projet lors des réunions annuelles mais aussi au cours des ateliers organisés par les responsables des *Workpackages* et la contribution aux rapports. Ces réunions ont été l'occasion de confronter nos résultats, de les mettre en perspective avec d'autres contextes, de nous inspirer et de réfléchir sur nos propres données. Ce travail est encore en cours puisque nous arrivons dans la dernière phase du projet.

Finalement, ces résultats peuvent être disséminés dans la communauté scientifique via la rédaction d'articles publiés dans des revues à portée internationale.

#### 4.1.2. Déploiement des stratégies pour améliorer les formations

Dans le cadre de la recherche Action (Faure et al., 2010) ou des Action Lab décrit dans le projet, l'objectif de ce travail est désormais, pour les acteur·rices du district de Phu Binh à Thai Nguyen de déployer les stratégies codéveloppées. Ce système a été développé sous la forme d'un plan d'action visant à améliorer la formation des éleveur·ses, vendeur·ses et consommateur·rices sur la biosécurité et les productions biologiques. Deux supports de formation ont été proposé : un format traditionnel sous forme d'ateliers pour les vendeur·ses et un autre via des vidéos diffusées sur les réseaux sociaux ou la télévision nationale pour les éleveur·ses et la société civile. L'organisation d'ateliers avec les vendeur·ses de la zone ayant pour but de transmettre des outils et des recommandations à ce groupe qui les répercute à son tour aux éleveur·ses.

La production de vidéos et leur diffusion s'apparente au projet des fermes modèles décrit par la FAO ainsi que par le gouvernement à l'échelle nationale (Tung et al., 2020). Néanmoins, ce projet n'existe pas auprès de fermes qui tendent vers une diminution des antibiotiques et vers l'élevage biologique. La réalisation de *livestream* pourrait ainsi être conduite dans des fermes volontaires et identifiée en accord avec les membres du gouvernement et les chaînes de télévision nationale et guidées par les participant·es des ateliers. Cela contribuerait à mettre en évidence auprès du grand public et des éleveur·ses l'existence d'autres modes de production et de montrer que ce système peut fonctionner afin de stimuler des changements de pratique. Le format vidéo est aussi un format utilisé de façon participative en ethnographie et pourrait s'accompagner dans le même temps d'un projet de recherche (Jones et al., 2022).

#### 4.1.3. Mise en place d'études d'intervention

Notre travail peut servir de référence dans le développement d'études d'intervention en collaboration avec des instituts de recherche vietnamiens et les acteur·rices opérant à l'échelle locale. Les études d'intervention permettent de mesurer un changement en situation réelle et d'apporter des preuves auprès des décideur·ses politiques.

Plusieurs études d'intervention ont été conduites au Viêt Nam dans le cadre de la recherche pour diminuer l'UAB. Le projet ViPARC présenté dans l'introduction a permis de montrer que fournir des conseils vétérinaires à des éleveur·ses permettait de réduire l'UAB (Carrique-Mas and Rushton, 2017; Phu et al., 2021). D'autres études moins longues dans le temps conduites par des universités vietnamiennes ou des instituts de recherche étrangers parfois en collaboration avec des compagnies privées produisant des alternatives sont également en place. Elles visent à évaluer l'impact de l'utilisation de probiotiques sur la mortalité et l'utilisation des AB dans les élevages (communication personnelle).

Nous pouvons ainsi proposer comme suite à ce travail, la mise en place d'études d'intervention afin de tester des solutions identifiées dans des élevages familiaux commerciaux en plein air dans le nord du Viêt

Nam en faisant intervenir des économistes de la santé, des chercheur·ses en sciences vétérinaires et élevage et des éleveur·ses. Ces études devront également prendre en compte les difficultés rencontrées par l'équipe du projet ViPARC (Phu et al., 2021) et des contraintes soulevées dans la revue conduite par la FAO sur les interventions en Asie du Sud-Est (Le Thi Thu and Truong Thi, 2022).

Tout d'abord, nous avons identifié un éleveur fabriquant ses propres probiotiques. Il a évalué une diminution de 30% de son utilisation d'AB en comparant avec un autre troupeau où il n'utilisait pas d'AB. Nous pouvons partir de cela et aller un peu plus loin en comparant plusieurs paramètres entre un troupeau utilisant des probiotiques selon son protocole et un autre contrôle. Les paramètres pouvant être mesurés sont : l'utilisation des antibiotiques, productivité et performance économique (Lhermie et al., 2022b). Une autre variable pouvant être testée serait aussi d'augmenter le prix de vente des poulets pour correspondre à celui vendu dans la coopérative.

Une autre étude pourrait être conduite selon les solutions mises en place par un autre éleveur pour améliorer ses conditions de biosécurité : celles-ci portaient principalement sur l'amélioration de la qualité de l'eau, propreté des distributeurs alimentaires, et prévention de l'introduction de germes pathogènes. A cela nous pourrions ajouter des mesures déjà utilisées : lavage des mains, changement de chaussures (Chauvin et al., 2005) et évaluer les mêmes paramètres que ceux décrits ci-dessus.

#### 4.1.4. Formulation de recommandations

Il est prévu de travailler à la rédaction d'une note d'orientation politique en collaboration avec des instituts de recherche vietnamiens lors des réunions de restitution. Cette note pourrait par la suite être partagée sur la plateforme OHP. Dans ce cadre nous pourrions aborder les facteurs influençant la mise en œuvre des réglementations pour diminuer l'utilisation des AB. Nous pouvons ainsi proposer une meilleure inclusion des acteur·rices opérant localement (vendeur·ses de médicaments et éleveur·ses) dans le développement des réglementations. Le sous département de santé animale pourrait aussi servir de relais d'informations sur la mise en place de ces réglementations et davantage communiquer sur les objectifs de ces changements. Nous pouvons proposer au département de production, d'inclure les coopératives dans le développement de filières orientées vers les productions biologiques. Mais aussi une meilleure adéquation avec les contraintes de terrain de la norme biologique ou de qualité. Nous pouvons aussi appuyer la nécessité de développer des formations en partenariat avec les acteur·rices opérant localement dans une volonté de diminuer l'UAB afin de les rendre plus proches des réalités de terrain et de promouvoir le développement de fermes modèles biologiques.

## 4.2. Pistes de recherches futures

Les résultats discutés précédemment ouvrent sur des perspectives de recherches futures intéressantes pour diminuer l'UAB dans les élevages en adoptant une approche transdisciplinaire.

- La réduction d'UAB dépend de facteurs socio-économiques, techniques et culturels. Nous avons montré que pour les éleveur·ses la réduction d'UAB était fortement liée à la production de « poulets de qualité » et à la nécessité d'être stable économiquement. Les consommateur·rices sont de plus en plus intéressé·es par ces produits de qualité mais continuent de favoriser l'achat de produits traditionnels. Les coopératives en produisant des poulets de races locales, plein air, traçables, avec une meilleure valorisation pour les éleveur·ses et tendant vers les productions biologiques en limitant l'UAB semblent répondre à la fois aux attentes des éleveur·ses et des consommateur·rices. Ce mode de production semble intéressant pour être dupliqué à plus grande échelle. Donc la question de recherche pourrait être d'évaluer la valeur ajoutée de ces coopératives dans la lutte contre la RAM et d'identifier les moyens pour que les éleveur·ses puissent adopter ce type de modèle de production. De plus, les consommateur·rices et le secteur privé de la distribution semblent avoir un rôle à jouer dans le développement de produits de qualité. Ainsi des projets devraient également évaluer l'influence de la société civile et du secteur privé (distribution de produits) sur le développement de filières de qualité et plus généralement sur les changements de pratique.
- Tous·tes les acteur·rices de la chaîne de distribution de poulets et du médicament vétérinaire ont un rôle à jouer dans les changements de pratique. Dans nos travaux, nous avons abordé les enjeux de la RAB à un niveau macro et micro. Il semblerait que le niveau méso soit incomplet au niveau de la chaîne de distribution du médicament vétérinaire. De plus, nous étudions et avons mis en évidence le rôle prépondérant des vendeur·ses de médicament et des vétérinaires dans les changements de pratique. Toutefois, ce système semble très dépendant de la vente d'AB. Des projets devraient être conduits afin de comprendre l'impact des réglementations sur la profession, les barrières et motivations des professionnel·les de la santé à changer de pratique ainsi que le rôle des multinationales et compagnies pharmaceutiques sur le sujet.
- Notre étude s'est limitée au secteur des productions animales. Par la suite, nos résultats laissent la place à la mise en place d'interventions *One Health* afin d'étudier les pratiques d'UAB et mener des actions au niveau des élevages, des pharmacies humaines et vétérinaires, des centres de santé au sein des communautés ainsi que pour la gestion des déchets tout en gardant une approche transdisciplinaire et en incluant le prisme du genre.

## Conclusion générale

Face à la nécessité de lutter contre la résistance aux antibiotiques, il est urgent de réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages. Des solutions adaptées au contexte local doivent être mises en place et pour que celles-ci soient efficaces, il est essentiel d'inclure les populations locales dans la formulation de solutions, en adoptant une démarche transdisciplinaire et participative. Cette thèse se place dans l'étude de cas du Viêt Nam, où le secteur agricole suit actuellement de grandes transformations. Les élevages tendent à s'intensifier, les habitudes alimentaires évoluent et de nouvelles réglementations pour lutter contre la RAB sont mises en place. L'objectif de ce travail était donc de codévelopper avec les acteur·rices impliqué·es des stratégies afin de réduire l'utilisation des antibiotiques dans les élevages de poulets au Viêt Nam.

Pour cela, nous avons identifié les acteur·rices devant être impliqué·es dans le codéveloppement de stratégies et étudié leur position vis-à-vis des changements de pratique. Ces changements nécessitent la mise en place de réglementations. Cependant nous avons identifié des barrières systémiques à leur mise en œuvre. Une meilleure mise en œuvre des réglementations nécessite l'implication d'acteur·rices locaux·les comme les éleveur·ses et les vendeur·ses de médicament. Nous avons donc étudié comment les acteur·rices opérant à l'échelle locale s'adaptent à ces évolutions et mis en évidence des facteurs sociaux, économiques et techniques influençant les changements de pratique. Nous avons ensuite mis en évidence des solutions locales pour réduire l'utilisation des AB. Les coopératives, en allégeant les contraintes économiques des éleveur·ses, en stimulant l'échange de connaissance et en apportant des solutions techniques, contribuent au développement d'une filière de qualité utilisant moins d'AB. L'identification des acteur·rices, l'étude du contexte socio-économique, culturel et politique, la mise en évidence de barrières systémiques aux changements et de solutions mises en place localement nous ont finalement conduites à organiser des ateliers de coconstruction de stratégies. Ainsi, les formations et la sensibilisation sur les productions biologiques et la biosécurité doivent être repensées pour être plus adaptées aux contraintes du terrain en développant de nouvelles formes de diffusion et l'inclusion d'une audience plus large.

Ce travail propose des solutions et des stratégies concrètes d'ordre technique mais aussi socio-économique pouvant être mises en place au Viêt Nam pour réduire l'utilisation d'AB. Par l'utilisation d'approches transdisciplinaires, participatives et systémiques, nous avons étudié les perceptions d'une vaste catégorie d'acteur·rices depuis les éleveur·ses, vendeur·ses de médicament jusqu'aux compagnies d'aliments et pharmaceutiques et le secteur de la distribution mais aussi les décideur·ses politiques et chercheur·ses. En développant des solutions à leurs propres problèmes, cette démarche permet d'en améliorer l'acceptabilité. Cette méthode a également permis de stimuler des collaborations entre les instituts de recherche vietnamiens et européens et promouvoir les approches transdisciplinaires. Cette approche a aussi favorisé le dialogue sciences-sociétés sur la problématique de la RAB et la diffusion d'informations au sein de la société civile. Dans une moindre mesure, nous espérons également avoir contribué au dialogue sciences-décideur·ses politiques. Ce travail peut être replacé dans le contexte mondial de la lutte contre la RAB. Le développement de ces solutions peut ainsi être mise en perspective avec d'autres contextes dans d'autres systèmes de productions et identifier des tendances pour réduire et promouvoir un changement vers une utilisation raisonnée en lien avec les autres études de cas du projet.

Afin de poursuivre l'engagement des acteur·rices, les stratégies identifiées pourraient être mises en place par le même groupe que lors des ateliers et des études d'intervention en collaboration avec d'autres instituts de recherches. Ces travaux ouvrent également la voie à d'autres perspectives de recherche afin de lutter contre la RAB au Viêt Nam. Nous pouvons ainsi explorer davantage le rôle de la société civile et du secteur privé sur le développement de coopératives et d'une filière de qualité. Nous pouvons aussi explorer davantage les barrières et motivations des vendeur·ses de médicaments en lien avec les compagnies pharmaceutiques. Finalement, notre étude ouvre la voie au développement d'étude d'interventions *One Health* au Viêt Nam en gardant une démarche transdisciplinaire, participative tout en incorporant le prisme du genre.





# Références bibliographiques

- Abrami, G., Allier, F., Arrault, S., Barnaud, C., Barreteau, O., Becu, N., Bommel, P., Bonté, B., Bousquet, F., Daré, W., Decourtye, A., Dionnet, M., Dray, A., Dumrongrojwathana, P., Étienne, M., Gajaseeni, N., Gourrat, M., Leteurtre, E., Manzano, P., Mathevet, R., Monteil, C., Gurung, T.R., Rougier, J.-E., Souchère, V., Trébuil, G., Venot, J.-P., Werdenberg, F., 2015. La modélisation d'accompagnement : partager des représentations, simuler des dynamiques, FormaSciences, FPN, INRA. ed, FormaSciences. INRA, Nantes.
- Adam, C.J.M., Fortané, N., Coviglio, A., Delesalle, L., Ducrot, C., Paul, M.C., 2019. Epidemiological assessment of the factors associated with antimicrobial use in French free-range broilers. *BMC Vet Res* 15, 219. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1970-1>
- Adam, C.J.M., Fortané, N., Ducrot, C., Paul, M.C., 2020. Transition Pathways Toward the Prudent Use of Antimicrobials: The Case of Free-Range Broiler Farmers in France. *Front. Vet. Sci.* 7, 548483. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.548483>
- Alders, R.G., Ali, S.N., Ameri, A.A., Bagnol, B., Cooper, T.L., Gozali, A., Hidayat, M.M., Rukambile, E., Wong, J.T., Catley, A., 2020. Participatory Epidemiology: Principles, Practice, Utility, and Lessons Learnt. *Frontiers in Veterinary Science* 7. <https://doi.org/doi:10.3389/fvets.2020.532763>
- Alders, R.G., Dumas, S.E., Rukambile, E., Magoke, G., Maulaga, W., Jong, J., Costa, R., 2018. Family poultry: Multiple roles, systems, challenges, and options for sustainable contributions to household nutrition security through a planetary health lens. *Matern Child Nutr* 14(S3), e12668. <https://doi.org/10.1111/mcn.12668>
- Alemayehu, T., Bruno, J., Getachew, F., Dessie, T., 2018. Socio-economic, marketing and gender aspects of village chicken production in the tropics: A review of literature (ILRI Project Report). International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya.
- Allepuz, A., Balogh, K. de, Aguanno, R., Heilmann, M., Beltran-Alcrudo, D., 2017. Review of Participatory Epidemiology Practices in Animal Health (1980-2015) and Future Practice Directions. *PLOS ONE* 12, e0169198. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169198>
- Alvarez, S., Jost, C., Schuetz, T., Förch, W., Schubert, C., Kristjanson, P.M., 2014. Lessons in Theory of Change from the Introductory Training on Theories of Change, Impact Pathways and Monitoring & Evaluation, CCSL Learning Brief N°10. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Copenhagen, Denmark.
- Alvarez, S., Timler, C.J., Michalscheck, M., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P., Andersson, J.A., Groot, J.C.J., 2018. Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological framework for farming system typology development. *PLoS One* 13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194757>
- Ambassade de France au Vietnam, 2022. Les relations économiques bilatérales [WWW Document]. La France au Vietnam. URL <https://vn.ambafrance.org/Les-relations-economiques-bilaterales> (consulté le 23.11.22).
- Ambassade de France au Vietnam. 2019. Aperçu des données relatives à l'élevage terrestre et aquacole et à l'alimentation animale au Vietnam 1–15. Note du service économique.
- Andersson, D.I., Hughes, D., 2011. Persistence of antibiotic resistance in bacterial populations. *FEMS Microbiology Reviews* 35, 901–911. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00289.x>
- ANSES, 2022. Limites maximales de résidus (LMR) de médicaments vétérinaires [WWW Document]. Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. URL <https://www.anses.fr/fr/content/limites-maximales-de-r%C3%A9sidus-lmr-de-m%C3%A9dicaments-v%C3%A9t%C3%A9rinaires> (consulté le 26.12.22).

- Aravindakshan, S., Krupnik, T.J., Groot, J.C.J., Speelman, E.N., Amjath- Babu, T.S., Tittonell, P., 2020. Multi-level socioecological drivers of agrarian change: Longitudinal evidence from mixed rice-livestock-aquaculture farming systems of Bangladesh. *Agricultural Systems* 177, 102695. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102695>
- Arsène, M.M.J., Davares, A.K.L., Viktorovna, P.I., Andreevna, S.L., Sarra, S., Khelifi, I., Sergueïevna, D.M., 2022. The public health issue of antibiotic residues in food and feed: Causes, consequences, and potential solutions. *Vet World* 15, 662–671. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.662-671>
- Asiimwe, B.B., Kiiru, J., Mshana, S.E., Neema, S., Keenan, K., Kesby, M., Mwanga, J.R., Sloan, D.J., Mmbaga, B.T., Smith, V.A., Gillespie, S.H., Lynch, A.G., Sandeman, A., Stelling, J., Elliott, A., Aanensen, D.M., Kibiki, G.E., Sabiiti, W., Holden, M.T.G., 2021. Protocol for an interdisciplinary cross-sectional study investigating the social, biological and community-level drivers of antimicrobial resistance (AMR): Holistic Approach to Unravel Antibacterial Resistance in East Africa (HATUA). *BMJ Open* 11, e041418. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041418>
- Assmuth, T., Chen, X., Degeling, C., Haahtela, T., Irvine, K.N., Keune, H., Kock, R., Rantala, S., Rüegg, S., Vikström, S., 2020. Integrative concepts and practices of health in transdisciplinary social ecology. *Socio Ecol Pract Res* 2, 71–90. <https://doi.org/10.1007/s42532-019-00038-y>
- Ayukekbong, J.A., Ntemgwa, M., Atabe, A.N., 2017. The threat of antimicrobial resistance in developing countries: causes and control strategies. *Antimicrob Resist Infect Control* 6, 47. <https://doi.org/10.1186/s13756-017-0208-x>
- Banque Mondiale, 2022a. Données Vietnam [WWW Document]. La Banque Mondiale - Données. URL <https://data.worldbank.org/country/vietnam> (consulté le 23.11.22).
- Banque Mondiale, 2022b. The World Bank In Vietnam - Overview [WWW Document]. La Banque Mondiale - Données. URL <https://www.worldbank.org/en/country/vietnam/overview> (consulté le 23.11.22).
- Banque Mondiale, 2017. Food safety risk management in Vietnam: Challenges and opportunities (Technical working paper). Banque Mondiale, Hanoi, Vietnam.
- Barnett, T., Pfeiffer, D.U., Ahasanul Hoque, Md., Giasuddin, M., Flora, M.S., Biswas, P.K., Debnath, N., Fournié, G., 2020. Practising co-production and interdisciplinarity: Challenges and implications for one health research. *Preventive Veterinary Medicine* 177, 104949. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104949>
- Bâtie, C., Ha, L.T.T., Loire, E., Truong, D.B., Tuan, H.M., Cuc, N.T.K., Paul, M., Goutard, F., 2022a. Characterisation of chicken farms in Vietnam: A typology of antimicrobial use among different production systems. *Preventive Veterinary Medicine* 208, 105731. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105731>
- Bâtie, C., Kassie, D., Randravatsilavo, D.N.R.M., Baril, L., Waret Szkuta, A., Goutard, F.L., 2020. Perception of Drug Vendors and Pig and Poultry Farmers of Imerintsiatosika, in Madagascar, Toward Risks Related to Antibiotic Usage: A Q-Method Approach. *Front. Vet. Sci.* 7, 490. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00490>
- Bâtie, C., Nguyen Van, D., Nguyen, K., Peyre, M., Nguyen, D.T., Vu Dinh, T., Goutard, F., 2022b. Understanding antimicrobial resistance policies implementation in Vietnam: a multilayer analysis of the veterinary drug value chain. Forthcoming.
- Baudoin, F., Hogeveen, H., Wauters, E., 2021. Reducing Antimicrobial Use and Dependence in Livestock Production Systems: A Social and Economic Sciences Perspective on an Interdisciplinary Approach. *Front. Vet. Sci.* 8, 584593. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.584593>
- Begemann, S., Watkins, F., Van Hoyweghen, I., Vivancos, R., Christley, R., Perkins, E., 2020. The Governance of UK Dairy Antibiotic Use: Industry-Led Policy in Action. *Front. Vet. Sci.* 7, 557. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00557>
- Bernardo, T.M., Bruce, M., Rushton, J., Shaw, A.P., Grace, D., Wieland, B., Herrero, M., Stone, M., Gilbert, W., Marsh, T.L., Pendell, D., Huntington, B., Bondad-Reantaso, M., Devleeschauwer, B., Havelaar, A., Mesenhowski, S., Pigott, D., Stacey, D., Torgerson, P., Watkins, K., 2021. Global

- Burden of Animal Diseases: a novel approach to understanding and managing disease in livestock and aquaculture. *Rev. Sci. Tech. OIE* 40, 567–584. <https://doi.org/10.20506/rst.40.2.3246>
- Biernacki, P., Waldorf, D., 1981. Snowball Sampling: Problems and Techniques of Chain Referral Sampling. *Sociological Methods & Research* 10, 141–163. <https://doi.org/10.1177/004912418101000205>
- Binot, A., Duboz, R., Promburom, P., Phimpraphai, W., Cappelle, J., Lajaunie, C., Goutard, F.L., Pinyopummintr, T., Figuié, M., Roger, F.L., 2015. A framework to promote collective action within the One Health community of practice: Using participatory modelling to enable interdisciplinary, cross-sectoral and multi-level integration. *One Health* 1, 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2015.09.001>
- Blundo Canto, G., Barret, D., Faure, G., Hainzelin, E., Monier, C., Triomphe, B., 2018. ImpresS ex ante. An approach for building ex ante impact pathways. *Cirad*. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00013>
- Blundo Canto, G., De Romemont, A., Hainzelin, E., Faure, G., Monier, C., Triomphe, B., Barret, D., Vall, E., 2020. ImpresS ex ante : démarche pour co-construire ex ante les chemins d’impact de la recherche pour le développement. Guide méthodologique ImpresS ex ante deuxième version. Cirad, Montpellier, France. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00142>
- Bokma, J., Dewulf, J., Deprez, P., Pardon, B., 2018. Risk factors for antimicrobial use in food-producing animals: disease prevention and socio-economic factors as the main drivers? *VDT* 87, 188–200. <https://doi.org/10.21825/vdt.v87i4.16066>
- Bordier, M., Binot, A., Pauchard, Q., Nguyen, D.T., Trung, T.N., Fortané, N., Goutard, F.L., 2018. Antibiotic resistance in Vietnam: moving towards a One Health surveillance system. *BMC Public Health* 18, 1136. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6022-4>
- Bordier, M., Goutard, F.L., Antoine-Moussiaux, N., Pham-Duc, P., Lailler, R., Binot, A., 2021. Engaging Stakeholders in the Design of One Health Surveillance Systems: A Participatory Approach. *Frontiers in Veterinary Science* 8, 646458. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.646458>
- Bordier, M., Uea-Anuwong, T., Binot, A., Hendriks, P., Goutard, F.L., 2020. Characteristics of One Health surveillance systems: A systematic literature review. *Preventive Veterinary Medicine* 181, 104560. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.10.005>
- Bouchot, A., 2019. Le Viêt Nam : miroir des défis environnementaux, sanitaires et alimentaires, in: *Le Déméter 2019, Hors collection*. IRIS éditions, pp. 69–90. <https://doi.org/10.3917/iris.abis.2019.01.0069>
- Bouchot Bordier, M., 2019. Comment mettre en oeuvre le concept One Health pour améliorer la surveillance des dangers sanitaires à l’interface homme-animal-environnement ? Université Paris-Est, Paris.
- Bourély, C., Fortané, N., Calavas, D., Leblond, A., Gay, É., 2018. Why do veterinarians ask for antimicrobial susceptibility testing? A qualitative study exploring determinants and evaluating the impact of antibiotic reduction policy. *Preventive Veterinary Medicine* 159, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.09.009>
- Bouron, J.-B., Carroué, H., Mathian, H., 2022. Représenter et découper le monde : dépasser la limite Nord-Sud pour penser les inégalités de richesse et le développement — Géoconfluences [WWW Document]. Géoconfluences. URL <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/inegalites/articles/decoupage-economique-mondial> (consulté le 14.12.22).
- Bronner, A., Hénaux, V., Fortané, N., Hendriks, P., Calavas, D., 2014. Why do farmers and veterinarians not report all bovine abortions, as requested by the clinical brucellosis surveillance system in France? *BMC Veterinary Research* 10, 93. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-93>
- Broom, A., Kenny, K., Prainsack, B., Broom, J., 2021. Antimicrobial resistance as a problem of values? Views from three continents. *Critical Public Health* 31, 451–463. <https://doi.org/10.1080/09581596.2020.1725444>

- Broom, J., Broom, A., Kirby, E., 2019. The drivers of antimicrobial use across institutions, stakeholders and economic settings: a paradigm shift is required for effective optimization. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 74, 2803–2809. <https://doi.org/10.1093/jac/dkz233>
- Brugha, R., 2000. Stakeholder analysis: a review. *Health Policy and Planning* 15, 239–246. <https://doi.org/10.1093/heapol/15.3.239>
- Brunton, L.A., Desbois, A.P., Garza, M., Wieland, B., Mohan, C.V., Häslner, B., Tam, C.C., Le, P.N.T., Phuong, N.T., Van, P.T., Nguyen-Viet, H., Eltholth, M.M., Pham, D.K., Duc, P.P., Linh, N.T., Rich, K.M., Mateus, A.L.P., Hoque, Md.A., Ahad, A., Khan, M.N.A., Adams, A., Guitian, J., 2019. Identifying hotspots for antibiotic resistance emergence and selection, and elucidating pathways to human exposure: Application of a systems-thinking approach to aquaculture systems. *Science of The Total Environment* 687, 1344–1356. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.134>
- Burgos, S., T. Hong Hanh, P., Roland-Holst, D., A. Burgos, S., 2007. Characterization of Poultry Production Systems in Vietnam. *International Journal of Poultry Science* 6, 709–712. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.709.712>
- Byg, A., Brown, K., Duckett, D., Enticott, G., Fortané, N., Hardy, C., O’Ma, K., 2020. Preliminary report on social science theoretical framework (No. Deliverable D2.1). ROADMAP-H2020.
- Calba, C., 2016. Etude des apports de l’épidémiologie participative à l’évaluation des systèmes de surveillance en santé animale. Université de Liège - Faculté de médecine vétérinaire, Liège.
- Calba, C., Antoine-Moussiaux, N., Charrier, F., Hendrikx, P., Saegerman, C., Peyre, M., Goutard, F.L., 2015. Applying participatory approaches in the evaluation of surveillance systems: A pilot study on African swine fever surveillance in Corsica. *Preventive Veterinary Medicine, Special Issue SVEPM 2015 Annual Conference of The Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine* 122, 389–398. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.10.001>
- Cañada, J.A., Sariola, S., Butcher, A., 2022. In critique of anthropocentrism: a more-than-human ethical framework for antimicrobial resistance. *Medical Humanities* 48, e16. <https://doi.org/10.1136/medhum-2021-012309>
- Carrique-Mas, J., Van Cuong, N., Truong, B.D., Phu, D.H., Phuc, T.M., Turner, H., Thwaites, G., Baker, S., 2019a. Affordability of antimicrobials for animals and humans in Vietnam: A call to revise pricing policies. *Int J Antimicrob Agents* 54, 269–270. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2019.05.009>
- Carrique-Mas, J., Van, N.T.B., Cuong, N.V., Truong, B.D., Kiet, B.T., Thanh, P.T.H., Lon, N.N., Giao, V.T.Q., Hien, V.B., Padungtod, P., Choisy, M., Setyawan, E., Rushton, J., Thwaites, G., 2019b. Mortality, disease and associated antimicrobial use in commercial small-scale chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. *Preventive Veterinary Medicine* 165, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.02.005>
- Carrique-Mas, J.J., Choisy, M., Van Cuong, N., Thwaites, G., Baker, S., 2020. An estimation of total antimicrobial usage in humans and animals in Vietnam. *Antimicrob Resist Infect Control* 9, 16. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0671-7>
- Carrique-Mas, J.J., Rushton, J., 2017. Integrated Interventions to Tackle Antimicrobial Usage in Animal Production Systems: The ViParc Project in Vietnam. *Front. Microbiol.* 8, 1062. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01062>
- Carrique-Mas, J.J., Trung, N.V., Hoa, N.T., Mai, H.H., Thanh, T.H., Campbell, J.I., Wagenaar, J.A., Hardon, A., Hieu, T.Q., Schultsz, C., 2015. Antimicrobial Usage in Chicken Production in the Mekong Delta of Vietnam. *Zoonoses Public Health* 62, 70–78. <https://doi.org/10.1111/zph.12165>
- Cassidy, A., 2018. Humans, other animals and “One Health” in the early twenty-first century, in: *Animals and the Shaping of Modern Medicine*. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64337-3>
- Castel, J.M., Madry, W., Gozdowski, D., Roszkowska-Madra, B., Dabrowski, M., Lupa, W., Mena, Y., 2010. Family dairy farms in the Podlasie province, Poland: farm typology according to farming system. *Span J Agric Res* 8, 946. <https://doi.org/10.5424/sjar/2010084-1390>

- Castleberry, A., Nolen, A., 2018. Thematic analysis of qualitative research data: Is it as easy as it sounds? *Currents in Pharmacy Teaching and Learning* 10, 807–815. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.03.019>
- Catley, A., Alders, R.G., Wood, J.L.N., 2012. Participatory epidemiology: Approaches, methods, experiences. *The Veterinary Journal* 191, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.03.010>
- Caudell, M.A., Dorado-Garcia, A., Eckford, S., Creese, C., Byarugaba, D.K., Afakye, K., Chansa-Kabali, T., Fasina, F.O., Kabali, E., Kiambi, S., Kimani, T., Mainda, G., Mangesho, P.E., Chimpangu, F., Dube, K., Kikimoto, B.B., Koka, E., Mugara, T., Rubegwa, B., Swiswa, S., 2020. Towards a bottom-up understanding of antimicrobial use and resistance on the farm: A knowledge, attitudes, and practices survey across livestock systems in five African countries. *PLOS ONE* 15, e0220274. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220274>
- Cesaro, J.-D., 2016. Une croissance sans limite ? Vers une nouvelle géographie de l'élevage au Vietnam. Université Paris Ouest Nanterre-La-Défense, Paris.
- Chambers, R., 1994. The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development* 22, 953–969. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90141-4](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90141-4)
- Chambers, R., 1992. Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory, IDS Discussion Paper. Institute of Development Studies, Brighton. Accessible sur <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/774>
- Chantre, E., Cerf, M., Le Bail, M., 2015. Transitional pathways towards input reduction on French field crop farms. *International Journal of Agricultural Sustainability* 13, 69–86. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.945316>
- Chantziaras, I., Boyen, F., Callens, B., Dewulf, J., 2014. Correlation between veterinary antimicrobial use and antimicrobial resistance in food-producing animals: a report on seven countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 69, 827–834. <https://doi.org/10.1093/jac/dkt443>
- Charani, E., Mendelson, M., Ashiru-Oredope, D., Hutchinson, E., Kaur, M., McKee, M., Mpundu, M., Price, J.R., Shafiq, N., Holmes, A., 2021. Navigating sociocultural disparities in relation to infection and antibiotic resistance—the need for an intersectional approach. *JAC Antimicrob Resist* 3, 1–7. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlab123>
- Chatterjee, A., Modarai, M., Naylor, N.R., Boyd, S.E., Atun, R., Barlow, J., Holmes, A.H., Johnson, A., Robotham, J.V., 2018. Quantifying drivers of antibiotic resistance in humans: a systematic review. *The Lancet Infectious Diseases* 18, e368–e378. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30296-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30296-2)
- Chauvin, C., Bouvarel, I., Belœil, P.-A., Orand, J.-P., Guillemot, D., Sanders, P., 2005. A pharmaco-epidemiological analysis of factors associated with antimicrobial consumption level in turkey broiler flocks. *Vet. Res.* 36, 199–211. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004064>
- Chea, B., Kong, S., Thim, S., Ban, N., Seng, S., Fernandez-Colorado, C., Kang, K., 2022. Knowledge, Attitudes, and Practices of Antimicrobial Use and Resistance among Livestock Producers in Cambodia. *OJAS* 12, 454–466. <https://doi.org/10.4236/ojas.2022.123034>
- Chenais, E., Fischer, K., 2021. Power, participation and interdisciplinary tensions: Introducing a special issue on methodological developments in participatory epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine* 196, 105490. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105490>
- Choisy, M., Van Cuong, N., Bao, T.D., Kiet, B.T., Hien, B.V., Thu, H.V., Chansiripornchai, N., Setyawan, E., Thwaites, G., Rushton, J., Carrique-Mas, J., 2019. Assessing antimicrobial misuse in small-scale chicken farms in Vietnam from an observational study. *BMC Veterinary Research* 15, 206. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1947-0>
- Chua, A.Q., Verma, M., Hsu, L.Y., Legido-Quigley, H., 2021. An analysis of national action plans on antimicrobial resistance in Southeast Asia using a governance framework approach. *Lancet Reg Health West Pac* 7, 100084. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2020.100084>
- Coates, A.R., Halls, G., Hu, Y., 2011. Novel classes of antibiotics or more of the same? *Br J Pharmacol* 163, 184–194. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2011.01250.x>

- Compagnone, C., Hellec, F., 2015. Farmers' Professional Dialogue Networks and Dynamics of Change: The Case of ICP and No-Tillage Adoption in Burgundy (France): Farmers' Professional Dialogue Networks. *Rural Sociol* 80, 248–273. <https://doi.org/10.1111/ruso.12058>
- Coyne, L., Benigno, C., Giang, V.N., Huong, L.Q., Kalpravidh, W., Padungtod, P., Patrick, I., Ngoc, P.T., Rushton, J., 2020a. Exploring the Socioeconomic Importance of Antimicrobial Use in the Small-Scale Pig Sector in Vietnam. *Antibiotics* 9, 299. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9060299>
- Coyne, L., Patrick, I., Arief, R., Benigno, C., Kalpravidh, W., McGrane, J., Schoonman, L., Harja Sukarno, A., Rushton, J., 2020b. The Costs, Benefits and Human Behaviours for Antimicrobial Use in Small Commercial Broiler Chicken Systems in Indonesia. *Antibiotics* 9. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9040154>
- Coyne, L.A., Pinchbeck, G.L., Williams, N.J., Smith, R.F., Dawson, S., Pearson, R.B., Latham, S.M., 2014. Understanding antimicrobial use and prescribing behaviours by pig veterinary surgeons and farmers: a qualitative study. *Veterinary Record* 175, 593–593. <https://doi.org/10.1136/vr.102686>
- Cuong, N.V., Kiet, B.T., Hien, V.B., Truong, B.D., Phu, D.H., Thwaites, G., Choisy, M., Carrique-Mas, J., 2021a. Antimicrobial use through consumption of medicated feeds in chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam: A three-year study before a ban on antimicrobial growth promoters. *PLoS ONE* 16, e0250082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250082>
- Cuong, N.V., Ly, N.P.C., Van, N.T.B., Phu, D.H., Kiet, B.T., Hien, V.B., Padungtod, P., Thwaites, G., Choisy, M., Carrique-Mas, J., 2021b. Feasibility study of a field survey to measure antimicrobial usage in humans and animals in the Mekong Delta region of Vietnam. *JAC-Antimicrobial Resistance* 3. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlab107>
- Cuong, N.V., Phu, D.H., Van, N.T.B., Dinh Truong, B., Kiet, B.T., Hien, B.V., Thu, H.T.V., Choisy, M., Padungtod, P., Thwaites, G., Carrique-Mas, J., 2019. High-Resolution Monitoring of Antimicrobial Consumption in Vietnamese Small-Scale Chicken Farms Highlights Discrepancies Between Study Metrics. *Front. Vet. Sci.* 6, 174. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00174>
- Dar, O. a., Hasan, R., Schlundt, J., Harbarth, S., Caleo, G., Dar, F.K., Littmann, J., Rweyemamu, M., Buckley, E.J., Shahid, M., Kock, R., Li, H.L., Giha, H., Khan, M., So, A.D., Bindayna, K.M., Kessel, A., Pedersen, H.B., Permanand, G., Zumla, A., Røttingen, J.A., Heymann, D.L., 2016. Exploring the evidence base for national and regional policy interventions to combat resistance. *The Lancet* 387, 285–295. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00520-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00520-6)
- de Lima Hutchison, C., Knight, G., Stabler, R., Chandler, C., 2018. The modern era must end: antibiotic resistance helps us rethink medicine and farming [WWW Document]. *The BMJ opinion*. URL <https://blogs.bmj.com/bmj/2018/07/11/the-modern-era-must-end-antibiotic-resistance-helps-us-rethink-medicine-and-farming/> (consulté le 01.12.22).
- de Sardan, J.-P.O., 2008. La rigueur du qualitatif. Les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique, Bruylant-Academia. ed, Anthropologie prospective. Louvain-la-neuve.
- de Tréglodé, B., 2018. Histoire du Viêt Nam de la colonisation à nos jours, Editions de la Sorbonne. ed, Libres cours. Paris, France.
- Delabougliise, A., 2015. Les enjeux territoriaux de la surveillance de la santé animale : le cas de l'influenza aviaire hautement pathogène au Viet Nam et en Thaïlande. Paris Ouest Nanterre La Défense, Paris.
- Delabougliise, A., Choisy, M., Phan, T.D., Antoine-Moussiaux, N., Peyre, M., Vu, T.D., Pfeiffer, D.U., Fournié, G., 2017. Economic factors influencing zoonotic disease dynamics: demand for poultry meat and seasonal transmission of avian influenza in Vietnam. *Sci Rep* 7, 5905. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06244-6>
- Delpont, M., Blondel, V., Robertet, L., Duret, H., Guerin, J., Vaillancourt, J.-P., Paul, M.C., 2018. Biosecurity practices on foie gras duck farms, Southwest France. *Preventive Veterinary Medicine* 11. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.012>
- Desvaux, S., Vu Dinh, T., Phan Dang, T., Pham Thi Thanh, H., 2008a. A general review and a description of poultry production system in Vietnam, Agricultural publishing house. PRISE. Research consortium on risks associated with livestock intensification.

- Desvaux, S., Vu Dinh, T., Phan Dang, T., Pham Thi Thanh, H., 2008b. Research consortium on risks associated with livestock intensification. Agricultural Publishing House, Hanoi.
- DGAL, 2017. Ecoantibio. Réduire l'utilisation des antibiotiques vétérinaires. Direction générale de l'alimentation, Paris. Accessible sur <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2022>
- Di, K.N., Pham, D.T., Tee, T.S., Binh, Q.A., Nguyen, T.C., 2021. Antibiotic usage and resistance in animal production in Vietnam: a review of existing literature. *Trop Anim Health Prod* 53, 340. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02780-6>
- Doan Hoang, P., Vu Thi Quynh, G., Truong, D.B., Nguyen Van, C., Bach Tuan, K., Vo Be, H., Thwaites, G., Rushton, J., Carrique-Mas, J., 2019. Veterinary Drug Shops as Main Sources of Supply and Advice on Antimicrobials for Animal Use in the Mekong Delta of Vietnam. *Antibiotics* 8, 195. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040195>
- Duc, N.V., Long, T., 2008. Poultry production system in Vietnam (No. GCP/RAS/228/GER Working Paper No. 4). FAO, Rome.
- Ducrot, C., Adam, C., Beaugrand, F., Belloc, C., Bluhm, J., Chauvin, C., Cholton, M., Collineau, L., Faisnel, J., Fortané, N., Hellec, F., Hémonic, A., Joly, N., Lhermie, G., Magne, M.-A., Paul, M., Poizat, A., Raboisson, D., Rousset, N., 2019. Apport de la sociologie à l'étude de la réduction d'usage des antibiotiques. *INRA Prod. Anim.* 31, 307–324. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.4.2395>
- Ducrot, C., Guénin, M.-J., Hemonic, A., Rousset, N., Carre, Y., Facon, C., Le Coz, P., Marguerie, J., Petiot, J.-M., Jarnoux, M., Leblanc-Maridor, M., Paul, M., Molia, S., Belloc, C., 2022. Towards a Better Use of Antimicrobials on Farms: Insights from a Participatory Approach in the French Pig and Poultry Sectors. *Antibiotics* 11, 1370. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101370>
- Ducrot, C., Hobeika, A., Lienhardt, C., Wieland, B., Dehays, C., Delabougliuse, A., Bordier, M., Goutard, F., Patel, E., Figuié, M., Peyre, M., Moodley, A., Roger, F., 2021. Antimicrobial Resistance in Africa—How to Relieve the Burden on Family Farmers. *Emerging Infectious Diseases* 27. <https://doi.org/10.3201/eid2710.210076>
- Dumas, S.E., Maranga, A., Mbullo, P., Collins, S., Wekesa, P., Onono, M., Young, S.L., 2018. “Men Are in Front at Eating Time, but Not When It Comes to Rearing the Chicken”: Unpacking the Gendered Benefits and Costs of Livestock Ownership in Kenya. *Food Nutr Bull* 39, 3–27. <https://doi.org/10.1177/0379572117737428>
- Dung, N.T.T., Truong, B.D., Cuong, N.V., Van, N.T.B., Phu, D.H., Kiet, B.T., Rueanghiran, C., Hien, V.B., Thwaites, G., Rushton, J., Carrique-Mas, J., 2020. A survey of retail prices of antimicrobial products used in small-scale chicken farms in the Mekong Delta of Vietnam. *Global Health* 16, 8. <https://doi.org/10.1186/s12992-019-0539-x>
- Dupont, N., Diness, L.H., Fertner, M., Kristensen, C.S., Stege, H., 2017. Antimicrobial reduction measures applied in Danish pig herds following the introduction of the “Yellow Card” antimicrobial scheme. *Preventive Veterinary Medicine* 138, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.12.019>
- Eltayb, A., Barakat, S., Marrone, G., Shaddad, S., Stålsby Lundborg, C., 2012. Antibiotic Use and Resistance in Animal Farming: A Quantitative and Qualitative Study on Knowledge and Practices among Farmers in Khartoum, Sudan. *Zoonoses and Public Health* 59, 330–338. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2012.01458.x>
- Étienne, M., 2009. Co-construction d'un modèle d'accompagnement selon la méthode ARDI : guide méthodologique.
- European Commission, 2022. EU-Vietnam Trade Agreement and Investment Protection Agreement [WWW Document]. European Union. URL [https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/vietnam/eu-vietnam-agreement\\_en](https://policy.trade.ec.europa.eu/eu-trade-relationships-country-and-region/countries-and-regions/vietnam/eu-vietnam-agreement_en) (consulté le 23.11.22).
- FAO, 2021. The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2021–2025. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cb5545en>

- FAO, 2018. World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals (No. CC BY-NC-SA 3.0 IGO). Food and Agriculture Organization, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca1201en>
- Faure, G., Gasselin, P., Trimpe, B., Temple, L., Hocdé, H., 2010. Innover avec les acteurs du monde rural : la recherche-action en partenariat, Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux. ed, *Agricultures tropicales en poche*. Versailles.
- Figuié, M., Bricas, N., 2014. Faire ses courses au Vietnam aujourd'hui : quand les supermarchés touchent aux sens. *Anthropology of food, Articles Varia*. <https://doi.org/10.4000/aof.7445>
- Figuié, M., Moustier, P., 2009. Market appeal in an emerging economy: Supermarkets and poor consumers in Vietnam. *Food Policy* 34, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.10.012>
- Figuié, M., Pham, A.T., Moustier, P., 2013. Grippe aviaire dans la filière. La réorganisation du secteur agro-industriel au Vietnam. *Revue d'Études en Agriculture et Environnement* 94, 397–420. <https://doi.org/10.4074/S1966960713014021>
- Fischer, K., Chenais, E., 2019. What's in a name: Participatory epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine* 165, 34–35. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.01.009>
- Fortané, N., Bonnet-Beaugrand, F., Hémonic, A., Samedi, C., Savy, A., Belloc, C., 2015. Learning Processes and Trajectories for the Reduction of Antibiotic Use in Pig Farming: A Qualitative Approach. *Antibiotics* 4, 435–454. <https://doi.org/10.3390/antibiotics4040435>
- Frost, I., Van Boeckel, T.P., Pires, J., Craig, J., Laxminarayan, R., 2019. Global geographic trends in antimicrobial resistance: the role of international travel. *Journal of Travel Medicine* 26, 1–13. <https://doi.org/10.1093/jtm/taz036>
- Garforth, C., 2015. Livestock Keepers' Reasons for Doing and Not Doing Things Which Governments, Vets and Scientists Would Like Them to Do. *Zoonoses Public Health* 62, 29–38. <https://doi.org/10.1111/zph.12189>
- Geels, F.W., 2005. Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and technical analysis, Edward Elgar. ed. cheltenham, UK.
- Geels, F.W., Schot, J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Godakandage, S.S.P., Senarath, U., Jayawickrama, H.S., Siriwardena, I., Wickramasinghe, S.W.A.D.A., Arumapperuma, P., Ihalagama, S., Nimalan, S., Archchuna, R., Umesh, C., Uddin, S., Thow, A.M., 2017. Policy and stakeholder analysis of infant and young child feeding programmes in Sri Lanka. *BMC Public Health* 17. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4342-4>
- Goldberg, J., Clezy, K., Jasovský, D., Uyen-Cateriano, A., 2022. Leaving no one behind: the need for a truly global response to antimicrobial resistance. *The Lancet Microbe* 3, e2–e3. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(21\)00303-7](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(21)00303-7)
- Goutard, F.L., Bordier, M., Calba, C., Erlacher-Vindel, E., Góchez, D., de Balogh, K., Benigno, C., Kalpravidh, W., Roger, F., Vong, S., 2017. Antimicrobial policy interventions in food animal production in South East Asia. *BMJ* j3544. <https://doi.org/10.1136/bmj.j3544>
- Government of the Socialist Republic of Vietnam, 2020. Decree detailing a number of articles of the Law on Animal Husbandry. Decree 13/2020/ND-CP. Accessible sur <https://english.luatvietnam.vn/decreed-no-13-2020-nd-cp-dated-january-21-2020-of-the-government-on-detailing-a-number-of-articles-of-the-law-on-animal-husbandry-180147-Doc1.html>
- Graveland, H., Wagenaar, J.A., Bergs, K., Heesterbeek, H., Heederik, D., 2011. Persistence of Livestock Associated MRSA CC398 in Humans Is Dependent on Intensity of Animal Contact. *PLOS ONE* 6, e16830. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016830>
- GSOV, 2022. Agriculture, Forestry and Fishery [WWW Document]. General Statistics Office of Vietnam. URL <https://www.gso.gov.vn/en/agriculture-forestry-and-fishery/> (consulté le 06.01.23).
- GSOV, 2021a. Statistical yearbook of Viet Nam 2021, General Statistics Office in Vietnam. ed. Agricultural Publishing House, Hanoi, Vietnam.

- GSOV, 2021b. Result of mid-term rural and agricultural survey 2020. General Statistique Office of Vietnam, Hanoi, Vietnam.
- GSOV, 2020a. Livestock production Vietnam. Specialized information on livestock announcements (In Vietnamese). [WWW Document]. URL <http://channuoivietnam.com/thong-ke-chan-nuoi/tk-chan-nuoi/> (consulté le 06.07.22).
- GSOV, 2020b. Statistical Yearbook of Vietnam 2020, General Statistics Office in Vietnam. ed. Statistical Publishing House, Hanoi, Vietnam.
- GSOV, 2016. Results of the rural, agricultural and fishery census 2016. General Statistics Office of Vietnam, Hanoi.
- Guenin, M.-J., Belloc, C., Ducrot, C., Romémont, A. de, Peyre, M., Molia, S., 2022. A participatory approach for building ex ante impact pathways towards a prudent use of antimicrobials in pig and poultry sectors in France. *PLOS ONE* 17, e0277487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277487>
- Guest, G., Bunce, A., Johnson, L., 2006. How Many Interviews Are Enough?: An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods* 18, 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Hanh, P.T.H., Burgos, S., Roland-Holst, D., 2007. The Poultry Sector in Viet Nam: Prospects for Smallholder Producers in the Aftermath of the HPAI Crisis (No. RR Nr. 07-10). Pro-Poor Livestock Policy Initiative A Living from Livestock Research Report.
- Harbarth, S., Balkhy, H.H., Goossens, H., Jarlier, V., Kluytmans, J., Laxminarayan, R., Saam, M., Van Belkum, A., Pittet, D., for the World Healthcare-Associated Infections Resistance Forum participants, 2015. Antimicrobial resistance: one world, one fight! *Antimicrob Resist Infect Control* 4, 49. <https://doi.org/10.1186/s13756-015-0091-2>
- Harpert, C., 2022. L'antibiorésistance sous le microscope des sciences humaines et sociales. Exemple de l'ethnomédecine, une science plurielle en pratique pour questionner le fait AMR, in: *L'antibiorésistance. Un Fait Social Total, Synthèses*. Versailles.
- Hassenforder, E., Dray, A., Daré, W., 2020. Manuel d'observation des jeux sérieux. ComMod; CIRAD, Montpellier, France. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00113>
- Hassenforder, E., Ferrand, N., 2021. Évaluer une démarche participative: *Sciences Eaux & Territoires* N° 35, 90–95. <https://doi.org/10.3917/set.035.0090>
- Hassenforder, E., Smajgl, A., Ward, J., 2015. Towards understanding participatory processes: Framework, application and results. *Journal of Environmental Management* 157, 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.012>
- Hautefeuille, C., 2021. Evaluation de l'efficacité des stratégies de vaccination contre l'influenza aviaire dans les réseaux de production de volailles en lien avec les mobilités humaines, matérielles et animales. Université de Montpellier, Montpellier, France.
- Hiên Do, B., 2021. Idées reçues sur le Viêt Nam, Le cavalier bleu. ed, Idées reçues. Paris.
- Hobeika, A., Figuié, M., 2022. Le médicament : du principe thérapeutique à l'écologie des molécules, in: *Sortir Des Crises. One Health En Pratiques*. Versailles, pp. 87–92.
- Hoelzer, K., Wong, N., Thomas, J., Talkington, K., Jungman, E., Coukell, A., 2017. Antimicrobial drug use in food-producing animals and associated human health risks: what, and how strong, is the evidence? *BMC Vet Res* 13. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1131-3>
- Hoffmann, V., Moser, C., Saak, A., 2019. Food safety in low and middle-income countries: The evidence through an economic lens. *World Development* 123, 104611. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104611>
- Holmes, A.H., Moore, L.S.P., Sundsfjord, A., Steinbakk, M., Regmi, S., Karkey, A., Guerin, P.J., Piddock, L.J.V., 2016. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet* 387, 176–187. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00473-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00473-0)
- Hughes, A., Roe, E., Hocknell, S., 2021. Food supply chains and the antimicrobial resistance challenge: On the framing, accomplishments and limitations of corporate responsibility. *Environ Plan A* 53, 1373–1390. <https://doi.org/10.1177/0308518X211015255>

- Huong, L.Q., Hang, T.T.T., Ngoc, P.T., Tuat, C.V., Erickson, V.I., Padungtod, P., 2020. Pilot Monitoring of Antimicrobial Residues in Chicken and Pork in Vietnam. *Journal of Food Protection* 83, 1701–1706. <https://doi.org/10.4315/JFP-20-111>
- Husson, F., Josse, J., Le, S., Mazet, J., 2020. FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining. Accessible sur <https://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR>
- Husson, F., Le, S., Pagès, J., 2017. *Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R*, Second edition. ed. Chapman & Hall/CRC, New York.
- Hutchings, M.I., Truman, A.W., Wilkinson, B., 2019. Antibiotics: past, present and future. *Current Opinion in Microbiology, Antimicrobials* 51, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>
- Hutchinson, E., 2017. Governing antimicrobial resistance: wickedness, competing interpretations and the quest for global norms (Global health centre working paper No. 14). The Graduate Institute of International and Development Studies, Geneva.
- Iskandar, K., Molinier, L., Hallit, S., Sartelli, M., Catena, F., Coccolini, F., Craig Hardcastle, T., Roques, C., Salameh, P., 2020. Drivers of Antibiotic Resistance Transmission in Low- and Middle-Income Countries from a “One Health” Perspective—A Review. *Antibiotics* 9, 372. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9070372>
- Jaime, G., Hobeika, A., Figuié, M., 2022. Access to Veterinary Drugs in Sub-Saharan Africa: Roadblocks and Current Solutions. *Front. Vet. Sci.* 8, 558973. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.558973>
- Jamrozik, E., Selgelid, M. (Eds.), 2020. *Ethics and Drug Resistance: Collective Responsibility for Global Public Health, Public Health Ethics Analysis*. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-27874-8>
- J.D. Cesaro, G. Duteurtre, Nguyen Mai Huong, 2019. Atlas de la transition de l'élevage au Vietnam (1986-2016). IPSARD-CIRAD.
- Johnston, D., Stevano, S., Malapit, H.J., Hull, E., Kadiyala, S., 2018. Review: Time Use as an Explanation for the Agri-Nutrition Disconnect: Evidence from Rural Areas in Low and Middle-Income Countries. *Food Policy* 76, 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.12.011>
- Jones, K.E., Patel, N.G., Levy, M.A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J.L., Daszak, P., 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451, 990–993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>
- Jones, N., Mitchell, J., Cooke, P., Baral, S., Arjyal, A., Shrestha, A., King, R., 2022. Gender and Antimicrobial Resistance: What Can We Learn From Applying a Gendered Lens to Data Analysis Using a Participatory Arts Case Study? *Front. Glob. Womens Health* 3, 745862. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2022.745862>
- Jost, C.C., Mariner, J.C., Roeder, P.L., Sawitri, E., Macgregor-Skinner, G.J., 2007. Participatory epidemiology in disease surveillance and research. *Revue scientifique et technique. International Office of Epizootics* 26, 537–547. Accessible sur <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18293603/>
- Kakkar, M., Chatterjee, P., Chauhan, A.S., Grace, D., Lindahl, J., Beeche, A., Jing, F., Chotinan, S., 2018. Antimicrobial resistance in South East Asia: time to ask the right questions. *Glob Health Action* 11. <https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1483637>
- Kassambara, A., Mundt, F., 2020. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. Accessible sur <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Kelesidis, T., Falagas, M.E., 2015. Substandard/Counterfeit Antimicrobial Drugs. *Clinical Microbiology Reviews* 28, 443–464. <https://doi.org/10.1128/CMR.00072-14>
- Khokhar, T., Serajuddin, U., 2015. Should we continue to use the term “developing world”? [WWW Document]. World Bank Blogs. URL <https://blogs.worldbank.org/opendata/should-we-continue-use-term-developing-world> (consulté le 06.01.23).
- Kim, D.P., Saegerman, C., Douny, C., Ton, V., Xuan, B.H., Dang Vu, B., 2013. First survey on the use of antibiotics in pig and poultry production in the Red River Delta region of Vietnam. *Food Pub Health* 3(5), 247–256. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20130305.03>
- Kirchhelle, C., Atkinson, P., Broom, A., Chuengsatiansup, K., Ferreira, J.P., Fortané, N., Frost, I., Gradmann, C., Hinchliffe, S., Hoffman, S.J., Lezaun, J., Nayiga, S., Outtersson, K., Podolsky, S.H., Raymond, S., Roberts, A.P., Singer, A.C., So, A.D., Sringeriyuang, L., Tayler, E., Rogers Van

- Katwyk, S., Chandler, C.I.R., 2020. Setting the standard: multidisciplinary hallmarks for structural, equitable and tracked antibiotic policy. *BMJ Glob Health* 5. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-003091>
- Klein, E.Y., Van Boeckel, T.P., Martinez, E.M., Pant, S., Gandra, S., Levin, S.A., Goossens, H., Laxminarayan, R., 2018. Global increase and geographic convergence in antibiotic consumption between 2000 and 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, E3463–E3470. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717295115>
- Kramer, T., Jansen, L.E., Lipman, L.J.A., Smit, L.A.M., Heederik, D.J.J., Dorado-García, A., 2017. Farmers' knowledge and expectations of antimicrobial use and resistance are strongly related to usage in Dutch livestock sectors. *Preventive Veterinary Medicine* 147, 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.08.023>
- Krockow, E.M., Colman, A.M., Chattoe-Brown, E., Jenkins, D.R., Perera, N., Mehtar, S., Tarrant, C., 2019. Balancing the risks to individual and society: a systematic review and synthesis of qualitative research on antibiotic prescribing behaviour in hospitals. *Journal of Hospital Infection* 101, 428–439. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2018.08.007>
- Kuivanen, K.S., Michalscheck, M., Descheemaeker, K., Adjei-Nsiah, S., Mellon-Bedi, S., Groot, J.C.J., Alvarez, S., 2016. A comparison of statistical and participatory clustering of smallholder farming systems – A case study in Northern Ghana. *Journal of Rural Studies* 45, 184–198. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.03.015>
- Laanen, M., Persoons, D., Ribbens, S., de Jong, E., Callens, B., Strubbe, M., Maes, D., Dewulf, J., 2013. Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds. *The Veterinary Journal* 198, 508–512. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.08.029>
- Lainé, N., 2022. Anthropologie des savoirs humains et non humains et recherches One Health, in: *Sortir Des Crises. One Health En Pratiques*. Versailles, pp. 52–59.
- Lamine, C., 2011. Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies* 27, 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.02.001>
- Laxminarayan, R., Matsoso, P., Pant, S., Brower, C., Røttingen, J.-A., Klugman, K., Davies, S., 2016. Access to effective antimicrobials: a worldwide challenge. *The Lancet* 387, 168–175. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00474-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00474-2)
- Le Minor, O., 2011. L'Asie du Sud-Est, un foyer pandémique? le médicament vétérinaire en question, *Carnet de l'Irasec Observatory series*. IRASEC, Bangkok.
- Le Thi Thu, H., Rueanghiran, C., Nguyen Thi Huong, G., Doan Phuong, T., Doan Hoang, P., Tuan Kiet, B., Vo Be, H., Le Thi, H., Padungtod, P., Truong, B.D., Carrique-Mas, J.J., 2021. Antimicrobial Usage Surveillance Through Sales at Veterinary Drug Shops Intended for Livestock in Vietnam. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, 784500. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.784500>
- Le Thi Thu, H., Truong Thi, D., 2022. Literature review and stakeholder mapping on antimicrobial stewardship and infection prevention and control in Asia for the swine, poultry and aquaculture sectors (No. No. LOA/RAP/2021/31– OSRO/RAS/003/USA). CIRAD, FAO.
- Lhermie, G., Ndiaye, Y., Rushton, J., Raboisson, D., 2022a. Economic evaluation of antimicrobial use practices in animal agriculture: a case of poultry farming. *JAC-Antimicrobial Resistance* 4, dlac119. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlac119>
- Lhermie, G., Ndiaye, Y., Rushton, J., Raboisson, D., 2022b. Economic evaluation of antimicrobial use practices in animal agriculture: a case of poultry farming. *JAC-Antimicrobial Resistance* 4, dlac119. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlac119>
- Lhermie, G., Raboisson, D., 2022. Economie du One Health : enjeux territorialisés, maladies infectieuses globalisées, in: *Sortir Des Crises. One Health En Pratiques*. Versailles, pp. 130–109.
- Lutz, J., Smetschka, B., Grima, N., 2017. Farmer Cooperation as a Means for Creating Local Food Systems—Potentials and Challenges. *Sustainability* 9, 925. <https://doi.org/10.3390/su9060925>

- Luu, Q.H., Nguyen, T.L.A., Pham, T.N., Vo, N.G., Padungtod, P., 2021. Antimicrobial use in household, semi-industrialized, and industrialized pig and poultry farms in Viet Nam. *Preventive Veterinary Medicine* 189, 105292. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105292>
- MAAF, 2017. Plan national de réduction des risques d'antibiorésistance en médecine vétérinaire 2017-2021, Eocantibio 2. Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt, Paris. Accessible sur <https://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecoantibio-2-2017-2022>
- Magouras, I., Carmo, L.P., Stärk, K.D.C., Schüpbach-Regula, G., 2017. Antimicrobial Usage and -Resistance in Livestock: Where Should We Focus? *Frontiers in Veterinary Science* 4. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00148>
- MARD, 2021. The National Action Plan on Preventing and Combating Antibiotic resistance in the Agricultural Sector for the period 2021-2025 (In Vietnamese), Decision 3609/QĐ-BNN-TY. Accessible sur [http://nhachannuoi.vn/wp-content/uploads/2021/09/210901\\_QD\\_BNN\\_3609\\_KHQG-AMR-2021-2025-da-nen.pdf](http://nhachannuoi.vn/wp-content/uploads/2021/09/210901_QD_BNN_3609_KHQG-AMR-2021-2025-da-nen.pdf)
- MARD, 2020. Circular on management of veterinary drugs containing narcotic substances and precursors and veterinary prescription., Circular 2/2020/TT-BNNPTNT. Accessible sur <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Linh-vuc-khac/Circular-12-2020-TT-BNNPTNT-management-of-veterinary-drugs-containing-narcotic-substances-and-precursors-459279.aspx>
- MARD, 2019. Circular detailing a number of articles of the government's decree n°109/20, Circular 16/2019/TT -BNN PTNT.
- MARD, 2017. The National Action Plan for Management of Antibiotic Use and Control of Antibiotic Resistance in Livestock Production and Aquaculture during the period of 2017-2020, Decision 2625/QĐ-BNN-TY.
- MARD, 2015. Issuing the procedure of Good Animal Husbandry Practices (VietGAHP), Decision 4653/QĐ-BNN-CN. Accessible sur [http://www.vietgap.com/huong-dan-ap-dung/1047\\_5490/quyet-dinh-so-4653qd-bnn-cn-ban-hanh-08-quy-trinh-thuc-hanh-chan-nuoi-tot-vietgahp-cho-bosua-bo-thit-de-sua-de-thit-lon-ga-ngan-vit-va-ong.html](http://www.vietgap.com/huong-dan-ap-dung/1047_5490/quyet-dinh-so-4653qd-bnn-cn-ban-hanh-08-quy-trinh-thuc-hanh-chan-nuoi-tot-vietgahp-cho-bosua-bo-thit-de-sua-de-thit-lon-ga-ngan-vit-va-ong.html).
- Mariner, J.C., Hendrickx, S., Pfeiffer, D.U., Costard, S., Knopf, L., Okuthe, S., Chibeu, D., Parmley, J., Musereno, M., Pisang, C., Zingeser, J., Bones, B.A., Ali, S.N., Bett, B., McLAWS, M., Unger, F., Araba, A., Mehta, P., Cost, C.C., 2011. Integration of participatory approaches into surveillance systems. *Rev. Sci. Tech. OIE* 30, 653–659. <https://doi.org/10.20506/rst.30.3.2065>
- Mariner, J.C., Paskin, R., 2000. *Manual on Participatory Epidemiology, Methods for the Collection of Action-Oriented Epidemiological Intelligence*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Marshall, B.M., Levy, S.B., 2011. Food Animals and Antimicrobials: Impacts on Human Health. *Clinical Microbiology Reviews* 24, 718–733. <https://doi.org/10.1128/CMR.00002-11>
- Mayers, J., 2005. Stakeholder power analysis, *Power Tools*. International Institute for Environment and Development.
- Mayne, J., 2015. Useful Theory of Change Models. *CJPE* 30, 119–142. <https://doi.org/10.3138/cjpe.230>
- McEwen, S.A., Collignon, P.J., 2018a. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiology Spectrum* 6, 6.2.10. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017>
- McEwen, S.A., Collignon, P.J., 2018b. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiol Spectr* 6, 6.2.10. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017>
- McKinn, S., Trinh, D.H., Drabarek, D., Trieu, T.T., Nguyen, P.T.L., Cao, T.H., Dang, A.D., Nguyen, T.A., Fox, G.J., Bernays, S., 2021. Drivers of antibiotic use in Vietnam: implications for designing community interventions. *BMJ Glob Health* 6, e005875. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2021-005875>
- Millet, S., Maertens, L., 2011. The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: From challenges to opportunities. *The Veterinary Journal* 187, 143–144. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.05.001>
- Min, B., Allen-Scott, L.K., Buntain, B., 2013. Transdisciplinary research for complex One Health issues: A scoping review of key concepts. *Preventive Veterinary Medicine* 112, 222–229. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.09.010>

- Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2018. Les politiques agricoles à travers le monde : Vietnam [WWW Document]. Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. URL <https://agriculture.gouv.fr/vietnam> (consulté le 23.11.22).
- Ministry Of Health, 2013a. Circular on the promulgation of the regulation on maximum limits on residues of veterinary medicines in food, Circular 24/2013/TT-BYT. Accessible sur <https://vanbanphapluat.co/circular-no-24-2013-tt-byt-maximum-limits-on-residues-of-veterinary-medicines-in-food>
- Ministry Of Health, 2013b. The National Action Plan on combatting drug resistance in the period from 2012-2020, Decision 2174/QĐ-BYT. Accessible sur <https://www.flemingfund.org/wp-content/uploads/4abc59f751f5a94192e38da85e962356.pdf>
- Minssen, T., Outtersen, K., Rogers Van Katwyk, S., Batista, P.H.D., Chandler, C.I.R., Ciabuschi, F., Harbarth, S., Kesselheim, A.S., Laxminarayan, R., Liddell, K., Osterholm, M.T., Price, L., Hoffman, S.J., 2020. Social, cultural and economic aspects of antimicrobial resistance. *Bull World Health Organ* 98, 823-823A. <https://doi.org/10.2471/BLT.20.275875>
- Modi, S.R., Collins, J.J., Relman, D.A., 2014. Antibiotics and the gut microbiota. *J Clin Invest* 124, 4212–4218. <https://doi.org/10.1172/JCI72333>
- Molineri, A.I., Camussone, C., Zbrun, M.V., Suárez Archilla, G., Cristiani, M., Neder, V., Calvino, L., Signorini, M., 2021. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis: Systematic review and meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine* 188, 105261. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105261>
- Morel, C., 2019. Transmission of antimicrobial resistance from livestock agriculture to humans and from humans to animals (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers No. 133), OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers. OECD publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/fcf77850-en>
- Morse, J.M., Barrett, M., Mayan, M., Olson, K., Spiers, J., 2002. Verification Strategies for Establishing Reliability and Validity in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods* 1, 13–22. <https://doi.org/10.1177/160940690200100202>
- Murray, C.J., Ikuta, K.S., Sharara, F., Swetschinski, L., Aguilar, G.R., Gray, A., Han, C., Bisignano, C., Rao, P., Wool, E., Johnson, S.C., Browne, A.J., Chipeta, M.G., Fell, F., Hackett, S., Haines-Woodhouse, G., Hamadani, B.H.K., Kumaran, E.A.P., McManigal, B., Agarwal, R., Akech, S., Albertson, S., Amuasi, J., Andrews, J., Aravkin, A., Ashley, E., Bailey, F., Baker, S., Basnyat, B., Bekker, A., Bender, R., Bethou, A., Bielicki, J., Boonkasidecha, S., Bukosia, J., Carvalho, C., Castañeda-Orjuela, C., Chansamouth, V., Chaurasia, S., Chiurchiù, S., Chowdhury, F., Cook, A.J., Cooper, B., Cressey, T.R., Criollo-Mora, E., Cunningham, M., Darboe, S., Day, N.P.J., Luca, M.D., Dokova, K., Dramowski, A., Dunachie, S.J., Eckmanns, T., Eibach, D., Emami, A., Feasey, N., Fisher-Pearson, N., Forrest, K., Garrett, D., Gastmeier, P., Giref, A.Z., Greer, R.C., Gupta, V., Haller, S., Haselbeck, A., Hay, S.I., Holm, M., Hopkins, S., Iregbu, K.C., Jacobs, J., Jarovsky, D., Javanmardi, F., Khorana, M., Kissoon, N., Kobeissi, E., Kostyanov, T., Krapp, F., Krumkamp, R., Kumar, A., Kyu, H.H., Lim, C., Limmathurotsakul, D., Loftus, M.J., Lunn, M., Ma, J., Mturi, N., Munera-Huertas, T., Musicha, P., Mussi-Pinhata, M.M., Nakamura, T., Nanavati, R., Nangia, S., Newton, P., Ngoun, C., Novotney, A., Nwakanma, D., Obiero, C.W., Olivas-Martinez, A., Olliaro, P., Ooko, E., Ortiz-Brizuela, E., Peleg, A.Y., Perrone, C., Plakkal, N., Ponce-de-Leon, A., Raad, M., Ramdin, T., Riddell, A., Roberts, T., Robotham, J.V., Roca, A., Rudd, K.E., Russell, N., Schnall, J., Scott, J.A.G., Shivamallappa, M., Sifuentes-Osornio, J., Steenkeste, N., Stewardson, A.J., Stoeva, T., Tasak, N., Thaiprakong, A., Thwaites, G., Turner, C., Turner, P., Doorn, H.R. van, Velaphi, S., Vongpradith, A., Vu, H., Walsh, T., Waner, S., Wangrangsimakul, T., Wozniak, T., Zheng, P., Sartorius, B., Lopez, A.D., Stergachis, A., Moore, C., Dolecek, C., Naghavi, M., 2022. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet* 399, 629–655. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- Nadimpalli, M., Delarocque-Astagneau, E., Love, D.C., Price, L.B., Huynh, B.-T., Collard, J.-M., Lay, K.S., Borand, L., Ndir, A., Walsh, T.R., Guillemot, D., Bacterial Infections and antibiotic-Resistant Diseases among Young children in low-income countries (BIRDY) Study Group, Borand, L., De

- Lauzanne, A., Kerleguer, A., Tarantola, A., Piola, P., Chon, T., Lach, S., Ngo, V., Touch, S., Andrianirina, Z.Z., Vray, M., Richard, V., Seck, A., Bercion, R., Sow, A.G., Diouf, J.B., Dieye, P.S., Sy, B., Ndao, B., Seguy, M., Watier, L., Abdou, A.Y., 2018. Combating Global Antibiotic Resistance: Emerging One Health Concerns in Lower- and Middle-Income Countries. *Clinical Infectious Diseases* 66, 963–969. <https://doi.org/10.1093/cid/cix879>
- Nataraj, B.H., Mallappa, R.H., 2021. Antibiotic Resistance Crisis: An Update on Antagonistic Interactions between Probiotics and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Curr Microbiol* 78, 2194–2211. <https://doi.org/10.1007/s00284-021-02442-8>
- National Assembly, 2018. Law on Animal Husbandry, Law 32/2018/QH14. Accessible sur <https://www.economica.vn/Content/files/LAW%20%26%20REG/Law%20on%20Animal%20Husbandry%202018.pdf>
- National Assembly, 2015. Law on veterinary medicine or law on animal health, Law 79/2015/QH13. Accessible sur <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/EN/Linh-vuc-khac/Law-No-79-2015-QH13-on-veterinary-medicine/284401/tieng-anh.aspx>
- Nepal, G., Bhatta, S., 2018. Self-medication with Antibiotics in WHO Southeast Asian Region: A Systematic Review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.2428>
- Nguyen, K.V., Thi Do, N.T., Chandna, A., Nguyen, T.V., Pham, C.V., Doan, P.M., Nguyen, A.Q., Thi Nguyen, C.K., Larsson, M., Escalante, S., Olowokure, B., Laxminarayan, R., Gelband, H., Horby, P., Thi Ngo, H.B., Hoang, M.T., Farrar, J., Hien, T.T., Wertheim, H.F., 2013. Antibiotic use and resistance in emerging economies: a situation analysis for Viet Nam. *BMC Public Health* 13, 1158. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1158>
- Nguyen, L.T., Nanseki, T., Chomei, Y., 2020. The impact of VietGAHP implementation on Vietnamese households' pig production. *Environ Dev Sustain* 22, 7701–7725. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00543-w>
- Nguyen Ngoc, K., Vo Ngan, G., Nguyen Song, H., 2019. Fleming Fund Phase 2 GCP/GLO/710/UK Project. Final report on “Review of legislation relevant for antimicrobial use and antimicrobial resistance (AMU/AMR) in Vietnam.” Food and Agriculture Organization, Vietnam.
- Nguyen, N.T., Nguyen, H.M., Nguyen, C.V., Nguyen, T.V., Nguyen, M.T., Thai, H.Q., Ho, M.H., Thwaites, G., Ngo, H.T., Baker, S., Carrique-Mas, J., 2016. Use of Colistin and Other Critical Antimicrobials on Pig and Chicken Farms in Southern Vietnam and Its Association with Resistance in Commensal *Escherichia coli* Bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 82, 3727–3735. <https://doi.org/10.1128/AEM.00337-16>
- Nguyen, P., Ngo, T., Tran, T., Vu Thi Ngoc, B., Le, V., Tran, H., Thai, P., Nguyen, H., Linh, T., Nguyen, P., Nguyen, T., Tran, D., Anh, D., Bañuls, A.-L., Choisy, M., van Doorn, H.R., Suzuki, M., Huy tran, H., 2022. Genomic epidemiological analysis of *mcr-1*-harboring *Escherichia coli* collected from livestock settings in Vietnam. *Frontiers in Veterinary Science* 9, 1034610. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1034610>
- Nguyen Van, D., 2022. Caractérisations génétique et phénotypique de deux races de poulets (*Gallus Gallus*) du Vietnam : les races Ho et Dong Tao. Université de Liège - Faculté de médecine vétérinaire, Liège.
- Nguyen, V.T., Carrique-Mas, J.J., Ngo, T.H., Ho, H.M., Ha, T.T., Campbell, J.I., Nguyen, T.N., Hoang, N.N., Pham, V.M., Wagenaar, J. a., Hardon, A., Thai, Q.H., Schultz, C., 2015. Prevalence and risk factors for carriage of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* on household and small-scale chicken farms in the Mekong Delta of Vietnam. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 70, 2144–2152. <https://doi.org/10.1093/jac/dkv053>
- Nguyen-Thi, Thinh, Pham-Thi-Ngoc, L., Nguyen-Ngoc, Q., Dang-Xuan, S., Lee, H.S., Nguyen-Viet, H., Padungtod, P., Nguyen-Thu, T., Nguyen-Thi, Thuy, Tran-Cong, T., Rich, K.M., 2021. An Assessment of the Economic Impacts of the 2019 African Swine Fever Outbreaks in Vietnam. *Front. Vet. Sci.* 8, 686038. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.686038>
- Nguyen-Viet, H., Grace, D., Pham-Duc, P., Dang-Xuan, S., Luu-Quoc, T., Unger, F., de Vlieger, S., Pham-Thi, N., Duong-Van, N., Nguyen-Hung, L., Tran-Dinh, L., Tuyet-Hanh, T.T., 2018. Research and

- training partnership to assist policy and capacity building in improving food safety in Vietnam. *Global Food Security* 19, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.08.009>
- Nguyen-Viet, H., Tuyet-Hanh, T.T., Unger, F., Dang-Xuan, S., Grace, D., 2017. Food safety in Vietnam: where we are at and what we can learn from international experiences. *Infect Dis Poverty* 6, 39. <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0249-7>
- Nhung, N., Cuong, N., Thwaites, G., Carrique-Mas, J., 2016. Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance in Animal Production in Southeast Asia: A Review. *Antibiotics* 5, 37. <https://doi.org/10.3390/antibiotics5040037>
- Nhung, N.T., Yen, N.T.P., Dung, N.T.T., Nhan, N.T.M., Phu, D.H., Kiet, B.T., Thwaites, G., Geskus, R.B., Baker, S., Carrique-Mas, J., Choisy, M., 2022. Antimicrobial resistance in commensal *Escherichia coli* from humans and chickens in the Mekong Delta of Vietnam is driven by antimicrobial usage and potential cross-species transmission. *JAC-Antimicrobial Resistance* 4, dlac054. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlac054>
- OHHLEP, Adisasmito, W.B., Almuhairi, S., Behraves, C.B., Bilivogui, P., Bukachi, S.A., Casas, N., Becerra, N.C., Charron, D.F., Chaudhary, A., Zanella, J.R.C., Cunningham, A.A., Dar, O., Debnath, N., Dungu, B., Farag, E., Gao, G.F., Hayman, D.T.S., Khaitsa, M., Koopmans, M.P.G., Machalaba, C., Mackenzie, J.S., Markotter, W., Mettenleiter, T.C., Morand, S., Smolenskiy, V., Zhou, L., 2022. One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLOS Pathogens* 18, e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>
- OHP, 2022a. The annual high-level One Health Partnership (OHP) Forum for Zoonotic Diseases in 2021-2015 period was organized on August 16, 2022, in Hanoi [WWW Document]. *Việt Nam One Health Partnership for Zoonoses*. URL [https://onehealth.org.vn/the-annual-high-level-one-health-partnership-\(ohpforum-for-zoonotic-diseases-in-2021-2025-period-was-organized-on-august-162022in-hanoi.new](https://onehealth.org.vn/the-annual-high-level-one-health-partnership-(ohpforum-for-zoonotic-diseases-in-2021-2025-period-was-organized-on-august-162022in-hanoi.new) (consulté le 20.12.22).
- OHP, 2022b. Our goal and mission: The Viet NAM One Health Partnership for Zoonoses [WWW Document]. *Việt Nam One Health Partnership*. URL <https://onehealth.org.vn/about-us.news> (consulté le 30.12.22).
- OHP, 2022c. Master plan for the One Health Partnership framework for zoonoses, 2021-2025 period. One Health Partnership Platform, Ministry of Agriculture and Rural Development, Ministry of Health, Ministry of Natural Resources and Environment, Ha Noi, Vietnam.
- Om, C., McLaws, M.-L., 2016. Antibiotics: practice and opinions of Cambodian commercial farmers, animal feed retailers and veterinarians. *Antimicrob Resist Infect Control* 5, 42. <https://doi.org/10.1186/s13756-016-0147-y>
- OMS, 2022a. Supporting countries with national action plan implementation [WWW Document]. *Organisation Mondiale de la Santé*. URL <https://www.who.int/activities/supporting-countries-with-national-action-plan-implementation> (consulté le 28.11.22).
- OMS, 2022b. The fight against antimicrobial resistance requires a focus on gender (No. WHO/EURO:2021-3896-43655-61363). *Organisation Mondiale de la Santé*, Copenhagen.
- OMS, 2019a. Antimicrobiens d'importance critique pour la médecine humaine, 6e révision. ed. *Organisation Mondiale de la Santé*, Genève. Accessible sur <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330309>
- OMS, 2019b. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine, 6th Revision: 2018 Ranking of medically important antimicrobials for risk management of antimicrobial resistance due to non-human use, *Organisation Mondiale de la Santé*. ed. *Organisation Mondiale de la Santé*, Geneva. Accessible sur <https://apps.who.int/iris/handle/10665/361822>
- OMS, 2018. Tackling antimicrobial resistance (AMR) together. Working paper 5.0: Enhancing the focus on gender and equity (No. WHO/HWSI/AMR/2018.3). *Organisation Mondiale de la Santé*, Geneva.
- OMS, 2016. À l'Assemblée générale des Nations Unies, les dirigeants mondiaux s'engagent à lutter contre la résistance aux antimicrobiens [WWW Document]. *Organisation Mondiale de la Santé*. URL

- <https://www.who.int/fr/news/item/21-09-2016-at-un-global-leaders-commit-to-act-on-antimicrobial-resistance> (consulté le 15.12.22).
- OMS, 2015. Global action plan on antimicrobial resistance, Organisation Mondiale de la Santé. ed. Accessible sur <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>
- OMS, 1999. Monitoring of antimicrobial consumption, Denmark 74, 416–417. Accessible sur <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/230997/WER7448.PDF>
- OMSA, 2022. Annual report on antimicrobial agents intended for use in animals (No. 6th edition). Organisation Mondiale de la Santé Animale, Paris. Accessible sur <https://www.woah.org/app/uploads/2022/06/a-sixth-annual-report-amu-final.pdf>
- OMSA, 2016. The OIE Strategy on Antimicrobial Resistance and the Prudent Use of Antimicrobials. Organisation Mondiale de la Santé Animale. Accessible sur [https://www.woah.org/en/document/en\\_oie-amrstrategy/](https://www.woah.org/en/document/en_oie-amrstrategy/)
- O’Neill, J., 2016. The Review on Antimicrobial Resistance. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. Review on Antimicrobial Resistance, London.
- Ornelas-Eusebio, E., García-Espinosa, G., Laroucau, K., Zanella, G., 2020. Characterization of commercial poultry farms in Mexico: Towards a better understanding of biosecurity practices and antibiotic usage patterns. PLoS ONE 15, e0242354. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242354>
- Patton, M.Q., 1999. Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. Health Serv Res 34, 1189–1208.
- PENAPH, AFENET, 2011. Public health participatory epidemiology. Introductory training module. Manual for trainees. African Field Epidemiology Network, Participatory epidemiology Network for Animal and Public Health, Nairobi, Kenya.
- Peters, D.H., 2014. The application of systems thinking in health: why use systems thinking? Health Res Policy Sys 12, 51. <https://doi.org/10.1186/1478-4505-12-51>
- Pham, H.V., Marie-Vivien, M., 2017. La sécurité sanitaire des aliments au Vietnam, The Gioi. ed. Dijon : AgroSup Dijon.
- Pham, P., Vinck, P., 2020. KoBoToolbox.
- Pham-Duc, P., Cook, M.A., Cong-Hong, H., Nguyen-Thuy, H., Padungtod, P., Nguyen-Thi, H., Dang-Xuan, S., 2019a. Knowledge, attitudes and practices of livestock and aquaculture producers regarding antimicrobial use and resistance in Vietnam. PLoS ONE 14, e0223115. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223115>
- Pham-Duc, P., Cook, M.A., Cong-Hong, H., Nguyen-Thuy, H., Padungtod, P., Nguyen-Thi, H., Dang-Xuan, S., 2019b. Knowledge, attitudes and practices of livestock and aquaculture producers regarding antimicrobial use and resistance in Vietnam. PLoS ONE 14, e0223115. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223115>
- Pham-Duc, P., Nguyen-Viet, H., Luu-Quoc, T., Cook, M.A., Trinh-Thi-Minh, P., Payne, D., Dao-Thu, T., Grace, D., Dang-Xuan, S., 2020. Understanding Antibiotic Residues and Pathogens Flow in Wastewater from Smallholder Pig Farms to Agriculture Field in Ha Nam Province, Vietnam. Environmental Health Insights 14, 117863022094320. <https://doi.org/10.1177/1178630220943206>
- Pham-Duc, P., Sripamanathan, K., 2021. Exploring gender differences in knowledge and practices related to antibiotic use in Southeast Asia: A scoping review. PLoS ONE 16, e0259069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259069>
- Pham-Thanh, L., Magnusson, U., Can-Xuan, M., Nguyen-Viet, H., Lundkvist, Å., Lindahl, J., 2020. Livestock Development in Hanoi City, Vietnam—Challenges and Policies. Front. Vet. Sci. 7, 566. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00566>
- Phu, D.H., Cuong, N.V., Truong, D.B., Kiet, B.T., Hien, V.B., Thu, H.T.V., Yen, L.K., Minh, N.T.T., Padungtod, P., Setyawan, E., Thwaites, G., Rushton, J., Carrique-Mas, J., 2021. Reducing Antimicrobial Usage in Small-Scale Chicken Farms in Vietnam: A 3-Year Intervention Study. Frontiers in Veterinary Science 7, 1244. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.612993>
- Pinto Ferreira, J., Gochez, D., Jeannin, M., Magongo, M.W., Loi, C., Bucher, K., Moulin, G., Erlacher-Vindel, E., 2022. From OIE standards to responsible and prudent use of antimicrobials: supporting

- stewardship for the use of antimicrobial agents in animals. *JAC-Antimicrobial Resistance* 4, dlac017. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlac017>
- Postma, M., Stärk, K.D.C., Sjölund, M., Backhans, A., Grosse, E., Lösken, S., Belloc, C., Collineau, L., Iten, D., Visschers, V., Nielsen, E.O., Dewulf, J., 2015. Alternatives to the use of antimicrobial agents in pig production : A multi-country expert-ranking of perceived effectiveness , feasibility and return on investment 118, 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.01.010>
- Poupaud, M., Putthana, V., Patriarchi, A., Caro, D., Agunos, A., Tansakul, N., Goutard, F.L., 2021. Understanding the veterinary antibiotics supply chain to address antimicrobial resistance in Lao PDR: Roles and interactions of involved stakeholders. *Acta Tropica* 220, 105943. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105943>
- Prescott, J.F., 2008. Antimicrobial use in food and companion animals. *Anim. Health. Res. Rev.* 9, 127–133. <https://doi.org/10.1017/S1466252308001473>
- Presilla, M., 2018. The development of organic farming in Vietnam 14.
- Pretty, J.N., 1995. Participatory Learning For Sustainable Agriculture. *World Development* 23, 1247–1263.
- Pretty, J.N., Guijt, I., Thompson, J., Scoones, I., 1995. Participatory Learning and Action: A Trainer's Guide, IIED participatory methodology series. International Institute for Environment and Development, London.
- Prime Minister, 2021. Decision approving the Master plan agricultural restructure in the 2021-2025 period. Accessible sur <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Linh-vuc-khac/Quy-dinh-255-QD-TTg-2021-Ke-hoach-co-cau-lai-nganh-nong-nghiep-giai-doan-2021-2025-465941.aspx>
- Prime Minister, 2018. Decree on organic agriculture.
- Raboisson, D., Ferchiou, A., Corre, T., Perez, S., Sans, P., Lhermie, G., Dervillé, M., 2021. Could Contracts between Pharmaceutical Firms and French Veterinarians Bias Prescription Behaviour: A Principal-Agency Theory Approach in the Context of Oligopolies. *Antibiotics* 10, 176. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10020176>
- Reed, M.S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C.H., Stringer, L.C., 2009. Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management* 90, 1933–1949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>
- Rey-Valette, H., Clément, O., Aubin, J., Mathé, S., Chia, E., Legendre, M., Caruso, D., Mikolasek, O., Blancheton, J.-P., Slembrouck, J., Baruthio, A., René, F., Levang, P., Morissens, P., Lazard, J., 2008. Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture. Cirad, Ifremer, INRA, IRD, UM1, Montpellier, France.
- RFI, 2017. Pêche: carton jaune de l'Europe au Vietnam [WWW Document]. Radio France Internationale. URL <https://www.rfi.fr/fr/emission/20171024-peche-carton-jaune-europe-vietnam> (consulté le 23.11.22).
- Robinson, T.P., Bu, D.P., Carrique-Mas, J., Fèvre, E.M., Gilbert, M., Grace, D., Hay, S.I., Jiwakanon, J., Kakkar, M., Kariuki, S., Laxminarayan, R., Lubroth, J., Magnusson, U., Thi Ngoc, P., Van Boeckel, T.P., Woolhouse, M.E.J., 2017. Antibiotic resistance: mitigation opportunities in livestock sector development. *Animal* 11, 1–3. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001828>
- Robinson, T.P., Thornton, P.K., Franceschini, G., Kruska, R., Chiozza, F., Notenbaert, A., Cecchi, G., Herrero, M., Epprecht, M., Fritz, S., You, L., Conchedda, G., See, L., 2011. Global livestock production systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI), Rome.
- Roger, F., Caron, A., Morand, S., Pedrono, M., Garine-Wichatitsky, M. de, Chevalier, V., Tran, A., Gaidet, N., Figuié, M., de Visscher, M.-N., Binot, A., 2016. One Health and EcoHealth: the same wine in different bottles? *Infection Ecology & Epidemiology* 6, 30978. <https://doi.org/10.3402/iee.v6.30978>
- Roger, F., Ducrot, C., 2017. Antibiotiques en agriculture : réduire leur usage tout en limitant les risques sanitaires et socioéconomiques au Sud. *Perspective*. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00041>

- Roguet, C., Hemonic, A., 2022. Les filières « porcs élevés sans antibiotiques » en France : caractéristiques, atouts, limites et perspectives. *Journées Recherche Porcine*, 54, 321–326.
- Rüegg, S.R., McMahon, B.J., Häslar, B., Esposito, R., Nielsen, L.R., Ifejika Speranza, C., Ehlinger, T., Peyre, M., Aragrande, M., Zinsstag, J., Davies, P., Mihálca, A.D., Buttigieg, S.C., Rushton, J., Carmo, L.P., De Meneghi, D., Canali, M., Filippitzi, M.E., Goutard, F.L., Ileski, V., Milićević, D., O’Shea, H., Radeski, M., Kock, R., Staines, A., Lindberg, A., 2017. A Blueprint to Evaluate One Health. *Frontiers in Public Health* 5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00020>
- Rushton, J., 2015. Anti-microbial Use in Animals: How to Assess the Trade-offs. *Zoonoses and Public Health* 62, 10–21. <https://doi.org/10.1111/zph.12193>
- Sabtu, N., Enoch, D., Brown, N., 2015. Antibiotic resistance: What, why, where, when and how? *British medical bulletin* 116. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldv041>
- Sambo, E., Bettridge, J., Dessie, T., Amare, A., Habte, T., Wigley, P., Christley, R.M., 2015. Participatory evaluation of chicken health and production constraints in Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine* 118, 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.10.014>
- Serpantié, G., Sawadogo, A., Douanio, M., Dabire, E., Somé, F., Bossa, A.Y., Fusillier, J.-L., 2020. Co-construction d’innovations pour la maîtrise de la culture du riz de bas-fond en conditions contraignantes et aléatoires, in: Sultan, B., Bossa, A.Y., Salack, S., Sanon, M. (Eds.), *Risques climatiques et agriculture en Afrique de l’Ouest, Synthèses*. IRD Éditions, Marseille, pp. 227–238. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.36429>
- Shortall, O., Sutherland, L.-A., Ruston, A., Kaler, J., 2018. True Cowmen and Commercial Farmers: Exploring Vets’ and Dairy Farmers’ Contrasting Views of ‘Good Farming’ in Relation to Biosecurity: True Cowmen and Commercial Farmers. *Sociologia Ruralis* 58, 583–603. <https://doi.org/10.1111/soru.12205>
- Simon, C., Etienne, M., 2010. A companion modelling approach applied to forest management planning. *Environmental Modelling & Software* 25, 1371–1384. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.09.004>
- Singer, A.C., Shaw, H., Rhodes, V., Hart, A., 2016. Review of Antimicrobial Resistance in the Environment and Its Relevance to Environmental Regulators. *Frontiers in Microbiology* 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01728>
- Slimi, C., Prost, M., Cerf, M., Prost, L., 2021. Exchanges among farmers’ collectives in support of sustainable agriculture: From review to reconceptualization. *Journal of Rural Studies* 83, 268–278. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.01.019>
- Spagnolo, F., Trujillo, M., Dennehy, J.J., 2021. Why Do Antibiotics Exist? *mBio* 12, e01966-21. <https://doi.org/10.1128/mBio.01966-21>
- Speksnijder, D. C., Jaarsma, A.D.C., van der Gugten, A.C., Verheij, T.J.M., Wagenaar, J.A., 2015. Determinants Associated with Veterinary Antimicrobial Prescribing in Farm Animals in the Netherlands: A Qualitative Study. *Zoonoses Public Health* 62, 39–51. <https://doi.org/10.1111/zph.12168>
- Speksnijder, David C., Jaarsma, D.A.C., Verheij, T.J.M., Wagenaar, J.A., 2015. Attitudes and perceptions of Dutch veterinarians on their role in the reduction of antimicrobial use in farm animals. *Preventive Veterinary Medicine* 121, 365–373. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.014>
- Stark-Ewing, S., 2018. Food Safety Governance in Vietnam: Obstacles and Opportunities 133.
- Strauss, A., Corbin, J.M., 1997. *Grounded Theory in Practice*. SAGE.
- Sutherland, L.-A., 2014. *Transition pathways towards sustainability in agriculture: case studies from Europe*. CABI, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- Sutherland, L.-A., Burton, R.J.F., Ingram, J., Blackstock, K., Slee, B., Gotts, N., 2012. Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making. *Journal of Environmental Management* 104, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.013>
- Thai, P.K., Ky, L.X., Binh, V.N., Nhung, P.H., Nhan, P.T., Hieu, N.Q., Dang, N.T.T., Tam, N.K.B., Anh, N.T.K., 2018. Occurrence of antibiotic residues and antibiotic-resistant bacteria in effluents of

- pharmaceutical manufacturers and other sources around Hanoi, Vietnam. *Science of The Total Environment* 645, 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.126>
- Thanh, D., 2022. Ministry orders strengthening food safety after mass food poisoning. *The Saigon Times*. URL <https://english.thesaigontimes.vn/ministry-orders-strengthening-food-safety-after-mass-food-poisoning/> (consulté le 07.12.22).
- Thornton, P.K., Jones, P.G., Owiyo, T., Kruska, R.L., Herrero, M.T., Kristjanson, P.M., Notenbaert, A.M.O., Bekele, N., Omolo, A., 2006. Mapping climate vulnerability and poverty in Africa (Report). International Livestock Research Institute.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci U S A* 108, 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- Tiseo, K., Huber, L., Gilbert, M., Robinson, T.P., Van Boeckel, T.P., 2020. Global Trends in Antimicrobial Use in Food Animals from 2017 to 2030. *Antibiotics* 9, 918. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120918>
- Tompson, A.C., Chandler, C.I., 2021. Addressing antibiotic use: insights from social science around the world. A report collated with social scientists of the Antimicrobials in Society Hub. London School of Hygiene & Tropical Medicine, London. <https://doi.org/10.17037/PUBS.04659562>
- Tompson, A.C., Manderson, L., Chandler, C.I.R., 2021. Understanding antibiotic use: practices, structures and networks. *JAC-Antimicrobial Resistance* 3, dlab150. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlab150>
- Tran, T.H., Ly, M.C., Tersbøl, B., Dalsgaard, A., Hung, N.V., 2019. Factors influencing antimicrobial use in pig production 1. Accessible sur [https://www.academia.edu/84313714/Factors\\_influencing\\_antimicrobial\\_use\\_in\\_pig\\_production\\_An\\_anthropological\\_research\\_in\\_Bac\\_Ninh\\_province\\_Vietnam](https://www.academia.edu/84313714/Factors_influencing_antimicrobial_use_in_pig_production_An_anthropological_research_in_Bac_Ninh_province_Vietnam)
- Truong, D.B., Doan, H.P., Doan Tran, V.K., Nguyen, V.C., Bach, T.K., Rueanghiran, C., Binot, A., Goutard, F.L., Thwaites, G., Carrique-Mas, J., Rushton, J., 2019. Assessment of Drivers of Antimicrobial Usage in Poultry Farms in the Mekong Delta of Vietnam: A Combined Participatory Epidemiology and Q-Sorting Approach. *Front. Vet. Sci.* 6, 84. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00084>
- Truong Dinh, B., Nguyen, V.C., Hoang Doan, P., Nguyen Thi Thuy, Bach Tuan, K., Rushton, J., Carrique-Mas, J., 2020. Small-scale commercial chicken production: A risky business for farmers in the Mekong Delta of Vietnam. <https://doi.org/10.1101/2020.11.02.364281>
- Tung, D.X., Tuan, H.A., Minh, N.T.T., Padungtod, P., 2020. Economic analysis of enhanced biosecurity practices in three types of chicken farms in Northern Vietnam. *Livest. Res. Rural. Dev.* 32, 15.
- UN, 2016. At UN, global leaders commit to act on antimicrobial resistance [WWW Document]. United Nations News. URL <https://news.un.org/en/story/2016/09/539912> (consulté le 26.12.22).
- Vaarst, M., Nissen, T.B., Østergaard, S., Klaas, I.C., Bennedsgaard, T.W., Christensen, J., 2007. Danish Stable Schools for Experiential Common Learning in Groups of Organic Dairy Farmers. *Journal of Dairy Science* 90, 2543–2554. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-607>
- Vaissie, P., Monge, A., Husson, F., 2021. Factoshiny: Perform Factorial Analysis from “FactoMineR” with a Shiny Application. Accessible sur <https://CRAN.R-project.org/package=Factoshiny>
- Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S. a., Robinson, T.P., Teillant, A., Laxminarayan, R., 2015a. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 5649–5654. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>
- Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A., Laxminarayan, R., 2015b. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc Natl Acad Sci USA* 112, 5649–5654. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>
- Van Boeckel, T.P., Glennon, E.E., Chen, D., Gilbert, M., Robinson, T.P., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Bonhoeffer, S., Laxminarayan, R., 2017. Reducing antimicrobial use in food animals. *Science* 357, 1350–1352. <https://doi.org/10.1126/science.aao1495>

- Van Boeckel, T.P., Pires, J., Silvester, R., Zhao, C., Song, J., Criscuolo, N.G., Gilbert, M., Bonhoeffer, S., Laxminarayan, R., 2019. Global trends in antimicrobial resistance in animals in low- and middle-income countries. *Science* 365, eaaw1944. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1944>
- Van Cuong, N., Kiet, B.T., Phu, D.H., Van, N.T.B., Hien, V.B., Thwaites, G., Carrique-Mas, J., Choisy, M., 2021. Effects of prophylactic and therapeutic antimicrobial uses in small-scale chicken flocks. *Zoonoses and Public Health* 68, 483–492. <https://doi.org/10.1111/zph.12839>
- Varobieff, L., 2022. L'antibiorésistance, une invitation à repenser la relation. *One Health ou la perspective d'une épistémologie du soin*, in: *L'antibiorésistance. Un Fait Social Total, Synthèses*. Versailles, pp. 129–148.
- Vikesland, P., Garner, E., Gupta, S., Kang, S., Maile-Moskowitz, A., Zhu, N., 2019. Differential Drivers of Antimicrobial Resistance across the World. *Acc. Chem. Res.* 52, 916–924. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.8b00643>
- Visschers, V.H.M., Backhans, A., Collineau, L., Iten, D., Loesken, S., Postma, M., Belloc, C., Dewulf, J., Emanuelson, U., Beilage, E. grosse, Siegrist, M., Sjölund, M., Stärk, K.D.C., 2015. Perceptions of antimicrobial usage, antimicrobial resistance and policy measures to reduce antimicrobial usage in convenient samples of Belgian, French, German, Swedish and Swiss pig farmers. *Preventive Veterinary Medicine* 119, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.01.018>
- Vourc'h, G., Brun, J., Ducrot, C., Cosson, J.-F., Le Masson, P., Weil, B., 2018. Using design theory to foster innovative cross-disciplinary research: Lessons learned from a research network focused on antimicrobial use and animal microbes' resistance to antimicrobials. *Veterinary and Animal Science* 6, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.04.001>
- Walker, D., Myrick, F., 2006. Grounded Theory: An Exploration of Process and Procedure. *Qual Health Res* 16, 547–559. <https://doi.org/10.1177/1049732305285972>
- White, A., Hughes, J.M., 2019. Critical Importance of a One Health Approach to Antimicrobial Resistance. *EcoHealth* 16, 404–409. <https://doi.org/10.1007/s10393-019-01415-5>
- Whitney, C.W., Braber, K.D., Tuyet, N.T., Jørgensen, S.T., 2014a. Farm Management Schemes within Organic PGS; Survey and Analysis in Sóc Sơn, Hanoi, Vietnam 4.
- Whitney, C.W., Braber, K.D., Tuyet, N.T., Jørgensen, S.T., 2014b. Measurable Impacts of the “Principles of Organic Agriculture”; Survey of a Vietnamese Organic PGS 4.
- Woolhouse, M.E.J., Ward, M.J., 2013. Sources of Antimicrobial Resistance. *Science* 341, 1460–1461. <https://doi.org/10.1126/science.1243444>
- Yamaguchi, T., Okihashi, M., Harada, K., Konishi, Y., Uchida, K., Do, M.H.N., Bui, H.D.T., Nguyen, T.D., Nguyen, P. Do, Chau, V. Van, Dao, K.T. Van, Nguyen, H.T.N., Kajimura, K., Kumeda, Y., Bui, C.T., Vien, M.Q., Le, N.H., Hirata, K., Yamamoto, Y., 2015a. Antibiotic residue monitoring results for pork, chicken, and beef samples in Vietnam in 2012–2013. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63, 5141–5145. <https://doi.org/10.1021/jf505254y>
- Yamaguchi, T., Okihashi, M., Harada, K., Konishi, Y., Uchida, K., Do, M.H.N., Bui, H.D.T., Nguyen, T.D., Nguyen, P.D., Chau, V.V., Dao, K.T.V., Nguyen, H.T.N., Kajimura, K., Kumeda, Y., Bui, C.T., Vien, M.Q., Le, N.H., Hirata, K., Yamamoto, Y., 2015b. Antibiotic Residue Monitoring Results for Pork, Chicken, and Beef Samples in Vietnam in 2012–2013. *J. Agric. Food Chem.* 63, 5141–5145. <https://doi.org/10.1021/jf505254y>
- Yen, N.T.P., Nhung, N.T., Phu, D.H., Dung, N.T.T., Van, N.T.B., Kiet, B.T., Hien, V.B., Larsson, M., Olson, L., Campbell, J., Quynh, N.P.N., Duy, P.T., Carrique-Mas, J., 2022. Prevalence of carbapenem resistance and its potential association with antimicrobial use in humans and animals in rural communities in Vietnam. *JAC-Antimicrobial Resistance* 4, dlac038. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlac038>
- Yen, N.T.P., Phu, D.H., Van Cuong, N., Kiet, B.T., Hien, B.V., Padungtod, P., Truong, D.B., Thwaites, G.E., Carrique-Mas, J.J., 2019a. Labelling and quality of antimicrobial products used in chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. *Vet Med Sci* 5, 512–516. <https://doi.org/10.1002/vms3.189>

- Yen, N.T.P., Phu, D.H., Van Cuong, N., Kiet, B.T., Hien, B.V., Padungtod, P., Truong, D.B., Thwaites, G.E., Carrique-Mas, J.J., 2019b. Labelling and quality of antimicrobial products used in chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. *Vet Med Sci* 5, 512–516. <https://doi.org/10.1002/vms3.189>
- You, Y., Silbergeld, E.K., 2014. Learning from agriculture: understanding low-dose antimicrobials as drivers of resistome expansion. *Frontiers in Microbiology* 5. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00284>
- Zellweger, R.M., Carrique-Mas, J., Limmathurotsakul, D., Day, N.P.J., Thwaites, G.E., Baker, S., on behalf of the Southeast Asia Antimicrobial Resistance Network, Members of the Southeast Asia Antimicrobial Resistance Network, Ashley, E., de Balogh, K., Baird, K., Basnyat, B., Benigno, C., Bodhidatta, L., Chantratita, N., Cooper, B., Dance, D., Dhorda, M., van Doorn, R., Dougan, G., Hoa, N.T., Ip, M., Lawley, T., Lim, C., Lin, T.K., Ling, C., Lubell, Y., Mather, A., Marks, F., Mohan, V.R., Newton, P., Paris, D., Thomson, N., Turner, P., Serichantalergs, O., Smithuis, F., Wuthiekanun, V., White, N., Li Yang, H., 2017. A current perspective on antimicrobial resistance in Southeast Asia. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 72, 2963–2972. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx260>
- Zimmermann, A., Maennling, C., 2007. Multi-stakeholder management: Tools for Stakeholder Analysis: 10 building blocks for designing participatory systems of cooperation., Promoting participatory development in German development cooperation. GTZ, Eschborn.
- Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D., Tanner, M., 2011. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine* 101, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>



# Annexes



**Annexe 1 : Article 1 « Perception of Drug Vendors and Pig and Poultry Farmers of Imerintsiatosika, in Madagascar, Toward Risks Related to Antibiotic Usage: A Q-Method Approach »**

*Cette étude a été publiée dans la revue *Frontiers in Veterinary Science**

<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00490>

**Perception of drug vendors and pig and poultry farmers of Imerintsiatosika, in Madagascar, towards risks related to antibiotic usage: A Q-method Approach**

Chloé Bâtie<sup>1\*</sup>, Daouda Kassie<sup>1,2</sup>, Diary Ny Ranto Mamorisoa Randravatsilavo<sup>3</sup>, Laurence Baril<sup>2,4</sup>, Agnès Waret Szkuta<sup>5</sup>, Flavie Luce Goutard<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup> CIRAD BIOS, UMR ASTRE, Univ Montpellier, INRA, Montpellier, France

<sup>2</sup> Institut Pasteur de Madagascar, Antananarivo, Madagascar

<sup>3</sup> Université d'Antananarivo, Faculté de médecine vétérinaire, Antananarivo, Madagascar

<sup>4</sup> Current Affiliation: Institut Pasteur of Cambodia, Phnom Penh, Cambodia

<sup>5</sup> ENVT, IHAP, Université de Toulouse, INRA, Toulouse, France

<sup>6</sup> Kasetsart University, Faculty of Veterinary Medicine, Bangkok, Thailand

\* Corresponding author

**Abstract**

Antimicrobial resistance is a One Health issue that must be tackled worldwide. In order to implement effective communication strategies in Madagascar, a better understanding must be gained of practices and perceptions related to antimicrobial use at the smallholder farm level. Our study used a semi-qualitative approach, called Q methodology, to identify patterns of opinion on antimicrobial use, or its alternatives, among pig and poultry smallholders and drug vendors in the commune of Imerintsiatosika, in Madagascar. Twenty-nine breeders and 23 drug vendors were asked to rank respectively 38 and 45 statements, produced from semi-structured interviews and secondary data, through a 7 grade scale from -3 (totally disagree) to +3 (totally agree) about antimicrobial use, related risks and alternatives. The interview ended with a discussion around extreme statements. The *Q-sortings* were analyzed by factor analysis and Principal

Component Analysis. Regarding antimicrobial use, antimicrobial resistance and alternatives, the breeders and drug vendors were divided according to three discourses: “A: confidence in antibiotics” (respectively 13 and 6 individuals), “B: belief in alternatives” (7 and 7 individuals) and “C: moderate approach to antibiotic use” (6 and 6 individuals), explaining respectively 57% and 60% of total variance. Group A was associated with the use of antibiotics as a preventive measure, poor knowledge of resistance and low trust in alternatives. Group B considered the preventive use of antibiotics to be a major problem for antimicrobial resistance and believed that alternatives, such as vaccines, were useful preventive methods. Group C seemed to have a hazy opinion. The presence of three main points of view offers the possibility to adapt awareness messages. Group B might also be used as a showcase to reduce the amounts of antibiotics used by the two other groups. This study revealed different practices and risk perceptions related to antimicrobial use that must be better characterized and accurately quantified.

**Keywords:** Antibiotic resistance, Communication, Livestock, Madagascar, Opinions, Participatory epidemiology

## 1. Introduction

Antimicrobial resistance (AMR) is currently one of the main public health threats worldwide and the misuse or overuse of antibiotics (AB) in human and veterinary medicine is one of its main drivers (Holmes et al., 2016a). One of the general recommendations of the World Health Organization (WHO), World Organization for Animal Health (OIE) and Food and Agricultural Organization (FAO) to tackle the problem is to improve awareness and understanding of AMR among the public and professionals.

As end-users of AB and main providers, breeders play a key role, in antimicrobial usage (AMU), towards reduction strategies and the prevention of spreading resistance (Moreno, 2014a). Veterinarians are also important actors in the fight against AMR. They act as consultants in farm management, oversee treatment, and write the prescriptions required to buy drugs in most countries worldwide. They are considered as the most legitimate persons to inform breeders on usage, risks and alternatives to AB (V. Visschers et al., 2015, J. Etienne et al., 2017). The relationship between veterinarians and farmers is also critical. Visschers et al. (V. Visschers et al., 2014) show that, in Europe, breeders who systematically call the veterinarian use smaller amounts of AB.

Since 2014, studies have been conducted in Europe to explore the perception of breeders and veterinarians towards AMU, AMR, alternative treatments and policy measures (Speksnijder, Jaarsma, Verheij, et al., 2015a, Moreno, 2014b, Kramer et al., 2017). This has enabled an evaluation of people’s understanding of the issue, the identification of their motivations and an alleviation of certain barriers to change. Hence, their perceptions can be a base from which to elaborate more effective communicative strategies. However, despite the fact that low- and middle-income countries use large amounts of AB with, lately, a significant increase in their consumption (Van Boeckel et al., 2015), few studies have been completed on farmers’ perceptions.

Madagascar is among the ten poorest countries in the world (UNPD, 2018). With its extreme natural wealth and great geographical diversity, agriculture is among the major economic sectors of the country. Indeed, 78% of the population live in rural areas and 60% breed animals as a source of income (FAO, 2014). In most families, livestock is a capital that can be used in the case of financial difficulties or for self-consumption (OIE, 2016). Poultry is the most commonly farmed livestock, with almost 35 million animals, followed by cattle (10 million) and pigs (1,5 million) (OIE, 2016). Although some intensive commercial farms do exist, most production is comes from backyard (free-range animals, no care provided) or semi-intensive (small contained headcount, minimal care) farms (Crépieux, 2014). AMR is of public concern, with resistance reported in humans for *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* and *Enterobacteriaceae spp.* The latest, including extended-spectrum  $\beta$ -Lactamase and carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (ESBLE and CPE), was described by the Indian Ocean Commission (IOC) as one of the main human and animal threats (Gay et al., 2017). In Madagascar, due to the lack of sanitation, the close contact between humans and animals, and the difficulties to access medical care, resistance will become one of the highest burdens over the coming decades. Little information has been published on AMU or AMR in the livestock sector in Madagascar (Gay et al., 2017). Crépieux, 2014 (Crépieux, 2014) suggests that there is poor knowledge of AB and a high percentage of self-medication. In a recent study, the prevalence of ESBLE in pigs, cows and poultry was higher than 65% and reached 86.7% in swine (Gay et al., 2018). The situation remains unclear, and more data must be collected on knowledge and perceptions within the animal sector.

The qualitative approach, including participatory epidemiology, is an interesting method with which to establish an initial assessment of a problem. It is a *bottom-up* method (Calba, 2015) based on the active participation of individuals in defining their own solutions tailored to their issues (Hannah & Jost, 2011). By identifying the major characteristics of a problem, it can be used as a baseline for the development of further studies. Usually cheaper than conventional studies, it allows the collection of information that is sometimes difficult to access (Mariner and Paskin, 2000). The most frequently used methods are informal interviews, visualization, ranking and scoring tools (Catley et al., 2012a).

To evaluate the impact of AMR and develop alternatives to AB in Madagascar, our first step consisted in studying the perceptions of livestock professionals in the region of Itasy, including breeders and drug vendors, toward AMU and AMR. We used a semi-qualitative method called Q-methodology to identify patterns of opinions (Exel & Graaf, 2005) and to understand AMU practices, the perception of related risks and attitudes towards alternatives. This method helped us to determine common and distinct opinions within our study population. As decision-making processes can be influenced by socio-demographic factors, we also studied their impact on perception.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Study zone and population

This study was conducted in the commune of Imerintsiasosika, 30 km from Antananarivo (the capital city) in the region of Itasy, from April to May 2018. The high density of pig and poultry farms and easy accessibility were the main criteria used in the selection of this zone. The city is divided into 36 fokontany (the smallest administrative unit in Madagascar) and subdivided into urban or rural fokontany. An urban fokontany was defined according to aerial photo interpretation based on the continuity of urban construction and confirmation by breeders. Our study zone included six urban (Antanambao, Antsenakely, Labrousse, Imerimandrose, Miakadaza and Tsarafaritra) and five rural (Amboara, Bemasoandro, Malaza, Morano Nord and Tsenamasoandro) fokontany (fig. 1), also chosen for their accessibility. Our first population was poultry and/or pig breeders, including family smallholdings (between 1 and 10 pigs and up to 100 poultry), semi-intensive farms (between 10 and 100 pigs and up to 500 poultry) and intensive farms (more than 100 pigs and up to 2,000 poultry) of the commune. Because they would be unable to understand the methodology, breeders who do not administer AB in their animals were excluded. Our second population was drug vendors including veterinarians, technicians and other salesmen working with the breeders of Imerintsiasosika. Following interviews, professionals from Antananarivo and Ambatomirahavavy (between Imerintsiasosika and Antananarivo) working with breeders in Imerintsiasosika were also included.

### 2.2. Q methodology

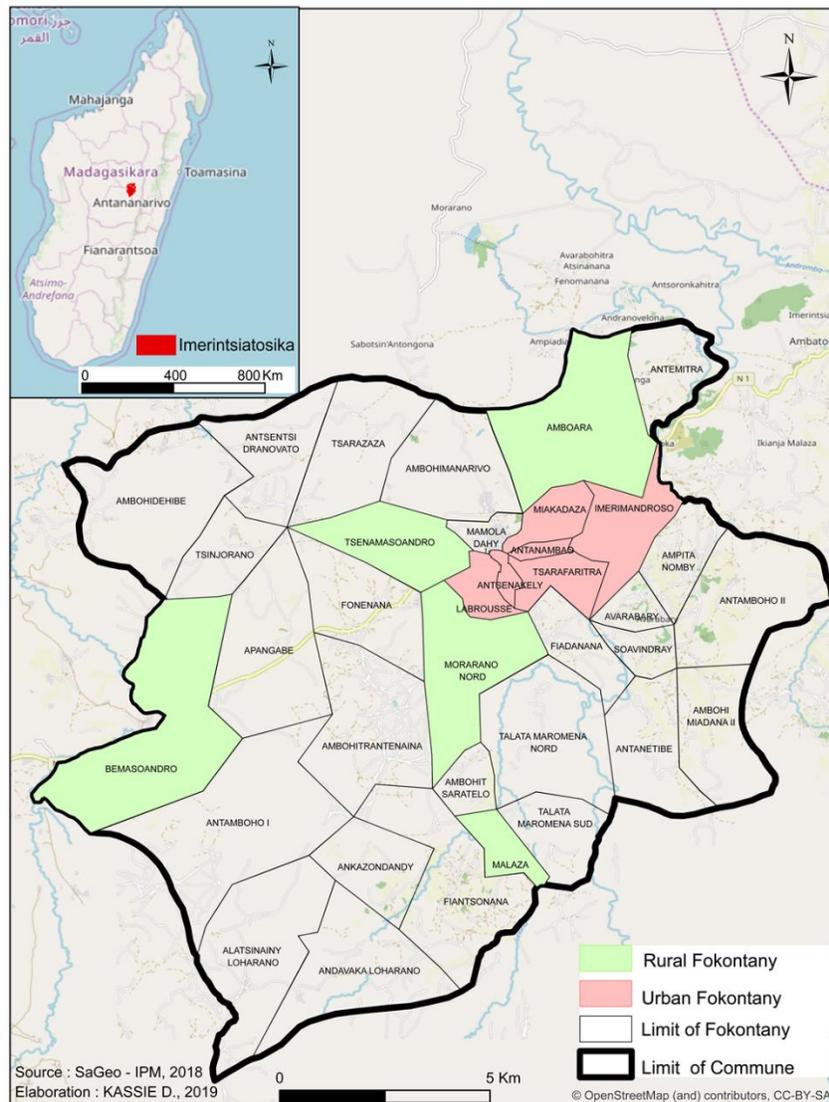
Q-methodology was used to explore the perception of breeders and drug vendors towards AMU. This semi-qualitative method studies the subjectivity of individuals regarding a complex and sensitive subject. Its main objective is to identify groups of individuals sharing the same point of view and to determine common and distinct opinions on a same subject by means of correlation (Brown, 2004). The precise methodology is described by Exel and Graaf, 2005 (Exel & Graaf, 2005) and more details about definition of *concourse*, *P-set* and quantitative analysis are available in the Supporting Information.

Q methodology follows five steps: generation of the *concourse* (list of statements), construction of a set of statements (the *Q-set*), selection of the respondents (the *P-set*), ranking of the *Q-set* (the *Q-sorting*) and finally the analysis and interpretation of the factors (Exel & Graaf, 2005).

#### *Generation of the concourse*

In our study, the *concourse* was conceived firstly through a literature review of documents related to AMR and animal production (worldwide and in Madagascar), and then by implementing tools from participatory epidemiology (PE), in particular, direct observations and semi-structured interviews (SSI) of key informants (Catley et al., 2012a). The SSI were based on a check list including topics such as antibiotic use, antibiotic advice, relationships between farmers, veterinarians and drug vendors, risk of antibiotic use for animals and humans, and knowledge about alternatives to antibiotics.

The SSI were conducted in Antananarivo with 4 persons (2 employees from the direction of veterinary services, 1 from the National Research Center applied to rural development (FOFIFA) and 1 veterinary student) and, in Imerintsiasika, with 8 persons (1 private veterinarian mandated by the veterinary services in charge of the commune, 3 drug vendors and 4 breeders).



**Figure 1:** Maps of the study area in Madagascar (a) and Imerintsiasika (b). Red: urban fokontany; green: rural fokontany

### *Construction of the Q-set*

We first organized the information collected from the literature review and SSI into a list of statements around three main topics (use/advice on antibiotics, risk of using antibiotics, use of alternatives).

Then, the statements were separated among our two study populations (drug vendors and breeders) and organized into sub-topics. To reduce the *concourse* to a manageable *Q-set* (between 30 and 60 statements), we removed statements with similar assertions. These were reviewed by three different researchers, who were familiar with the subject, to evaluate their relevance and understanding. They were then translated into Malagasy by the research assistant and reviewed by one veterinary student from Madagascar. We printed the statements on separate cards, which were randomly assigned a number. Finally, 2 drug vendors and 4 breeders were used to pilot the study protocol.

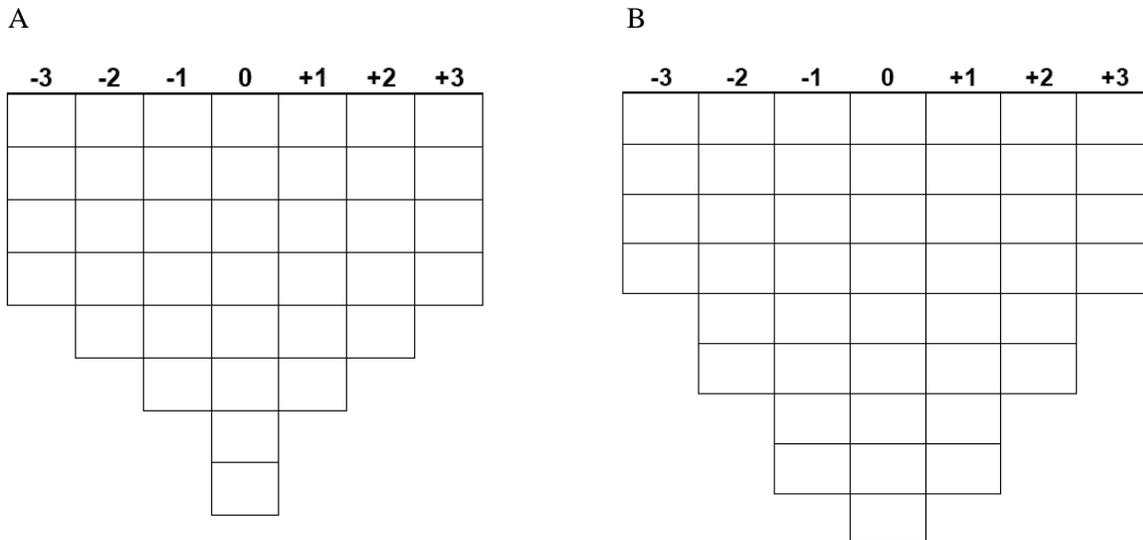
### *Selection of the P-set*

Our respondents were identified with the help of the veterinarian in charge of food safety in the area, of his assistant and through a snowball sampling. We planned to include 30 breeders according to the species present in their farms (pigs, poultry or both), their location (urban or rural) and their type of production (familial, semi-intensive or intensive), and 30 drug vendors according to their type of activity (veterinarians, technicians and sales representatives) and their link with the veterinarian in charge of this commune (independent, working with him, working for a company).

### *Statement sorting and ranking*

The face-to-face interview was undertaken by the principal investigator and the research assistant, both of whom were trained in PE methodology. Throughout the presentation of the study, respondents were informed about the objective, the duration (around 1 hour) and were provided with instructions to complete the tasks. Before the application of the method, a questionnaire on socio-demographic characteristics was completed by the respondent. For breeders, topics concerned age, gender, years of experience, education level (elementary school, middle school, high school, university), species (poultry, pigs or mixt), type (smallholding, semi-intensive, intensive), working status in the farms (owner or employee) and location (urban or rural fokontany). For drug vendors the topics were age, gender, years of experiences, jobs (veterinarians, technicians or other salesmen), relationship with the veterinarian of the commune and training (presence or absence).

The respondents were then asked to rank the *Q-set* (meaning all of the cards) according to certain rules called *conditions of instruction* and to their own point of view. The first step was to place all the statements into three piles: “agree”, “neutral”, “disagree”. Then they were asked to place each statement in a seven grade grid from +3: “totally agree” to -3 “totally disagree”, 0 corresponding to “neutral”, following a forced distribution (fig. 2). The cards were read out loud for people who were not able to read by themselves. During the interviews, they were free to move the cards as they wanted until they finally agreed with the position of all cards. Finally, a discussion was held on the extreme statements (+3 or -3) and sometimes certain other specific statements. At the end, we obtained a *Q-sort* for each participant, which represents an individual subjective pattern.



**Figure 2:** Q-sorting. Breeders: 38 statements (a); drugs sellers: 45 statements (b).

## 2.3. Data analysis

### *Quantitative analysis*

Data analyses were run using R 3.4.1. software with “FactoMineR” and “qmethod” packages. The analytical process is described by Zabala (Zabala & Pascual, 2016). Data are presented in a matrix with statements in rows and *Q-sorts* in columns. First the inter-correlation matrix is calculated, it represents the correlation between each *Q-sorts*. Then, this matrix is reduced, and factors are extracted using Principal Component Analysis (PCA). Adversely to a classic PCA, *Q-sorts* are the variables and disposed in columns in the matrix. The number of principal components chosen for further analysis are based on the following criteria: the eigenvalue of the component should be greater than one, the total variance explained greater than 40%, more than two *Q-sorts* should be loaded by factor and the factors should make sense once the analyses is completed.

The selected factors are then rotated with the Varimax mode to maximize the association between the variables, the *Q-sort* and the factors, and to obtain a clearer structure. To each *Q-sort* a factor loading is calculated and represent the relation between *Q-sorts* and factors. Then, the *Q-sorts* which define a factor are flagged. It belongs to a factor when it follows the two equations:  $l > 1,96\sqrt{N}$  and  $l_j > \sum_{i=1}^f l^2_i - l^2_j$  where  $l$  is the factor loading,  $N$  the number of statements et  $j$  the considered factor ( $p < 0,05$ ) (Zabala, 2014). *Q-sorts* which doesn't respect this or that load to more than one factor are called confounding. For the next steps, only flagged *Q-sorts* are used in further calculations. Then the z-score is calculated. It represents the relationship between a statement and a factor. The factor score is the normalized weighted average statements scores (z-scores). It permits to have factors with different perspectives. At the end, we obtain a factor scores for each statements of each factors, that represent the score that an ideal respondent which loaded 100% with the factors will respond. The interpretation of the factors is based on these scores. When, for a statement they are statistically different between factors, it is called “distinguishing statement”. If

there are no statistical differences between any pair of factors, it is considered as a “consensus statement” (the same opinion is shared by all factors).

### *Socio-demographic characteristic analyses*

To identify variables that could describe respondents within a same discourse, the socio-demographic characteristics from the questionnaire were analyzed with a Kruskal-Wallis test for non-parametric data on the R software.

### *Qualitative analyses*

Each recorded interview was translated into French using WORD Microsoft Office 365 software. Where a recording device was not used, interviews were recorded in writing. The different factors were analyzed and interpreted using the ABC method for sociological sciences (Jain, 2014). Attitudes towards antibiotics were decomposed into three components: an affective component (feelings of breeders and drug vendors toward antibiotics, alternatives and relationships between the two categories of population), a behavioral component related to action (the AMU, advice and alternative usages) and a cognitive component (belief and knowledge about AMU, risks and alternatives).

## **3. Results**

### **3.1. The Q-set**

Two hundred and forty-five statements were formulated based on the literature review and the SSI. After categorization, reviewing and removal of duplicates, 55 statements for breeders and 47 for drug vendors were retained and translated into Malagasy. After the two field test sessions, the final *Q-set* was composed of 38 statements for breeders and 45 for drug vendors.

### **3.2. Breeders**

#### *Presentation of the P-set*

Thirty-one interviews were conducted in the area of Imerintsiatosika. Two farmers did not meet the inclusion criteria (no use of antibiotics and over 2,000 poultry). During data analysis, three *Q-sorts* (so three sets of answers from respondents) were found to be confounding and were removed from the analysis.

Out of the 26 respondents, the majority were men (17/26) and younger than 40 years of age (18/26). Participants were mainly educated (19/26 reached at least high school). Most breeders owned their farm (21/26), had at least one pig (21/26) and worked according to a semi-intensive model (16/26). The number of farms located in rural areas was quite similar to the number in urban areas (46% and 54%, respectively). Finally, the average number of years of experience was 10.38. Details of the socio-demographic characteristics are presented in table 1.

### Factor analysis

Following the PCA, eight factors showed an eigenvalue above 1 and explained more than 50% of the total variance. After rotation, only three factors were extracted. These accounted for 57% of the total variance, loaded more than two *Q-sorts* and were the most meaningful. General factor characteristics, *Q-sorts* factor loadings and flagged *Q-sorts* (*Q-sorts* belonging to a factor) are presented in Supporting Information.

The *Q-set*, z-scores and *Q-sort* values for each factor are presented in table 2. The analysis of the factors was based on statements with extreme values (-3, -2 and +2, +3), the distinguishing statements and the content analysis of each individual interview. Following the analysis, the three discourses were named A “trust in antibiotics”, B “belief in alternatives” and C “moderate use of antibiotics”. The Kruskal Wallis test performed between the three discourses showed that the education level was statistically different between the three groups ( $p < 0.01$ ) with group C having a lower level of education (Supporting Information).

### Consensus statements

Seven statements were consensus statements. When asked about the need for a prescription when buying AB, all the breeders agreed that it was not a waste of money or time (stat. 18: -2, -1). Indeed, they all believed advice from vendors to be necessary when using drugs (stat. 4: +3, +2), in particular regarding dosage (an overdose would lead to severe illness or mortality and an underdose would be ineffective). They did not have a strong opinion regarding the fact that prescriptions decrease the amount of AB used by farmers (stat. 22: 0), suggesting that they did not perceive the need for a prescription as a barrier to AB

**Table 1:** Socio-demographic variables and result of Kruskal-Wallis test for the whole population of breeders (a), people belonging to F1 (b), F2 (c) and F3 (d). \* :  $p < 0,05$  \*\* :  $p < 0,01$

Variables		(a)	(b)	(c)	(d)			
		Population	F1 <i>P</i> value	F2 <i>P</i> value	F3 <i>P</i> value			
<b>Number</b>		<b>26</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>6</b>			
<b>Gender</b>	Woman	<b>9</b>	<b>6</b>	0.53	<b>1</b>	0.39	<b>2</b>	0.08
	Man	<b>17</b>	<b>7</b>		<b>6</b>		<b>4</b>	
<b>Age</b>	≤ 40	<b>18</b>	<b>11</b>	0.02*	<b>4</b>	0.059	<b>3</b>	0.33
	> 40	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>3</b>	
<b>Experience</b>	(years)	<b>10.38</b>	<b>10.7</b>	0.48	<b>6.8</b>	0.83	<b>13.8</b>	0.21
<b>Education</b>	Elementary sch.	<b>4</b>	<b>1</b>	0.07	<b>0</b>	0.009**	<b>3</b>	0.13
	Middle sch.	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</b>	
	High sch.	<b>10</b>	<b>7</b>		<b>1</b>		<b>2</b>	
	University	<b>9</b>	<b>4</b>		<b>5</b>		<b>0</b>	
<b>Status</b>	Owner	<b>21</b>	<b>10</b>	0.67	<b>7</b>	0.008**	<b>4</b>	0.74
	Employee	<b>5</b>	<b>3</b>		<b>0</b>		<b>2</b>	
<b>Specie</b>	Pork	<b>10</b>	<b>6</b>	0.10	<b>3</b>	0.19	<b>1</b>	0.76
	Poultry	<b>5</b>	<b>1</b>		<b>3</b>		<b>1</b>	
	Mixt	<b>11</b>	<b>6</b>		<b>1</b>		<b>4</b>	
<b>Type</b>	Familial	<b>5</b>	<b>3</b>	0.89	<b>2</b>	0.49	<b>0</b>	0.85
	Semi-intensive	<b>16</b>	<b>8</b>		<b>3</b>		<b>5</b>	
	Intensive	<b>5</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>1</b>	
<b>Farm localization</b>	Urban	<b>14</b>	<b>8</b>	0.71	<b>2</b>	0.85	<b>4</b>	0.55
	Rural	<b>12</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>2</b>	

usage. They considered that cleaning the farm is a good way to reduce disease and consequently AB usage (stat. 30: +3), as *“property is a source of health”* E28/R25 (corresponding to answer 25 of breeder number 28). They did not believe that AB are always efficient (stat. 12: -1) saying that it depended on the disease and administration method. Concerning residues, they all believed that it was mandatory to respect the withdrawal time (stat. 5: +3, +2), but they had no understanding of residues in the environment (stat. 33: 0, +1).

### *Discourse 1A “trust in antibiotics”*

This point of view was shared by 13 breeders and represents 23% of total variance. This discourse was influenced by the age of respondents, with statistically fewer people under the age of 40 ( $p = 0.02$ ) (table 1). This group was characterized by a good opinion of AB and weak AMU practices. They strongly disagreed with the possibility of farming animals without using AB (stat. 24: -3), considering this to be unprofessional. AB were not used only when an animal was sick (stat. 32: -2) but also to prevent diseases and stress, particularly in imported chickens that were considered to be less resistant than local breeds (stat. 16: +2) *“I take an example, if today it's really warm and that the next day it's cold, we must use AB [...] and also when the animal moves on to a finisher feed after the growth feed, meaning that there is a dietary transition, we should use AB as it helps avoid animal stress. It's the instructor who taught us to use AB as prevention [...] and it works!”* E27/R13. AB were used as growth promoters (stat. 17: +2). This was consistent with the rest of their discourse concerning the safety of these products. As in group 1C, AB were considered to be safe for animals (stat. 38: +2) as well as for humans (stat 6: -2). But the prescription must be respected (made by the manufacturer that is a trusted professional) and AB should be bought in a specific place (stat. 31: -2), as agreed in group 1B. In accordance with this, it was considered important for them to call the vet when an animal is sick (stat. 34: +3), as they are trained, and therefore the best person to advise them. Meanwhile, they also treated by themselves when they were familiar with the disease, as breeders also have effective knowledge and experience, and the veterinarian is sometimes busy or considered to be too expensive. Finally, they did not have a clear opinion regarding the existence of other disease prevention methods (stat. 15: +1) or of the ability of vaccination to reduce AMU (stat. 11: +1). Thus, they did not consider these alternatives as a good means to reduce AB.

**Table 2:** *Q-set* of breeders for the three factors. **In bold: consensus statements;** in italic: distinguish statements;

## Factor

N°	Statements	F1		F2		F3	
		rank	z-score	rank	z-score	rank	z-score
1	When a neighboring farm has sick animals, it is necessary to treat immediately with antibiotics	1	0.79	-1 †	-0.41	1	0.98
2	Breeders can treat an animal with any dose of antibiotics	-3	-1.93	-3	-1.75	-3	-1.37
3	If breeders use too much antibiotics on animals, we will not be able to treat some human diseases	0	0.08	1†	0.63	0	-0.06
4	<b>We must always ask advice to drug vendors before using antibiotics</b>	<b>3</b>	<b>1.41</b>	<b>2</b>	<b>0.96</b>	<b>2</b>	<b>1.08</b>
5	<b>We must always respect the withdrawal time of the antibiotics before slaughtering an animal</b>	<b>3</b>	<b>1.27</b>	<b>2</b>	<b>1.01</b>	<b>2</b>	<b>0.98</b>
6	Antibiotics use on animals can be dangerous for human health	-2	-1.09	0†	-0.09	-1	-0.73
7	The respect of the withdrawal time of the antibiotics protect consumers health	2	0.94	1	0.82	1†	0.28
8	<i>If breeders always use the same antibiotic to treat their animals, the antibiotic will not be efficient anymore in their farms</i>	0	0.41	3	1.30	0	-0.40
9	Everybody can enter in farms	-3	-1.67	-3	-1.85	-3	-2.26
10	Preventing diseases by antibiotics can lead to inefficient antibiotics	0	-0.18	2†	1.18	0	-0.15
11	<i>Vaccination can reduce antibiotics use in a farm</i>	1	0.76	3	1.29	-1	-0.67
12	<b>Antibiotics use in farms are always efficient</b>	<b>-1</b>	<b>-0.56</b>	<b>-1</b>	<b>-0.55</b>	<b>-1</b>	<b>-0.51</b>
13	Giving antibiotics is the cheaper way to prevent disease	1†	0.52	-2	-1.11	-2	-0.81
14	<i>We can stop antibiotics treatment when the animal is getting better</i>	0	-0.17	-1	-0.78	1	0.62
15	<i>Other methods exist to prevent diseases</i>	1	0.59	2	1.24	-1	-0.51
16	To prevent diseases, breeders should always use antibiotics on imported chicken	2†	0.89	0	-0.23	0	0.18
17	<i>Breeders use antibiotics to accelerate animal growth</i>	2	0.84	-3	-1.67	-2	-0.82
18	<b>Requiring prescription to buy antibiotics represent a loss of time</b>	<b>-2</b>	<b>-0.84</b>	<b>-1</b>	<b>-0.51</b>	<b>-2</b>	<b>-1.00</b>
19	Breeders must follow treatments advice from other breeders	-2	-0.61	-2	-0.81	0†	-0.02
20	The veterinarian or the technician always explain to the breeders which antibiotic he is using when he treats an animal	1	0.42	1	0.50	2†	1.04

21	Respecting the withdrawal time is a waste of money so breeders don't respect it each time	-1	-0.50	-1	-0.55	0†	0.20
22	<b>If prescription by veterinarians was mandatory to buy drugs, breeders would use less antibiotics</b>	<b>0</b>	<b>0.04</b>	<b>0</b>	<b>-0.12</b>	<b>0</b>	<b>-0.27</b>
23	Drug vendors should inform breeders about risks related to antibiotics use	0	0.01	0	0.35	2†	1.02
24	<i>We can breed without using antibiotics</i>	-3	-1.84	0	0.00	-1	-0.76
25	Expensive antibiotics are more efficient	-1	-0.40	0	-0.24	1†	0.54
26	Antibiotics can be used to treat any kind of infections	-1	-0.40	-1	-0.67	3†	1.26
27	Whenever an animal is sick, breeders can always use the same antibiotics	-1	-0.45	-2	-1.30	-2	-0.87
28	Breeders treat themselves with antibiotics because veterinarians and technicians are often busy	0	0.19	1†	0.49	-1	-0.51
29	If breeders separate sick animals from healthy one, we can prevent spreading disease	2	1.08	3	1.54	3	1.48
30	<b>Breeders should often clean the farm to have less disease</b>	<b>3</b>	<b>1.89</b>	<b>3</b>	<b>1.87</b>	<b>3</b>	<b>1.82</b>
31	The place where we buy antibiotics doesn't matter	-2	-1.21	-2	-0.99	0†	0.22
32	Breeders use antibiotics only when animals are sick	-2†	-1.48	2	1.16	1	0.86
33	<b>Antibiotics residues can be found in soil and rivers</b>	<b>0</b>	<b>0.18</b>	<b>0</b>	<b>0.37</b>	<b>1</b>	<b>0.35</b>
34	<i>When an animal is sick, breeders must always call the veterinarian</i>	3	1.77	1	0.49	2	1.22
35	<i>The veterinarian is expensive that's why breeders don't call him every time</i>	1	0.66	0	0.14	-3	-1.12
36	If the antibiotic is expensive, we need to reduce dosage	-3	-1.57	-3	-1.55	-3	-2.06
37	Eating meat (pigs or poultry) raise without antibiotics is better to human health	-1	-0.40	1†	0.64	-2	-0.83
38	<i>Using antibiotics is safe for animals</i>	2	0.95	-2	-0.79	3	1.62

†: statement distinguishing factor from the rest

### *Discourse 1B "belief in alternatives"*

The second discourse included seven breeders and explained 18% of total variance. This discourse was statistically influenced by two variables: farm owners ( $p < 0.01$ ) and more educated people (5 university, 1 high school, 1 middle school, 0 elementary school,  $p < 0.01$ ) (table 1). This discourse was characterized by a more critical opinion of excessive AMU. Unlike the other groups, using AB was not considered to be safe for animals (stat. 38: -2). Excessive use leads to AB resistance and, therefore, they cannot be used as growth promoters (stat. 17: -3) or for disease prevention (stat. 10: +2) "*AB are not made to prevent diseases but to treat them [...] when a disease appears, no antibiotics will be efficient; and it becomes, it becomes, microbes become resistant to drugs*" E31/R30. This was coherent with the rest of their discourse even if it

was not statistically specific to this group: they used AB, but only as a treatment (stat. 32: +2). Moreover, the consistent use of the same AB was linked to a loss of effectiveness (stat. 8: +3). This group also trusted alternatives (stat. 15: +2). Vaccination was considered as the best strategy to prevent disease and reduce AMU (stat. 11: +3).

### *Discourse 1C “moderate approach to antibiotic use”*

This group included six breeders, representing 14% of total variance. It was a heterogeneous group as there were no significant differences between variables (table 1). Contrary to the other groups, which differed in their strong opinion on this kind of topic, they did not have a clear and specific point of view regarding AMU (stat. 24: -1), AMR (stat. 8: 0) and alternatives (stat. 15: -1). For factor 1A, they believed that AB was safe for animals (stat. 38: +3) and for humans as it protects meat from contamination by bacteria (stat. 37: -2). But they seemed to have a moderate use of antibiotics because they were never used as growth promoters (stat. 17: -2). They also thought that AB could be used to treat any kind of infection (stat. 26: +2).

By contrast to the two other factors, the relationship between breeders and veterinarians was more present. They trusted advice given by veterinarians and technicians who always explain the treatment (stat. 20, +2). So, they need to call them when an animal is sick (stat. 34, +3) regardless of economic considerations (stat. 35, -3). They also considered veterinarians and technicians to be the best persons to explain risks to them (stat. 23, +2).

## **3.3. Drug vendors**

### *Presentation of P-set*

Twenty-four people were interviewed in Imerintsiasika, Ambatomirahava and Antananarivo. One person was excluded because of an incoherent discourse. Four *Q-sorts* were confounding and excluded from further analysis. This population was mainly composed of men (12/19), of less than 40 years old (14/19). Technicians represented more than half of the total population (10/19) followed by sales reps (7/19) and veterinarians (2/19). Twenty-six-point three percent worked for chicken production company that was authorized to sell drugs. Most of the drug vendors received training (13/19) and the average number of years of experience was 12.9. Details on socio-demographic characteristics are presented in table 3.

**Table 3:** Socio-demographic variables and result of Kruskal-Wallis test for the whole population of drug vendors (a), people belonging to F1 (b), F2 (c) and F3 (d). \* :  $p < 0,05$  \*\* :  $p < 0,01$

Variables		(a)	(b)		(c)		(d)	
		Population	F1	P value	F2	P value	F3	P value
Number		19	6		7		6	
Gender	Woman	7	2	0.24	3	0.83	2	0.97
	Man	12	4		4		4	
Age	≤ 40	14	4	0.75	6	0.10	4	0.68
	> 40	5	2		1		2	
Experience	(years)	12.9	12	0.50	7.7	0.73	20.17	0.39
Job	Other	7	3	0.23	1	0.06	3	0.11
	Salesman							
	Technician	10	3		4		3	
	Veterinarian	2	0		2		0	
Relation with	Company	4	0	0.38	3	0.14	1	0.58
	Independant	8	3		2		3	
	Veterinarian	7	3		2		2	
Training	Yes	13	2	0.01*	5	0.46	6	0.33
	No	6	4		2		0	

### Factor analysis

After the PCA, six components had an eigenvalue of more than 1 and explained more than 50% of the total variance. Three main factors were retained, accounting for 60% of the total variance (Supporting Information). The main ideas of each discourse, like those of breeders, led to the same group name and flagged *Q-sorts* which are presented in Supporting Information. Analysis and interpretation of discourses was based on table 4.

### Consensus statements

Six statements were consensus statements. For drug vendors, knowledge seemed to be important in AMU as they considered it mandatory to receive training to sell drugs (stat. 31: -3). Moreover, they thought that it is important to be informed about the risks of using AB (stat. 27: +2, +3). But it seems that they did not have a clear opinion about the source of resistance in livestock and particularly the impact of misuse or overuse of AB (stat. 28: +1). Also, they did not have a clear opinion on the way to use narrow or broad-spectrum AB and their impact on resistance (stat. 37: -1), revealing a knowledge gap regarding AB specificity. For them, conditions of storage were essential because the molecules cannot be stored at any temperature or brightness (stat. 39: -3). They said that despite the information given to farmers on storage conditions, these were not always complied with. As for breeders, they considered that keeping the farm clean was a good alternative to antibiotics (stat. 40: +1, +2) as this reduces disease transmission.

*Discourse 2A “trust in antibiotics”*

Six people shared this factor and represented 22% of total variance. This group was influenced by the “training” variable, with a majority lacking in training ( $p < 0.05$ ). For these 3 technicians and 3 other salesmen, it seemed impossible to breed animals without antibiotics (stat. 9: -2). They felt that AB in prevention were essential to overcome stressful conditions like weather change or weaning (stat. 1: +2) and they did not see any link with this practice and manifestations of resistance (stat. 16: -2). They considered that technicians and veterinarians played an essential role for breeders. It was important to inform them about dosage and length of treatment (stat. 5: +2) and to write it down (stat. 11: +3) to be sure that they would complete the treatment even if animals were getting better. It was necessary to examine the animals before administering treatment (stat. 2: +3) to choose the appropriate AB. In coherence with this group, 2B also believed that it was important to inform breeders of the kind of AB used, the reason (stat. 30: -2) and the withdrawal time (stat. 43: +3).

*Discourse 2B “belief in alternatives”*

This discourse was shared by 7 people, representing 20% of the total variance. The two veterinarians were part of this group, but no variables were significantly different. Contrary to the previous discourse, antibiotics were not essential in preventing disease (stat. 1: -2). They linked such practices with reduced effectiveness (stat. 20: -3). As such, and similarly to group 2C, people in this group believed it necessary to change AB (stat. 32: -2; stat. 33: -2) and to not always give the breeders what they want (stat. 35: -3). But, similarly to the others, they believed that prescriptions made by a veterinarian should be mandatory to buy AB (stat. 42: +2) and that it was necessary to raise awareness of breeders about the risks (stat. 15: -2). Moreover, they knew that AB residues can be found in the environment (stat. 36: +2). So, they were aware of the AMR problem and expressed the need to reduce AMU. They also supported alternatives: they were confident that vaccination could decrease AMU in the farm (stat. 19: +3, stat. 34: +2). Furthermore, they were the only group that wanted to carry out more laboratory analyses to reduce their AB consumption and to choose the right AB (stat. 21: +3), even though this was not yet achievable in practice.

*Discourse 2C “moderate approach to antibiotic use”*

Six drug vendors, representing 17% of total variance, belonged to this group which was heterogenous (no significant variable, table. 3). This group did not have a specific point of view regarding the topics investigated. The participants underlined the link between wholesalers and drug vendors. They stated they were satisfied with the number of drugs available from wholesalers (stat. 3: +3). Moreover, they agreed that some people sold fraudulent drugs that could be out-of-date or diluted (stat. 7: +2). We noticed that they preferred to use a broad-spectrum AB (stat. 26: -2). They did not believe there was any risk in using AB if one respected the utilization guidance (stat. 8: +3). They did not think that resistance could be transmitted between animals (stat. 10: -3) and that residues could be found in the environment (stat. 36: -2).

**Table 4:** Q-set of drug vendors for the three factors. In bold: consensus statements; in italic: distinguish statements;

N°	Statements	Factor					
		F1		F2		F3	
		rank	z-score	rank	z-score	rank	z-score
1	<i>Antibiotics to prevent disease are essential to the functioning of the farm</i>	2	1.30	-2	-0.94	-1	-0.31
2	Veterinarians or technicians should move to the farm when animals are sick	3	1.51	1	0.79	2	1.14
3	<i>Wholesalers have enough choice of antibiotics</i>	1	0.40	-1	-0.68	2	1.38
4	Eating meat (pigs or poultry) raise without antibiotics is better for human health	1†	0.95	0	0.02	-1	-0.47
5	It is necessary to inform breeders about dosage and length of treatment	2†	1.36	0	0.29	1	0.35
6	In first intention, we must use the most efficient antibiotics	1	0.31	1	0.51	0	-0.04
7	Some drug vendors sell fraudulent drugs	-1	-0.49	0	-0.14	2†	1.14
8	<i>There is no risk to use antibiotics If we respect the utilization advice</i>	1	1.06	0	0.24	3	1.65
9	Pigs or poultry can be raised without using antibiotics	-2	-1.44	1†	0.55	-1	-0.91
10	If an antibiotic is no longer efficient on an animal, it will also not be efficient on the other animals	-2	-0.71	-1	-0.86	-3†	-1.47
11	Dosage and length of treatment must always be written for the breeders	3†	1.59	1	0.65	1	0.49
12	If we always give the same antibiotics to breeders, it will become inefficient	1	0.31	1	0.53	-1†	-0.26
13	We must always ask questions on clinical signs or examine the animals before using an antibiotic	3	1.67	2†	0.80	3	1.87
14	Antibiotics use on animals is harmful for human health	-1	-0.39	0†	0.33	-1	-0.85
15	It is useless to talk about antibiotic's risks to breeders	0	-0.37	-2†	-1.40	0	-0.13
16	<i>Using antibiotics as preventive methods can lead them to become inefficient</i>	-2	-0.82	1	0.50	0	-0.21
17	Antibiotic choice depends of animal's symptoms	2	1.24	2	1.25	3†	1.86
18	If we misuse or overuse antibiotics on animal, untreatable human diseases can appear	0	-0.35	0†	0.47	0	-0.21
19	Vaccination reduce antibiotics use in livestock production	0	0.16	3†	1.71	0	0.03
20	<i>An antibiotic is always efficient on a bacterial infection</i>	-1	-0.71	-3	-1.68	1	0.84
21	To have the possibility to realize lab analysis will reduce antibiotics use	0	-0.13	3†	1.40	0	-0.16

22	Breeders always follow drug-seller advices	-1	-0.38	-1	-0.79	1†	0.86
23	We can trust in all drugs wholesaler supplier	-2	-1.03	-1	-0.72	1†	0.64
24	Antibiotics as preventive measure should not be use anymore	-2	-0.96	0†	0.28	-2	-1.26
25	<i>A better application of the law could reduce antibiotics use in livestock production</i>	0	-0.14	0	0.44	-1	-0.97
26	<i>It is better to use an antibiotic with a narrow spectrum than a large spectrum</i>	0	-0.25	0	0.32	-2	-1.03
27	<b>It is important to be formed about antibiotic's risks</b>	2	1.07	3	1.49	2	1.05
28	<b>If we misuse or overuse antibiotics, they can become inefficient on animals</b>	1	0.47	1	0.80	1	0.70
29	It is not a problem to give a less efficient antibiotic if it is less expensive for the breeder	-3†	-1.86	-2	-1.19	-2	-1.06
30	It is useless to inform breeders on the kind of antibiotic use and the reasons of their administration	-2	-0.82	-1	-0.77	0†	-0.23
31	<b>Everybody can sell drugs without having specific training</b>	-3	-1.73	-3	-1.82	-3	-2.04
32	When a product is efficient we have always to use the same	1†	0.64	-2	-1.07	-1	-0.54
33	Having only three or four different antibiotics is enough	0†	-0.37	-2	-1.19	-2	-1.14
34	Preventing diseases by vaccinate or cleaning the farms is less expense than using antibiotics	0†	0.29	2	1.13	3	1.53
35	<i>We must always give to the breeders what he wants</i>	1	0.55	-3	-1.91	-3	-1.37
36	<i>Antibiotics residues can be found in the soil or rivers</i>	-1	-0.51	2	0.80	-2	-1.12
37	<b>Using narrow spectrum antibiotics lead to inefficient antibiotics</b>	-1	-0.45	-1	-0.37	-1	-0.38
38	If more official controls were done, drug vendors will sell less antibiotics and win less money	-1	-0.70	-1	-0.32	-2	-1.01
39	<b>Conditions of storage of antibiotics are not important</b>	-3	-1.81	-3	-1.83	-3	-1.32
40	<b>If breeders take good care of their farm (cleaning, food, water, ...) the antibiotics use will reduce</b>	2	1.11	2	0.80	2	1.05
41	Antibiotics should be change if the animals don't cure with the first treatment	2	1.42	1†	0.64	2	1.18
42	Prescription to buy drugs should become mandatory	0	-0.52	2†	0.82	0	-0.02
43	Information about withdrawal time must be given to breeders	3	1.52	3	1.70	1†	0.28
44	<i>More an antibiotic is expensive more efficient it is</i>	-3	-1.59	-2	-0.95	1	0.52
45	Antibiotic choice is independent of the specie to treat	-1	-0.64	-1	-0.65	0†	-0.07

†: statement distinguishing factor from the rest

## 4. Discussion

The aim of this study was to identify patterns of opinions, among breeders and drug vendors from Imerintsiasosika, regarding antibiotic usage. A semi-qualitative method, the Q methodology, was used to this end. The subjectivity of individuals was evaluated through face-to-face interviews in a preliminary approach to the problem of AMR and AMU in this province. Three groups of opinion were identified among both the breeder and the drug vendors populations, with high level of similarities between the two populations. The group A had a positive opinion of AB and a low risk perception, contrary to group B that was aware of the risk of AMR and ready to rely more on alternative options. Group C was fuzzier, with less consistency in the discourse.

### 4.1. Shared opinions about AMU

Farmers and drug vendors were in favor of good management practices and biosecurity measures (stat. 30 for breeders and stat. 40 for drug vendors). Respondents considered that cleanliness, or good husbandry and management practices were factors of good health *“as living beings, humans or animals, we always need cleanliness. When we are clean, we are always in good health”* E8/R25. Protective measures to avoid people entering the farms were also commonly implemented by breeders (stat. 9), as stealing or poisoning pigs are common practices in Madagascar (personal source). But also because people were aware of the possibilities of pathogen transmission between humans and animals *“because diseases spread really fast, and we don’t know from where a person comes from but if they enter the farm they can contaminate it”* E7/14, *“the person manipulates diseased pork meat and will come to my farm and touch the animals”* E10/R44. These biosecurity measures could be explained by the endemic presence of African Swine Fever in Madagascar. At the start of the epidemic, in 1996, half of the pig population of the country died (Ravaomanana et al., 2010). Meanwhile, breeders were afraid of disease transmission and reduced their movements between farms. As no national plan was implemented, nor resources allocated, these protective measures were progressively reduced by breeders. These concerns around such practices were of interest because it has been shown that farms with a high level of biosecurity have fewer diseases (Ribbens, 2008), which in turn leads to a reduction of antimicrobial use (Laureen, 2013).

Another common opinion among breeders was compliance with the withdrawal time (stat. 5) because *“we must wait for the drugs to be completely eliminated before slaughtering the animal otherwise it will transmit to disease to humans”* E15/R27. However, the national prevalence of antibiotic residues in pork carcasses was estimated at 28.3% in 2013 (Rakotoharinome et al., 2014). The difference between our findings and this study can be explained by a number of reasons. It could be due to a misunderstanding of our statements. Indeed, qualitative data revealed that some breeders confused withdrawal time with treatment dosage. A lack of knowledge was also pointed out by a previous study in which 87% of farmers were not aware of the withdrawal times (Crépieux, 2014). Another explanation could be the gap between what farmers think should be done and what they actually do *“we suppose that the withdrawal time of the AB is 5 days and that the animal needs to be sold regardless, if breeders wait it will take 3 or 2 days, and they lose money”* E3/R1.

Breeders shared the opinion that they needed to ask for advice from drug vendors before buying AB (stat. 4). They were mainly interested in the AB dosage to avoid an *“overdose and kill the animal”* E26/R29 and because the veterinarian *“received training on the treatment of the animals”* E17/R31. However, direct observations, open-ended interviews and secondary data in Madagascar (Crépieux, 2014; Rambeloson, 2016) showed that self-medication was quite a common practice in breeders. Most of them considered that they had enough experience to avoid calling the veterinarian *“I called the vet when I started to breed, then I learnt the treatment that he was doing, so I don’t call him now”* E15/R82. Moreover, self-medication was facilitated by easy access to drugs (sold in veterinary practices, drug depots and also in markets) and because a prescription was not always required. They also considered that the veterinarian was too expensive and too busy to come to the farm each time *“vets are lacking, no one will go to the countryside, to a remote place”* E15/R19.

## 4.2. Differences in discourses

In both study populations, two main points of view relating to AMU, AMR and alternatives were present. The main differences regarding AMU between groups A and B, in drug vendors and breeders, concerned the need to use AB in animal breeding (stat. 24, stat. 9), especially for prophylactic measures (stat. 32, stat. 1). These recommendations were provided by all kinds of drug vendors including those hired by companies which offer guidelines on good husbandry practices (vaccination programs, deworming and prevention measures). *“We use it (AB) as soon as an animal is introduced in a farm, against stress, for example. Many breeders use vitamin AB in piglets during the first 3 days of their life because during this period they are sensitive to cold”* DS7/R43 ; *“I mix vitamins and AB in the pig's food when they are not yet sick and when they have diarrhea, I use another AB as a cure”* DS18/R25. “Anti-stress” medication was an AB and vitamin mix commonly used in Madagascar. The use of AB as a prophylactic measure was linked to the desire to increase productivity for most breeders *“because our vet advises us [to use AB as preventive measure] (...) [it] improves animal health (...) and I notice that it helps, and it is what led me to do systematic monthly treatments with the antiparasitic and the 20% [meaning Oxytetracycline 20%]”* E7/R15. This approach was greater in imported chicken that were more productive but less resistant than *akoho gasy*, the local breed. However, people from group B did not believe that this was a good means of preventing disease because *“AB doesn’t prevent the disease but cures it, it fights against the disease”* DS11/R18 and it could lead to their reduced efficiency *“if we give the AB while the animal is not sick, and we use the same when the disease breaks out, it will lead to AMR”* DS20/R31. One veterinarian belonging to group B said that this was outdated advice provided by some drug vendors. Attitudes toward alternatives differed between discourses. Vaccination was an interesting alternative for group B *“the first [alternative] will be the mandatory vaccination of the chicken, this is the most important, because if they are vaccinated, there will be less disease and so we will use less AB”* E9/R38 and because *“vaccination is for prevention, it is used before AB”* DS22/R6. In an European study, vaccination was perceived as the most feasible alternative to reduce AMU in 19 alternatives given to pig health experts, and the fifth in terms of perceived effectiveness which is consistent with our findings (Postma et al., 2015).

People from group B also had a different perception of AMU risk than group A. Group B was aware of the AMR issue and its possible impact on human welfare. Moreover, respondents of this group did not use AB

as a preventive tool, as they believed that AMU can be linked to resistance and they trusted alternatives. Whereas group A did not notice any side effect of AMU, they had a positive opinion of AB and a low perception of risk. In this study, knowledge about AMR was related to lower AMU. So, we can hypothesize that raising awareness or knowledge around AMR will reduce AMU among the breeder and drug vendor populations. Similar results were found in previous studies looking at pig production in European countries where higher risk perception was related to lower AMU (Kramer et al., 2017, V. H. M. Visschers et al., 2016, V. Visschers et al., 2014).

### 4.3. Discussion on the methodology

The Q methodology represents an interesting sociological approach to studying people's perceptions. Having a forced distribution helped people to prioritize their opinion and to identify the most important statements. The method is cheap, as little material is needed and it requires only a small number of participants (Barry & Proops, 1999); it is therefore well adapted to low- and middle-income countries. However, the main limit of this method is that it is time-consuming for both participants and the research team (Barry & Proops, 1999).

Indeed, to be efficient, the Q methodology requires clear and comprehensible statements. It also calls for a maximum amount of information on the subject. To achieve these objectives, SSI and focus groups were run with different kinds of participants in order to collect a diversity of opinions to build the *concourse*. Moreover, two pilot studies were done to test our statements. But, as sometimes noticed during interviews, some participants had trouble understanding certain statements. For future studies, this problem could be limited by doing more SSI and pilot studies.

To guarantee the survey's objectivity, both investigators were trained in PE methodology and most of the participants (except the veterinarian from the city and one technician) were not aware of the survey's objectives. The data were also triangulated by open-ended interviews in order to check the right ranking of the respondents and to ensure a good comprehension of the statements. However, despite the triangulation, some erroneous ranking may have remained as coherence was only checked for a few statements (statements with extreme values). Furthermore, as the majority of respondents were poorly educated and sometimes illiterate, the duration of the interviews was generally longer than one hour and half, leading to shortened open-end questions and potentially to a drop in respondents' concentration.

The main goal of the method was to maximize the diversity of opinions in order to be representative of the whole population (Brown, 2004). However, some farms were located in remote places and were really difficult to access. Moreover, some of our respondents were included in the study because of their direct relationship with other participants, introducing some redundancies in the answer, as strongly related people can have the same opinion. In order to compensate for this lack and to obtain a wide array of perceptions, people were selected according to socio-demographic criteria.

It should be noted that this study was done in a restricted area and that, according to the Q Method, our respondents were not selected by random sampling (Exel & Graaf, 2005). Despite this, the method does not allow a pattern of practices to be generalized to the entire country and no statistics regarding the number of

people belonging to each group can be established. Nevertheless, it does form an interesting preliminary step to the development of further studies.

#### 4.4. Recommendations

AMU control seems weak in Madagascar (Ramahatafandry, 2013) “*there is no control of milk, meat or eggs, there is not even a structure*” DS24/R4. Even though prescriptions are a legal requirement, over-the-counter sales are frequent, as is often the case in LMICs (Dar et al., 2016). This can lead to the misuse of AB with improper treatment and failure to comply with doses or withdrawal time. Another consequence of weak national regulations is the presence of an informal market. As for human medicines (Mattern, 2017), drugs can be purchased from specific places that are well-known to the local population. No studies have been carried out on the informal veterinary market in Madagascar, although its existence was underlined by group C, among drug vendor population. This market leads to the availability of counterfeit, diluted or out-of-date drugs that can be a contributing factor to the development of resistance. It would be necessary to enforce regulations related to AMU and to monitor AMR (OIE, 2017). But the attitude of participants towards regulation is close to a neutral opinion, meaning that people in our study do not seem to be favorable towards regulations that aim to decrease AMR, or are not aware of them. Farmers and drug vendors must be involved in designing policy regulation to raise acceptance (Kramer et al., 2017).

Another issue is the low number of veterinarians in Madagascar. To compensate for this lack, technicians (with varying backgrounds) may provide treatment under the supervision of the veterinarian in charge of the area. In isolated places where there are no veterinarians or technicians, self-proclaimed professionals give advice and sell drugs without adequate knowledge (personal source). Selling drugs in these conditions could have consequences on AMU. Specific communication strategies around AMR should also target these populations.

Our study points to the fact that a proportion of the breeders and drug vendors interviewed were not aware of AMR and displayed excessive and improper AMU. When we compare the three groups, the variable education was significantly lower for group 1C, we may therefore hypothesize that the difficulty of forming an opinion was related to poor knowledge of AMU and AMR. In previous studies, knowledge seems to be correlated to a lower AMU (Kramer et al., 2017) and greater awareness of AMR (Eltayb et al., 2012). As in our study, AMR awareness seems to be related to a more prudent use of AMU and greater confidence in alternatives. Breeders and drug vendors belonging to group A and C must therefore be informed about AMU risks. An increasing awareness of risk has already been underlined in many studies in Europe (Moreno, 2014b; V. Visschers et al., 2014; V. H. M. Visschers et al., 2016; Lhermie et al., 2017). In Madagascar, this may be achieved thanks to “champions”, who are people with good AMU practices belonging to group B. People from the 2B groups could act as the promoters of good AMU practices by raising awareness of people around AMU guidelines and by explaining its possible impact on human health, as was proposed by one veterinarian of this group. Moreover, interviews seemed to indicate that there is a significant amount of communication among breeders. As the reduction of AMR requires a change in habits, group 1B farmers could act as “models”, using their farm to showcase other possible and efficient methods for farming animals. These breeders and drug vendors could also promote alternatives such as

vaccination and biosecurity. People are already aware of certain good practices (e.g. biosecurity, withdrawal time) and this should help the message to be better understood and accepted.

## Conclusion

This study has underlined the need to educate breeders and drug vendors in Madagascar around better AMU practices and to promote awareness of AMR among the different stakeholders. By understanding the underlying factors that shape the perception of AB users, a more effective communication strategy could be developed to achieve accepted changes. A prudent use of AB and the development of alternatives could be advocated by “champions”, such as farmers and drug vendors, who show exemplary behavior. Raising awareness as to the public health risk of AMR could ultimately reduce AMU in the general population. However, future studies are required at the scale of the territory to generalize our findings.

## Author Contributions

CB, DK and FG contributed of the conception and design of the study; CB and DR performed the data collection and analysis; DK, FG, AW and LB reviewed the results; CB and FG wrote the first draft of the manuscript; DK, DR, AW and LB reviewed the draft of the manuscript and wrote sections of it. All authors contributed to manuscript revision, read and approved the submitted version.

## Funding

This work was funded in part by the GREASE platform in partnership (<https://www.grease-network.org/>), France Veterinaire International, Agence Universitaire de la Francophonie and the OneHealth-Indian Ocean platform (<https://www.onehealth-oi.org/>).

## Acknowledgments

We are grateful to all participants in the study, the veterinarian of Imerintsiatosika, the Veterinary Services of Madagascar and all people who contributed to the progress of this project. We also thank Anita Saxena for the professional English proof reading. We are thankful to the Institut Pasteur de Madagascar for hosting the research team and sharing operational resources.

## References

- Barry, J., Proops, J., 1999. Seeking sustainability discourses with Q methodology. *Ecological Economics* 28, 337–345. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00053-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00053-6)
- Brown, M., 2004. *Illuminating Patterns of Perception: An Overview of Q Methodology* 1–21.
- Calba, C., 2015. Etude des apports de l'épidémiologie participative à l'évaluation des systèmes de surveillance en santé animale. Université de Liège, faculté de médecine vétérinaire.

- Catley, A., Alders, R.G., Wood, J.L.N., 2012. Participatory epidemiology: Approaches, methods, experiences. *Veterinary Journal* 191, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.03.010>
- Crépieux, T., 2014. Analyse de l'usage du médicament vétérinaire en élevage porcin en relation avec la présence de résidus dans les viandes porcines, Madagascar. Thèse d'exercice vétérinaire. Lyon.
- Dar, O. a., Hasan, R., Schlundt, J., Harbarth, S., Caleo, G., Dar, F.K., Littmann, J., Rweyemamu, M., Buckley, E.J., Shahid, M., Kock, R., Li, H.L., Giha, H., Khan, M., So, A.D., Bindayna, K.M., Kessel, A., Pedersen, H.B., Permanand, G., Zumla, A., Røttingen, J.A., Heymann, D.L., 2016. Exploring the evidence base for national and regional policy interventions to combat resistance. *The Lancet* 387, 285–295. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00520-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00520-6)
- Eltayb, A., Barakat, S., Marrone, G., Shaddad, S., Stålsby Lundborg, C., 2012. Antibiotic Use and Resistance in Animal Farming: A Quantitative and Qualitative Study on Knowledge and Practices among Farmers in Khartoum, Sudan. *Zoonoses and Public Health* 59, 330–338. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2012.01458.x>
- Etienne, J., Chirico, S., Gunabalasingham, T., Dautzenberg, S., Gysen, S., 2017. EU Insights – Perceptions on the human health impact of antimicrobial resistance (AMR) and antibiotics use in animals across the EU. EFSA Supporting Publications 14. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.EN-1183>
- Exel, J. Van, Graaf, G. De, 2005. Q methodology : A sneak preview. *Social Sciences* 2, 1–30.
- FAO, 2014. Madagascar: Cadre de programmation pays 2014-2019, République de Madagascar.
- Gay, N., Belmonte, O., Collard, J.-M., Halifa, M., Issack, M.I., Mindjae, S., Palmyre, P., Ibrahim, A.A., Rasamoelina, H., Flachet, L., Filleul, L., Cardinale, E., 2017. Review of Antibiotic Resistance in the Indian Ocean Commission: A Human and Animal Health Issue. *Frontiers in Public Health* 5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00162>
- Gay, N., Leclaire, A., Laval, M., Miltgen, G., Jégo, M., Stéphane, R., Jaubert, J., Belmonte, O., Cardinale, E., 2018. Risk Factors of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase Producing Enterobacteriaceae Occurrence in Farms in Reunion, Madagascar and Mayotte Islands, 2016–2017. *Veterinary Sciences* 5, 22. <https://doi.org/10.3390/vetsci5010022>
- Hannah, H., Jost, C., 2011. Public Health Participatory Epidemiology. Introductory Training Module-Manual for trainees.
- Holmes, A.H., Moore, L.S.P., Sundsfjord, A., Steinbakk, M., Regmi, S., Karkey, A., Guerin, P.J., Piddock, L.J.V., 2016. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet* 387, 176–187. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00473-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00473-0)
- Jain, V., 2014. 3D Model of Attitude. *International Journal of Advanced Research in Management and Social Sciences* 3, 1–12.
- Kramer, T., Jansen, L.E., Lipman, L.J. a., Smit, L. a. M., Heederik, D.J.J., Dorado-García, A., 2017. Farmers' knowledge and expectations of antimicrobial use and resistance are strongly related to usage in Dutch livestock sectors. *Preventive Veterinary Medicine* 147, 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.08.023>
- Lhermie, G., Gröhn, Y.T., Raboisson, D., 2017. Addressing Antimicrobial Resistance: An Overview of Priority Actions to Prevent Suboptimal Antimicrobial Use in Food-Animal Production. *Frontiers in Microbiology* 7, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02114>

- Mariner, J.C., Paskin, R., 2000. FAO Animal Health Manual 10 - Manual on participatory epidemiology: methods for the collection of action-oriented epidemiological intelligence. <https://doi.org/10.1029/2002JE002031>.
- Mattern, C., 2017. Le marché informel du médicament à Madagascar : une revanche populaire. Université catholique de Louvain.
- Moreno, Miguel A, 2014. Opinions of Spanish pig producers on the role, the level and the risk to public health of antimicrobial use in pigs. *Research in Veterinary Science* 97, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.04.006>
- Moreno, Miguel A., 2014. Opinions of Spanish pig producers on the role, the level and the risk to public health of antimicrobial use in pigs. *Research in Veterinary Science* 97, 26–31. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.04.006>
- OIE (World Organization for Animal Health), 2017. OIE Annual report on antimicrobial agents intended for use in animals: Better understanding of the global situation, second report.
- OIE (World Organization for Animal Health), 2016. The OIE Strategy on Antimicrobial Resistance and the Prudent Use of Antimicrobials. World Organization for Animal Health 1–12.
- Postma, M., Stärk, K.D.C., Sjölund, M., Backhans, A., Grosse, E., Lösken, S., Belloc, C., Collineau, L., Iten, D., Visschers, V., Nielsen, E.O., Dewulf, J., 2015. Alternatives to the use of antimicrobial agents in pig production : A multi-country expert-ranking of perceived effectiveness , feasibility and return on investment 118, 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.01.010>
- Rakotoharinome, M., Pognon, D., Randriamparany, T., Ming, J.C., Idoumbin, J.P., Cardinale, E., Porphyre, V., 2014. Prevalence of antimicrobial residues in pork meat in Madagascar. *Tropical Animal Health and Production* 46, 49–55. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0445-9>
- Ramahatafandry, I.T., 2013. Contribution à la mise en place d'un système de contrôle officiel des médicaments vétérinaires à Madagascar : Cas de la Région Anlamanga. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaire de Dakar.
- Rambelison, E., 2016. Modes d'utilisation des médicaments vétérinaires dans le district d'Ambatolampy.
- Ravaomanana, J., Michaud, V., Jori, F., Andriatsimahavandy, A., Roger, F., Albina, E., Vial, L., 2010. First detection of African Swine Fever Virus in *Ornithodoros porcinus* in Madagascar and new insights into tick distribution and taxonomy. *Parasites and Vectors* 3, 1–9. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-115>
- Speksnijder, D.C., Jaarsma, D.A.C., Verheij, T.J.M., Wagenaar, J.A., 2015. Attitudes and perceptions of Dutch veterinarians on their role in the reduction of antimicrobial use in farm animals. *Preventive Veterinary Medicine* 121, 365–373. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.014>
- UNPD, 2018. Rapport national sur le développement humain MADAGASCAR 2018.
- Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S. a., Robinson, T.P., Teillant, A., Laxminarayan, R., 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 5649–5654. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>
- Visschers, V., Backhans, A., Collineau, L., Iten, D., Loesken, S., Siegrist, M., Sjölund, M., Stärk, K.D.C., 2015. Perceptions of antimicrobial usage , antimicrobial resistance and policy measures to reduce antimicrobial usage in convenient samples of Belgian , French , German , Swedish and Swiss pig farmers. *Preventive Veterinary Medicine* 119, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.01.018>

Visschers, V., Iten, D.M., Riklin, A., Hartmann, S., Sidler, X., Siegrist, M., 2014. Swiss pig farmers' perception and usage of antibiotics during the fattening period. *Livestock Science* 162, 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.02.002>

Visschers, V.H.M., Postma, M., Sjölund, M., Backhaus, a., Collineau, L., Loesken, S., Belloc, C., Dewulf, J., Emanuelson, U., Grosse Beilage, E., Siegrist, M., Stärk, K.D.C., 2016. Higher perceived risk of antimicrobials is related to lower antimicrobial usage among pig farmers in four European countries. *Veterinary Record* 179, 490. <https://doi.org/10.1136/vr.103844>

Zabala, A., 2014. qmethod: A Package to Explore Human Perspectives Using Q Methodology. *The R Journal* 6, 163–173.

Zabala, A., Pascual, U., 2016. Bootstrapping Q Methodology to Improve the Understanding of Human Perspectives. *PLoS ONE* 11, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148087>

## Annexe 2 : Matériel supplémentaire de l'article 2

N°1

Eigenvalues and percentage of variance obtained from the MCA performed on Farming practice variables and ABU variables

	Farming Practices			ABU patterns		
	Eigenvalue	Percentage of variance	Cumulative percentage of variance	Eigenvalue	Percentage of variance	Cumulative percentage of variance
Dim 1	0.335789458	20.9868411	20.98684	0.245735116	10.8412551	10.84126
Dim 2	0.184227627	11.5142267	32.50107	0.177213665	7.8182499	18.65951
Dim 3	0.103086693	6.4429183	38.94399	0.152599584	6.7323346	25.39184
Dim 4	0.086484687	5.4052929	44.34928	0.137854283	6.0818066	31.47365
Dim 5	0.081113275	5.0695797	49.41886	0.126110391	5.5636937	37.03734
Dim 6	0.067455407	4.2159629	53.63482	0.112235481	4.9515654	41.98891
Dim 7	0.064528380	4.0330237	57.66785	0.102792899	4.5349809	46.52389
Dim 8	0.060760226	3.7975141	61.46536	0.095811283	4.2269684	50.75085

N°2

Characteristics of the 3 antibiotic usage patterns obtained from MCA and HCA on the 111 Vietnamese chicken farms surveyed that use antibiotics. The results of the multifactorial analysis show the category of active and supplementary variables associated positively ( $v\text{-test} > 2$ ) in bold or negatively ( $v\text{-test} < -2$ ) with the cluster, represented as follow \* for p-value  $< 0.05$ , \*\* for p-value  $< 0.01$  and \*\*\* for p-value  $< 0,001$

Variables	AB farms (n=111)	Group A (n=27)		Group B (n=67)		Group C (n=17)	
<b>FARM CHARACTERISTICS</b>							
Other animals							
Yes	42 (37.8%)	13 (48.1%)		23 (34.3%)		6 (35.3%)	
No	69 (62.2%)	14 (51.8%)		44 (65.7%)		11 (64.7%)	
Contact with other poultry							
Yes	10 (9%)	0 (0%)		4 (6%)		6 (35.3%)	***
No	101 (91%)	27 (100%)		63 (94%)		11 (64.7%)	***
Housing							
Inside	54 (48.6%)	27 (100%)	***	78 (40.3%)	*	0 (0%)	***
In and out	50 (45.1%)	0 (0%)	***	38 (56.7%)	**	11 (64.7%)	*
Free range	7 (6.3%)	0 (0%)		2 (3%)		6 (35.3%)	***
Automatic water distribution							
Yes	54 (48.6%)	27 (100%)	***	26 (38.8%)	*	0 (0%)	***
No	57 (51.3%)	0 (0%)	***	41 (61.2%)	*	17 (100%)	***
Breed							

Foreign	37 (33.3%)	25 (92.6%)	***	12 (17.9%)	***	0 (0%)	***
Cross breed	43 (38.7%)	0 (0%)	***	37 (55.2%)	***	5 (29.4%)	
Local	31 (27.9%)	2 (7.4%)		18 (26.9%)		12 (70.6%)	***
Age flock							
Single Age	102 (91.9%)	25 (92.6%)		65 (97%)	*	12 (70.6%)	**
Multiple Age	9 (8.1%)	2 (7.4%)		2 (3%)	*	5 (29.4%)	**
Technical records							
Yes	47 (42.3%)	27 (100%)	***	19 (28.4%)	***	2 (23.5%)	
No	64 (57.7%)	0 (0%)	***	48 (71.6%)	***	13 (76.5%)	***
DOC/pullet supplier							
Chicken company	23 (20.7%)	23 (85.2%)	***	0 (0%)	***	0 (0%)	*
Store	7 (6.3%)	0 (0%)		6 (9%)		1 (5.9%)	
Local Hatchery	34 (30.6%)	0 (0%)	***	27 (40.3%)	**	8 (47.1%)	
Hatchery company	31 (27.9%)	4 (14.8%)		27 (40.3%)	***	0 (0%)	**
Trader/market	8 (7.2%)	0 (0%)		5 (7.2%)		2 (11.8%)	
Own production	8 (7.2%)	0 (0%)		2 (3%)	*	6 (35.3%)	***
Market							
Chicken company	26 (23.4%)	25 (92.6%)	***	1 (1.5%)	***	0 (0%)	**
Middleman	70 (63.1%)	2 (7.4%)	***	63 (94%)	***	5 (29.4%)	**
Direct selling	8 (7.2%)	0 (0%)		3 (4.5%)		5 (29.4%)	**
Own consumption	7 (6.3%)	0 (0%)			**	7 (41.2%)	***
FEED							
Change feed							
Yes	93 (83.8%)	19 (70.4%)	*	62 (92.5%)	**	11 (64.7%)	
No	18 (16.2%)	8 (29.6%)	*	5 (7.5%)	**	6 (35.3%)	
Scavenging							
Yes	26 (23.4%)	0 (0%)	***	16 (23.9%)		10 (58.8%)	***
No	85 (76.6%)	27 (100%)	***	51 (76.1%)		7 (41.2%)	***
Other feed							
Yes	17 (15.3%)	0 (0%)	**	8 (11.9%)		8 (47.1%)	***
No	94 (84.7%)	27 (100%)	**	59 (88.1%)		9 (52.9%)	***
Cereals							
Yes	25 (22.5%)	0 (0%)	***	8 (11.9%)	**	16 (94.1%)	***
No	86 (77.5%)	27 (100%)	***	59 (89.1%)	**	1 (5.9%)	***
BIOSECURITY							
Down time							
<2	17 (15.3%)	1 (3.7%)	*	1 (1.5%)	**	14 (82.3%)	***
2	16 (14.4%)	10 (37%)	***	6 (9%)		0 (0%)	

>2	78 (70.3%)	16 (59.3%)		60 (89.5%)	***	3 (17.6%)	***
Entering in the farm							
Vet and staffs only	37 (33.3%)	22 (81.5%)	***	15 (22.4%)	**	0 (0%)	***
Different visitors	74 (66.7%)	5 (18.5%)	***	52 (77.6%)	**	17 (100%)	***
Protocol of biosecurity							
Yes	28 (25.2%)	23 (85.2%)	***	6 (7.5%)	***	0 (0%)	**
No	83 (74.8%)	4 (14.8%)	***	62 (92.5%)	***	17 (100%)	**
HEALTH MANAGEMENT							
Deworming							
Yes	91 (82%)	13 (48.1%)	***	65 (97%)	***	13 (76.5%)	
No	20 (18%)	14 (51.8%)	***	2 (3%)	***	4 (23.5%)	
Anticoccidial drugs							
Yes	87 (78,4%)	15 (55.6%)		62 (92.5%)	***	10 (58.8%)	
No	24 (21,6%)	12 (44.4%)	**	5 (7.5%)	***	7 (41.2%)	
Mortality rate							
Don't know	6 (5.4%)	0 (0%)		2 (3%)		4 (23.5%)	**
<=5	57 (51.3%)	17 (63%)		36 (53.7%)		4 (23.5%)	*
5-10	37 (33.3%)	9 (33.3%)		23 (34.3%)		6 (35.3%)	
>10	11 (9.9%)	1 (3.7%)		6 (9%)		3 (17.6%)	
SUPPLEMENTARY VARIABLES							
Farm type							
Backyard	22 (19.8%)	0 (0%)	***	6 (9%)	***	17 (100%)	***
Semi-intensive	28 (25.2%)	0 (0%)	***	28 (41.8%)	***	0 (0%)	**
Intensive family	37 (33.3%)	3 (11.1%)		33 (49.2%)	***	0 (0%)	**
Contract	24 (21.6%)	24 (88.4%)	***	0 (0%)	***	0 (0%)	*
Production							
Broilers	70 (63.1%)	12 (44.4%)	*	45 (67.2%)		13 (76.5%)	
Laying hens	36 (32.4%)	15 (55.6%)	**	21 (31.3%)		0 (0%)	***
Roosters	5 (4.5%)	0 (0%)		1 (1.5%)		4 (23.5%)	**
Province							
Hanoi	54 (48.6%)	16 (59.3%)		30 (44.8%)		8 (47.1%)	
Long An	57 (51.3%)	11 (40.7%)		37 (55.2%)		9 (52.9%)	
Gender							
F	26 (23.4%)	5 (18.5%)		16 (23.9%)		4 (23.5%)	
M	85 (76.6%)	22 (81.5%)		51 (76.1%)		13 (76.5%)	
Age							
<30	13 (11.7%)	9 (33.3%)	***	4 (6%)	*	0 (0%)	
30-45	28 (25.2%)	5 (18.5%)		17 (25.4%)		6 (35.3%)	
46-60	51 (46%)	10 (37%)		34 (50.7%)		6 (35.3%)	
>60	19 (17.1%)	3 (11.1%)		12 (17.9%)		5 (29.4%)	
Education							

Illiterate/primary school	6 (5.4%)	0 (0%)		5 (7.5%)		1 (5.9%)	
secondary school	49 (44.1%)	6 (22.2%)	**	35 (52.2%)	*	8 (47.1%)	
High school	38 (34.2%)	11 (40.7%)		23 (34.3%)		4 (23.5%)	
college or higher	18 (16.2%)	10 (37%)	**	4 (6%)	***	4 (23.5%)	
Experience of farming (years)							
<5	21 (18.9%)	12 (44.4%)	***	8 (11.9%)	*	1 (5.9%)	
5-10	34 (30.6%)	8 (29.6%)		23 (34.3%)		4 (23.5%)	
11-15	21 (18.9%)	6 (22.2%)		11 (16.4%)		5 (29.4%)	
>15	32 (28.8%)	1 (3.7%)	***	25 (37.3%)		7 (41.2%)	
Start work in farm							
<5	24 (21.6)	14 (51.9)	***	9 (13.4)	*	1 (5.9)	
5-10	34 (30.6)	7 (25.9)		23 (34.3)		4 (23.5)	
11-15	21 (18.9)	5 (18.5)		11 (16.4)		5 (29.4)	
>15	32 (28.8)	1 (3.7)	***	24 (35.8)	*	7 (41.2)	
Main activity							
Poultry	69 (62.2%)	26 (96.3%)	***	41 (61.2%)		1 (5.9%)	***
Agriculture	20 (18%)	0 (0%)	**	16 (23.9%)	*	5 (29.4%)	
Other	22 (19.8%)	1 (3.7%)	*	10 (14.9%)		11 (64.7%)	***
Employees (other than family)							
Yes	19 (17.1%)	19 (70.4%)	***	0 (0%)	***	0 (0%)	*
No	92 (82.9%)	8 (29.6%)	***	67 (100%)	***	17 (100%)	*
Family worker							
Yes	55 (49.8)	6 (22.2%)	**	40 (59.7)	**	9 (52.9)	
No	56 (50.5)	21 (77.8)	**	27 (40.3)	**	8 (47.1)	Non-signif.
Occasional worker							
Yes	36 (32.4%)	8 (29.6%)		23 (64.3%)		12 (70.6%)	
No	75 (67.6%)	19 (70.4%)		44 (65.7%)		5 (29.4%)	
Poultry income							
<25	22 (19.8%)	0 (0%)	***	10 (14.9%)		12 (70.6%)	***
25-50	21 (18.9%)	0 (0%)	**	19 (38.4%)	**	2 (11.8%)	
51-75	25 (22.5%)	6 (22.2%)		19 (28.4%)		0 (0%)	**
>75	29 (26.1%)	12 (44.4%)	*	16 (23.9%)		1 (5.9%)	*
don't know	14 (12.6%)	9 (33.3%)	***	3 (4.5%)	**	2 (11.8%)	
Productive crop							
Yes	62 (55.9)	8 (29.6%)	**	42 (62.7%)		12 (70.6%)	
No	49 (44.1)	19 (70.4%)	**	25 (37.3%)		5 (29.4%)	
Investment source							
Chicken company	8 (7.2%)	8 (29.6%)	***	0 (0%)	***	0 (0%)	
external	28 (25.2%)	10 (37%)		18 (26.4%)		0 (0%)	*
Own money	65 (58.6%)	9 (33.3%)	**	39 (58.2%)		17 (100%)	***

ext/own	10 (9%)	0 (0%)		10 (14.9%)	**	0 (0%)	
Hireland							
Yes	13 (11.7%)	8 (29.6%)	**	5 (7.5%)		0 (0%)	
No	98 (88.3%)	19 (70.4%)	**	62 (92.5%)		17 (100%)	
Borrow money (to buy feed)							
Yes	34 (30.6%)	3 (11.1%)	**	30 (44.8%)	***	1 (5.9%)	*
No	77 (69.4%)	24 (88.9%)	**	37 (55.2%)	***	16 (94.1%)	*
Feed cost							
<50	4 (3.6%)	0 (0%)		0 (0%)	*	4 (23.5%)	***
51-65	28 (25.2%)	11 (40.7%)	*	16 (23.9%)		1 (5.9%)	*
65-80	41 (36.9%)	3 (11.1%)	**	35 (52.2%)	***	3 (17.6%)	
>80	8 (7.2%)	2 (7.4%)		5 (7.5%)		1 (5.9%)	
don't know	30 (27%)	11 (40.7%)		11 (16.4%)	**	8 (47.1%)	
Distance farm							
<500	87 (78.4%)	18 (66.7%)		53 (79.1%)		16 (94.1%)	
>500	24 (21.6%)	9 (33.3%)		14 (20.9%)		1 (5.9%)	
AP feed							
no	12 (10.8%)	1 (3.7%)		4 (6%)		7 (41.2%)	***
probiotic vitamins electrolytes	83 (74.8%)	25 (92.6%)	*	52 (77.6%)		6 (35.3%)	***
probiotic vitamins electrolytes detoxifying	7 (6.3%)	1 (3.7%)		5 (7.5%)		0 (0%)	
vitamins electrolytes or probiotics	9 (8.1%)	0 (0%)		6 (4.5%)		4 (23.5%)	
AP sickness							
no	34 (30.6%)	3 (11.1%)	**	20 (29.8)		11 (64.7%)	**
probiotic vitamins electrolytes	55 (49.5%)	18 (66.7%)	*	33 (49.2%)		4 (23.5%)	*
vitamins electrolytes or probiotics	13 (11.7%)	4 (14.8%)		8 (11.9%)		1 (5.9%)	
vitamins electrolytes or	9 (8.1%)	2 (7.4%)		6 (9%)		1 (5.9%)	

N°3

## Description of the three farming practices

The first cluster included 27 farms and was named group “A”. This group was characterised by “intensive company and contract” farms (24 farms representing 88.4% of farms in the “Contract” cluster had a contract with a chicken company), the remaining three farms were “intensive family” farms. The number of chickens was between 3,000 and 470,000 (median= 15 000). Foreign chickens were raised in closed buildings (100%) with automatic facilities (100% had automatic water distribution). They were fed exclusively with industrial feed (100%). Poultry production represented the main activity (96.3%) of the interviewees and the main source of income (44.4%) and they did not grow crops (70.4%). Farmers were mainly young (33.3% under the age of 30) with less than 5 years of experience (44.4%), less than 5 years on this farm (%), and with higher education (37% had been to college or higher education). Those farms were also characterised by the fact that there were employees (70.4% had at least one employee who was not a family member) working in the farm. The investment to start the activity came from the chicken company (29.6%), farmers didn’t have to borrow money (88.9%) but needed to hire land (29.6%). DOCs or pullets were provided by the chicken company (85.2%) and the outputs of the farm were also sold to the company (92.6%). Biosecurity practices characterised these farms with a downtime of two weeks (37%), a clearly defined protocol (85.2%) and entrance allowed only for veterinarians and staff (81.5%). Also, these farmers did not deworm (51,8%) or treat the chickens with anticoccidial drugs (44.4%). Chickens were supplemented with alternative medicines (probiotics, electrolytes, vitamins) regularly (92.6%) and when they were sick (66.7%).

The second cluster included 67 farms and was named group “B”. This cluster had a strong association with “semi-intensive” (41.8%) and “intensive family” (49.2%) farms. The number of chickens was between 40 and 15,000 (median= 2,000). Crossbreed chickens (55.2% mix between local and foreign chickens) were raised in semi-confined system (56.7%) without automatic facilities (61.2% did not have automatic water distribution). Chickens mainly fed industrial feed with different formulations according to the age of the chickens (92.5%). There was an over-representation of interviewees for whom agriculture was their main activity (23.9%) and chicken production represented between 25 and 50% of their total income (38.4%). Respondents completed secondary school (52.2%) and started working more on the farm more than 5 years ago. The investment to start the farm came from their own money and bank loan (14.9%), they usually had to borrow money (44.8%) to run their activities, specially to buy feed. No employees worked on the farm (100%), only family members (59.7%). Their main source of supply for DOCs and/or pullets were their local hatchery (40.3%), or hatchery company (40.3%) and products were sold mostly through middlemen (94%). They did not have a biosecurity protocol and different visitors (77.6%) were allowed to come on the farm (92.5%). The downtime was usually more than 2 weeks (89.5%). In most cases, chickens are dewormed (97%) and treated with anticoccidial drugs (92.5%).

The last group included 17 farms and was named group “C”. All the farms in this cluster were from the “backyard” farm category (100%). The number of chickens was between 16 and 2,800 (median= 58). Local breed chickens (70.6%) were raised in semi-confined (64.7%) or in a free-range system (35.3%) in contact with other poultry (35.3%). They were fed with industrial feed but also with grain (94.1%), scavenging

(58.8%) and other feed (47.1%). Poultry production was not their main activity (64.7% of the respondents had other employment besides chicken production) and it represented less than 25% of their total income (76,5%). They invested their own money and did not have to borrow money to run their activities (100%). DOCs and pullets were produced on the farm (35.3%) and chickens were raised mainly for their own consumption (41.2%) or for direct selling (29.5%). They also had no protocol of biosecurity (100%). They did not supplement chicken feed with alternative medicines (41.2%) even when they were sick (64.7%).

N°4

#### Description of the “No antibiotic use” population

This group included 5 backyard farms, 1 semi-intensive family farm and 1 contract farm. The number of chickens per farm was between 20 and 5,000 with a median of 65 chickens. On the 6 family farms, all of them raised crossbreed or local breed broilers. Poultry farming was not their main activity and poultry production represented less than 50% of their income. Four farms raised free range chickens, together with other poultry, bred their own chickens and consumed their own products. The two others raised chickens in a semi-confined system, they bought the Day-Old-Chicks (DOC) in the local market and sold their products directly to consumers. All 6 farms fed their chickens with grain which could be completed with scavenging (5/6), industrial feed (4/6) or other feed (3/6) without any adaptation of the formula according to the age. Five out of the six farms raised the chickens in multiple age flocks without downtime. None of them vaccinated the chickens, only 2 dewormed and 2 treated with anticoccidial drugs. For the farm that had a contract with a company, foreign breed laying hens were raised in cages in a closed building with fully automatic facilities. Laying hens were fed with industrial feed according to their age. Pullets were supplied by the chicken company and products were also sold to the company. Chickens were vaccinated according to company recommendations and were dewormed but were not treated with anticoccidial drugs. Biosecurity measures were applied on the farm (only staff and vets were allowed to enter in the farm, biosecurity protocol).

Only the contract farm asked for technical advice (to the chicken company) and isolated, improved feed and the environment and gave alternative medicines when the chickens were sick.

## Annexe 3 : Questionnaire d'enquête article 2

### A. GENERAL INFORMATION

1. Telephone:
2. Gender:
  - a. Male.
  - b. Female
3. Age (years):
  - a. <30
  - b. 30 - 45
  - c. 46 - 60
  - d. >60
  - e. Don't know / Don't answer
4. Education:
  - a. Primary school or illiterate
  - b. Secondary school
  - c. High school
  - d. College or higher
  - e. Don't know / Don't answer
5. What is your occupation in the farm?
  - a. Owner of the farm
  - b. Technician / veterinarian →Q8
  - c. Farm worker, responsible of the daily care of the chicken →Q8
  - d. Owner's relatives
  - e. Other (specify) →Q8
  - f. Don't know / Don't answer
6. How many members of your family are present in the household (all member living together)?
7. Relation with the head of the household:
  - a. Head
  - b. Spouse/husband
  - c. Daughter/son
  - d. Mother/farther
  - e. Uncle/aunt
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know / Don't answer
8. Do you consider chicken farming as your main activity?
 

Yes→Q10

No
9. If no, what is your main activity?
  - a. Agricultural products excluding livestock
  - b. Other livestock production
  - c. Official
  - d. Business owner
  - e. Retired
  - f. Animal drug/feed company
  - g. Housewife
  - h. Free labor

- i. Other (specify)
  - j. Don't know/don't answer
10. Do you have a productive crop?
- a. Yes
  - b. No → **Q12**
11. If yes, what is the total area of the land that you cultivate? (specify unit m<sup>2</sup>/ha)
12. Do you raise other type of animals besides chickens?
- a. Yes
  - b. No → **17**
13. Which types of animals do you have in your farm besides chickens?
- a. Pig
  - b. Milk cow
  - c. Beef
  - d. Buffalo
  - e. Goat
  - f. Other poultry
  - g. Aquaculture (shrimp, fish, ...)
  - h. Other (specify)
  - i. Don't know/don't answer
14. For each species, specify the current number
15. If other poultry what species is it?
- a. Quail
  - b. Duck
  - c. Goose
  - d. Other (specify)
  - e. Don't know/don't answer
16. For each species of poultry, specify the current number
17. Which type of chicken do you consider as your main chicken production?
- a. Laying hens
  - b. Broiler chickens
  - c. Breeders
  - d. Roosters
  - e. Don't know/ don't answer
18. If laying hens, which type?
- a. Laying hens for eggs consumption
  - b. Laying hens for breeding eggs
19. For the type of chicken, specify the current number
20. Do you have other chickens besides this production?
- a. Yes
  - b. No → **Q23**
21. What types of chickens is it? **MCQ**
- a. Laying hens
  - b. Broiler chickens
  - c. Breeders
  - d. Roosters
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer
22. For each type, specify the current number
23. If other type of chickens is the farm, are all the chickens raised together (main production and other chickens)?
- a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
24. How many years of chicken farming experience do you have?

- a. <5 years
  - b. 5 – 10 years
  - c. 11- 15 years
  - d. > 15 years
  - e. Don't know/don't answer
25. When did you start to work in this farm? (years)
- a. <5 years
  - b. 5 – 10 years
  - c. 11- 15 years
  - d. > 15 years
  - e. Don't know/don't answer
26. If <5 years what did you do before working in this farm and why did you change of activity?
27. What is the status of your farm?
- a. Company farm (if possible, specify the name)
  - b. Contract farm (if possible, specify the name)
  - c. Family farm
  - d. Other (specify)
  - e. Don't know/don't answer
28. How many people are working regularly in the farm (including you and family member)?
29. How many people are working regularly in the farm and are a family member?
30. If company or contract farm, what are the position of the worker in the farm (specify the number of people related to it)?
- a. Manager:
  - b. Technician / veterinarian
  - c. Farm worker:
  - d. Other (specify):
  - e. Don't know/don't answer
31. Do you have people that are working occasionally in your farm for vaccination or disinfection? (specify the number)?
- a. Vaccination
  - b. Disinfection
  - c. No other worker
  - d. Other
  - e. Don't know/don't answer
32. What are the total hours per day spend for chicken farming (all workers including family member)?
- a. <5 hours
  - b. 5-10 hours
  - c. 11-15 hours
  - d. >15 hours
  - e. Don't know/don't answer
33. How does poultry production contribute to your household income?
- a. Under 25%
  - b. 25%-50%
  - c. 51%-75%
  - d. 76%-100%
  - e. Don't know/don't answer
34. From who did you (or the owner) get the money to start your (the) activity?
- a. Chicken company→**Q36**
  - b. My own money→**Q36**
  - c. Loan to the bank
  - d. From my relatives→**Q36**
  - e. Other (specify)

f. Don't know/don't answer

35. If loan to the bank, what was the duration of the loan?

- a. ≤5 years
- b. 6 – 10 years
- c. > 10 years
- d. Don't know/don't answer

36. If loan to the bank, did you finish to pay the loan?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

37. Do you need to borrow money or loan feed cost/material cost for your activity?

- a. Yes
- b. No → Q39
- c. Don't know/don't answer → Q39

38. If yes, for which purpose? **MCQ**

- a. To buy feed
- b. To build another building
- c. To buy more equipment
- d. Other (specify)
- e. Don't know/don't answer

39. Do you need to hire land for raising chickens?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

## B. GENERAL CHARACTERISTICS OF THE CHICKEN FARM

### B1. Technical characteristics

These questions concern only about the main type of chicken production choose in **Q17**

1. What breed do you mainly raise in your chicken farm?

- a. Indigenous/local
- b. Foreign
- c. Cross-breed
- d. Other
- e. Don't know/ don't answer

2. Name of the breed:

3. How long is the average duration of the production cycle for one flock of broiler, or batch of breeders/layers (in weeks)?

➤ If Q17 is boiler: answer Q4 → Q6 and then go to Q13

4. If broiler chicken, how many different flocks do you have in the same time?

5. For each flock, precise the age of the chickens (write "mixt" if the chickens are from different ages in one flock and specify min and max age). *Ex: In backyard farm, multiple age chickens were raised in one flock: "mixt" and min-max age*

6. Please specify in each flock, the average size of the flock

➤ If Q18 is laying hens for egg consumption: answer Q7 → Q9 and then go to Q13

7. How many different flocks do you have in the same time?

- a. Pullet
- b. Laying hens for egg consumption
- c. Both pullet and laying hens in the same flock
- d. Other (specify)

8. For each flock, precise the age of the chickens (write "mixt" if the chickens are from different ages in one flock and specify min and

max age). Ex: In backyard farm, multiple age chickens were raised in one flock: “mixt” and min-max age

9. Please specify for each flock, the average size of the flock

a. Pullet

b. Laying hens for egg consumption

c. Other (specify)

- If Q18 is laying hens for eggs breeding and breeder answer Q10→Q12 and then go to Q13

10. How many different flocks do you have in the same time?

a. Pullet

b. Laying hens for eggs breeding/ breeder

c. Both pullet and laying hens in the same flock

d. Other (specify)

11. For each flock, precise the age of the chickens (write “mixt” if the chickens are from different ages in one flock). Ex: In backyard farm, multiple age chickens were raised in one flock: “mixt” and min-max age

12. Please specify for each flock, the average size of the flock

a. Pullet

b. Laying hens for egg breeding/ breeder

c. Other (specify)

ALL answers

13. How do you keep your chicken?

a. Confined in a dedicated house→Q14

b. Confined in a house with access to outside→Q14

c. Free-range→Q24

d. Other (specify)

- If Q13 is confined in a dedicated shed/confined in a house with access to outside

14. What type of house is it?

a. Solid house (concrete, brick, ...)

b. Semi-solid house (half concrete, half other materials)

c. Simple house (wood, bamboo)

d. Other (specify)

e. Don't know/don't answer

15. How many poultry house do you have?

16. What is a size of a poultry house (m<sup>2</sup>)

17. How many chickens do you keep in this house?

18. If confined in a dedicated house, do you keep your chickens in cage?

a. Yes

b. No →Q21

19. If yes, what is the size of a cage? (m<sup>2</sup>)

20. If yes, how many chickens/cage?

21. What kind of floor do you have in the chicken's house? **MCQ**

a. Litter

b. Slatted floor

c. Beaten earth floor

d. Concrete floor

e. Other (specify)

f. Don't know/don't answer

22. If litter, how often do you remove it totally?

a. More than two times per batches

b. Two times per batches

- c. After each batch
- d. Don't remove it totally
- e. Don't know/don't answer

23. Do you have a canvas?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

If Q13 is confined in a dedicated house go to **Q30**

If Q13 is confined in a house with access to outside go to **Q24**

- If Q13 is confined in a house with access to outside/Free-range

24. What is the total area that the chickens have access (house + outside access)? (specify unit)

25. How many chickens do you keep in this area?

26. Do you have fences?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

27. Do you have a roof done in net?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

28. Do the chicken are locked in a close place for the night?

- a. Yes
- b. No → Q30
- c. Don't know/don't answer → Q30

29. If yes, what type of house is it?

- a. Semi-solid house (half concrete, half other materials)

- b. Simple house (wood, bamboo)
- c. Other (specify)
- d. Don't know/don't answer

ALL answers

30. Do you have an automatic feed distribution?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

31. Do you have an automatic water distribution?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

If Q13 is free-range or confined in a house with access to outside go to **B2**

- If Q13 is confined in a dedicated house

32. If confined in a dedicated house, do you have an automatic temperature control?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

33. If confined in a dedicated house do you have an automatic lighting control?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

B2. Associations or cooperatives

1. Are you part of a group or cooperative of farmers?
  - a. Yes
  - b. No → B3
  - c. Don't know/don't answer → B3
2. What is the name of the group or cooperative?
3. How many people are part of this group or cooperative?
4. What do you do with this group? **MCQ**
  - a. Technical support
  - b. Investment support
  - c. Buy feed and/or drugs together
  - d. Sell the products together
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer

### B3. Inputs

1. Do you change the feed depending on the age of the chickens?
  - a. Yes → Q4
  - b. No
2. What types of feed do you give to the chickens? **MCQ**
  - a. Completed feed
  - b. Concentrated feed
  - c. Raw materials
  - d. By-products
  - e. Spill/ leftover feed
  - f. Free-range scavenging
  - g. Other (specify)
  - h. Don't know/don't answer
3. If raw materials, please specify: **MCQ**
  - a. Corn

- b. Soy
- c. Broken rice
- d. Manioc bran
- e. Other (specify)
- f. Don't know/don't answer

Then go to **Q8**

➤ Change of feed depending on the age of the chickens

4. How many different feed formulations do you use?
  - a. 2
  - b. 3
  - c. 4
  - d. 5
  - e. 6

For each feed formulation, repeat Q5 to Q7

5. Please, specify the age of the chickens
6. What types of feed do you give to the chickens? **MCQ**
  - a. Completed feed
  - b. Concentrated feed
  - c. Raw materials
  - d. By-products
  - e. Spill/ leftover feed
  - f. Free-range scavenging
  - g. Other (specify)
  - h. Don't know/don't answer
7. If raw materials, please specify: **MCQ**
  - a. Corn

- b. Soy
- c. Broken rice
- d. Manioc bran
- e. Other (specify)
- f. Don't know/don't answer

## ALL answers

8. How do you mix the feed?
9. Does the feed contain antibiotics or do you add antibiotic in powder in the feed?
- a. Yes
  - b. No → Q11
  - c. Don't know/don't answer
10. If yes, specify for which formulation
- a. Formulation 1
  - b. Formulation 2
  - c. Formulation 3
  - d. Formulation 4
  - e. Formulation 5
11. Do you mix something else in the feed or in the drinking water regularly?
- a. Yes
  - b. No → Q15
  - c. Don't know/don't answer → Q15
12. If yes, could you specify which one? **MCQ**
- a. Probiotic
  - b. Vitamins
  - c. Herbal medicines (specify)
  - d. Essential oils
  - e. Electrolytes
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
13. At which frequency do you give these products?
- a. Every day
  - b. Once per week
  - c. Every two weeks
  - d. Every month
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer
14. Where do you mainly get these products?
- a. From the contract chicken company
  - b. Drug company representative
  - c. Feed company representative
  - d. Alternative products company representative
  - e. Feed agency
  - f. Animal drug shop
  - g. Internet
  - h. Own production
  - i. Other (specify)
  - j. Don't know/don't answer
- Feed source
15. For complete or concentrated feed, where do you mainly buy your feed?
- a. Feed company
  - b. Feed agency
  - c. Animal drug and feed store
  - d. Own production

- e. From the contract chicken company
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
16. For raw materials, where do you mainly buy it?
- a. Feed company
  - b. Feed agency
  - c. Animal drug and feed store
  - d. Own production
  - e. From the contract chicken company
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
17. How much percent does the purchase of feed represent in your total expenditure? (%)
- a. <50%
  - b. 51-65%
  - c. 65-80%
  - d. >80%
  - e. Don't know/don't answer
18. Where do you buy the day-old chicks?
- a. Hatchery company
  - b. From the contract chicken company
  - c. Small local hatchery
  - d. Governmental hatchery
  - e. Feed agency
  - f. Market
  - g. Trader
  - h. Animal drug store
  - i. Hatched in farm
  - j. Other (specify)

k. Don't know/don't answer

#### B4. Output

1. What is the main product that you produce from your chicken farm?
  - a. Chicken meat
  - b. Eggs for consumption → Q7
  - c. Eggs for breeding → Q7
  - d. Day-old chicks → Q7
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer

The following questions concerned only the main product

➤ If Q1 is chicken meat

2. What is the average weight when they are sold/slaughtered? (in kg)
3. How many flocks do you raise per year?
4. How many chickens in average do you sell per batches?
5. For chicken meat, are the chickens slaughtered in a slaughter-house?
  - a. Yes
  - b. No → Q11
  - c. Don't know/don't answer → Q11
6. If yes, is it a professional of traditional slaughter-house?
  - a. Professional slaughter-house from the company
  - b. Professional slaughter-house from the government
  - c. Traditional slaughter-house

- d. Other (specify)
- e. Don't know/don't answer

Go to Q11

➤ If section Q1 is eggs or day-old-chicks

- 7. What is the average weight when they are sold/slaughtered? (in kg)
- 8. How many laying hens do you sold/slaughtered per year?
- 9. How many eggs/day-old-chicks per month on average that the laying hens produce?
- 10. How many eggs/day-old-chicks per month do you sell?

ALL answers

- 11. What is the main outlet for this product?
  - a. Own consumption or for the farm
  - b. Sell to trader
  - c. Sell to contract chicken company
  - d. Sell to other farms
  - e. Direct selling at the farm to consumers
  - f. Customers in the local market of the commune
  - g. Direct selling for events
  - h. Selling by internet
  - i. Other (specify)
  - j. Don't know/don't answer
- 12. Does this product have another outlet?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer
- 13. If yes, what is the second more important outlet?
  - a. Own consumption or for the farm→**Q18**
  - b. Sell to trader
  - c. Sell to contract chicken company
  - d. Sell to other farms→**Q18**
  - e. Direct selling at the farm to consumers→**Q18**
  - f. Customers in the local market of the commune→**Q18**
  - g. Direct selling for events→**Q18**
  - h. Selling by internet→**Q18**
  - i. Other (specify)→**Q18**
  - j. Don't know/don't answer

➤ If sell to trader and sell to contract chicken company at Q11 and/or Q13 answer Q14→Q17

➤ If not go to Q18

- 14. Do you know where your products are sold after?
  - a. Yes
  - b. No→**Q18**
  - c. Don't know/don't answer→**Q18**
- 15. Are your products sold in a wholesale market?
  - a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
- 16. Where your chickens/eggs are mainly sold at the end?
  - a. Local market

- b. Fast food
- c. Supermarket
- d. Supermarket specialized in “quality and organic” production
- e. Collective restaurant
- f. Export
- g. Other (specify)
- h. Don’t know/don’t answer

If several answers for Q16, choose the most important in Q16 and choose the second most important in Q17

17. Where your chickens/eggs are mainly sold at the end?
- a. Local market
  - b. Fast food
  - c. Supermarket
  - d. Supermarket specialized in “quality and organic” production
  - e. Collective restaurant
  - f. Export (specify where)
  - g. Other (specify)
  - h. Don’t know/don’t answer

#### ALL Answers

18. Do you sell your products in the market with the trademark of cooperatives or associations?
- a. Yes
  - b. No→Q20
  - c. Don’t know/don’t answer→Q20

19. If yes, what is the name?
20. Do your products have a specific label related about antibiotics?
- a. Yes
  - b. No→Q22
  - c. Don’t know/don’t answer→Q22
21. If yes, please specify the label on your products: **MCQ**
- a. Antibiotic residue free
  - b. VietGAHP
  - c. Other (specify)
  - d. Don’t know/don’t answer
22. What other products do you produce? **MCQ**
- a. Meat
  - b. Eggs for consumption
  - c. Eggs for breeding
  - d. Day-old chicks
  - e. Other (specify)
  - f. No other products→Q24
  - g. Don’t know/don’t answer→Q24
23. For each answer, do you mainly sell or consume/use them on farm?
24. What do you do with the manure?
- a. Sell it
  - b. Use it for my own crop
  - c. Give it to someone
  - d. Use it for aquaculture
  - e. Nothing
  - f. Other (specify)
  - g. Don’t know/don’t answer
25. Do you treat it?

- a. Yes
- b. No
- c. Don't know/don't answer

#### B4. Biosecurity

1. Does your farm have the VietGAHP certification?
  - a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
2. Do you have a backyard flock?
  - a. Yes (answer yes with backyard farm)
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
3. If you raise other poultry than chickens in **section A-Q13**, are all the poultry raised together?
  - a. Yes
  - b. No
  - c. Depends (specify)
  - d. Don't know/don't answer
4. Do you have a routine of cleaning and disinfection?
  - a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
5. When do you do the protocol of cleaning and disinfection? **MCQ**
  - a. During a batch
  - b. Before selling the chickens
  - c. After selling the chickens
  - d. Other (specify)
  - e. Don't know/don't answer
6. How frequently do you do the protocol of cleaning and disinfection in a batch?
  - a. 1 time
  - b. 2 times
  - c. 3 times
  - d. 4 times
  - e. More than 4 times
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
7. How many weeks do you wait between two batches (downing time)?
  - a. Don't wait
  - b. 1 week
  - c. 2 weeks
  - d. More than 2 weeks
  - e. Don't know/don't answer
8. Do you have an isolated area for the sick chickens?
  - a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
9. How frequently do you remove the dead chickens?
  - a. Every 2 days or more
  - b. Daily
  - c. Several times per day
  - d. Never
  - e. Don't know/don't answer
10. If several times per day, precise the number:
11. What do you do with the dead chickens?
  - a. Give it to other animals

- b. I burn them
  - c. I burry them
  - d. It is collected by the rendering company
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer
12. Do you have a pest control program that you strictly complied to?
- a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
13. What is the distance between your farm to the nearest chicken farm?
- a. <500m
  - b. >500m
  - c. Don't know/don't answer
14. Who is allowed to enter in the farm and have a potential contact with the chickens? **MCQ**
- a. Farm staffs
  - b. Veterinarian or another animal health worker
  - c. Feed suppliers
  - d. Drug suppliers
  - e. Relatives (friends, neighbors)
  - f. Visitors
  - g. Other (specify)
  - h. Don't know, don't answer
15. Do you have a biosecurity protocol?
- a. Yes
  - b. No → section C
  - c. Don't know/don't answer → **section C**
16. Do you have to follow a written protocol?
- a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
17. Do the vehicles have to go through a disinfection bath before entering in the farm?
- a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
18. What specific protocol people have to follow before entering in the farm? **MCQ**
- a. Go through the disinfection baths/boot washers
  - b. Wear specific cloths (disposable, cleaned)
  - c. Wear specific shoes/overshoes
  - d. Washing and disinfection of hands
  - e. No contact with a chicken farm since 12h
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
19. Do you have a hygiene lock?
- a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
20. Who is the most important to give you advices to build up these measures?
- a. Technician/veterinarian from the chicken company
  - b. Drug company representative
  - c. Feed company representative
  - d. Breeding company representative
  - e. Local veterinarian
  - f. Someone from the government

- g. Own experience, relatives
  - h. Other (specify)
  - i. Don't know/don't answer
21. From your opinion, what is the proportion of employee who follows these specific measures?
- a. 0%
  - b. <50%
  - c. 50-80%
  - d. >80%
  - e. Don't know/don't answer
22. Do the people working in the farm are trained about these measures?
- a. Yes
  - b. No→C1
  - c. Don't know/don't answer→C1
23. How many times per year the people working in the farm are trained?

## C. HEALTH MANAGEMENT

### C1. Diseases

1. Have you encountered or experienced animal diseases outbreak in the last 6 months for the following diseases?
- a. Highly pathogenic avian influenza/bird flu
  - b. Newcastle disease
  - c. Pasteurellosis (Fowl cholera)
  - d. Diarrheal disease
  - e. Chronic respiratory disease

- f. Gumboro
  - g. No
  - h. Other (specify)
  - i. Don't know/don't answer
2. Could you estimate the average loss for one chicken flock in one batch for all diseases? (in percent)

If the farmer doesn't know, help them to calculate it by asking how many chickens at the beginning of a batch and how many he sells and the end

- a. Yes, specify
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
3. When you have an outbreak, do you notify it to the authorities?
- a. Yes
  - b. No
  - c. It depends (specify)
  - d. Don't know/don't answer
4. Have you ever had to cull your chickens because of a disease?
- a. Yes
  - b. No→C2
  - c. Don't know/don't answer
5. Was it a total or partial culling?
- a. Total
  - b. Partial
  - c. Other (specify)
  - d. Don't know/don't answer
6. For which disease?
7. Did you get a compensation for this?

- a. Yes
  - b. No → C2
  - c. Don't know/don't answer → C2
8. If yes, what was it?
- C2. Antibiotic practices
1. Do you vaccinate your chickens?
    - a. Yes
    - b. No → Q5
    - c. Don't know/don't answer → Q5
  2. If yes, against which diseases do you vaccinate your chickens?
 

MCQ

    - a. Newcastle disease
    - b. Infectious bronchitis
    - c. Avian Influenza
    - d. Marek
    - e. Infectious Laryngotrachitis
    - f. Gumboro
    - g. Pasteurellosis
    - h. Other (specify)
    - i. Don't know/don't answer
  3. If yes, do you always follow a prelisted vaccination scheme?
    - a. Yes
    - b. No
    - c. Other (specify)
    - d. Don't know/don't answer
  4. Who gave you this protocol?
    - a. Technician/veterinarian from the chicken company
    - b. Drug company representative
    - c. Feed company representative
    - d. Breeding company representative
    - e. Local veterinarian
    - f. Drug seller
    - g. Other farmers
    - h. Own experience
    - i. Other
    - j. Don't know/don't answer
  5. Do you deworm your chicken?
    - a. Yes
    - b. No → Q7
    - c. Don't know/don't answer → Q7
  6. If yes, how many times do you do it during the life of the chickens?
  7. Do you give anticoccidial drugs to your chickens?
    - a. Yes
    - b. No → Q9
    - c. Don't know/don't answer → Q9
  8. If yes, how many times do you do it during the life of the chickens?
  9. Do you know what is an antibiotic?
    - a. Yes
    - b. No
  10. If yes, can you give us the definition?
  11. Can you give us some names of antibiotics?
 

The interviewer has to give the correct definition of an antibiotic
  12. Do you give antibiotic to your chickens?
    - a. Yes

- b. Never→Q34
  - c. Don't know/don't answer→Q34
- If Q12 is yes (the respondent give antibiotics)
13. When do you give antibiotics to your chickens? **MCQ**
- a. When the chickens get sick→Q15
  - b. All the time
  - c. When the neighboring chicken farms get disease
  - d. At arrival
  - e. Change of weather
  - f. Change of feed
  - g. Before/after vaccination
  - h. To help the chicken to grow up
  - i. Before selling
  - j. Other (specify)
  - k. Don't know/don't answer→Q15
14. When you use an antibiotic to prevent disease, do you apply a prelisted antibiotic treatment scheme that you do for each batch every time?
- a. Yes
  - b. No
  - c. Don't know/don't answer
15. Who is the most important in giving you advices to use an antibiotic?
- a. Technician/veterinarian from the chicken company
  - b. Drug company representative
  - c. Feed company representative
  - d. Breeding company representative
  - e. Local veterinarian
  - f. Other farmers→Q18
- g. Drug seller at drug store
  - h. My neighbor, relatives→Q18
  - i. Own experience→Q18
  - j. Internet→Q18
  - k. Leaflet, booklet, radio→Q18
  - l. Other (specify)
  - m. Don't know/don't answer
16. If you ask for a professional advice, most of the times, how did you get the advices?
- a. Directly (at vet shop, ...) →Q19
  - b. Come to the farm
  - c. By phone →Q19
  - d. Other (specify) →Q19
  - e. Don't know/don't answer
17. If the professional is coming to the farm, what does he do? **MCQ**
- a. Clinical examination
  - b. Autopsy
  - c. Send a sample to the lab
  - d. Other (specify)
  - e. Don't know/don't answer →Q19
18. Why you don't ask for professional advice?
- a. I have enough experience to know what to do
  - b. I don't know who could give me trustable advice
  - c. I cannot afford asking professional advice – it is too expensive
  - d. The vet is too far
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer

19. Do you get the information related to antibiotic use from anywhere else?
- No
  - Technician/veterinarian from the chicken company
  - Drug company representative
  - Feed company representative
  - Breeding company representative
  - Local veterinarian
  - Drug seller at animal drug store
  - Other farmers
  - My neighbor, relatives
  - Own experience
  - Internet
  - Leaflet, booklet, radio
  - Other (specify)
  - Don't know/don't answer
20. Where do you mainly buy the antibiotics?
- From the contract chicken company
  - Drug company representative
  - Local veterinarian
  - Animal drug store
  - Internet
  - Other (specify)
  - Don't know/don't answer
21. How many percent of the cost of drugs (vaccine, antibiotic, alternative product, disinfectant...) represent in your total expenditure?
- <1%
  - 1-3%
  - 3-5%
  - 5-10%
  - >10%
  - Other (specify)
  - Don't know/don't answer
22. If you can, could you estimate the percent of the cost of antibiotic in the total drugs expenditure?
- < 25%
  - 25 - 50%
  - 50 - 75%
  - >75%
  - Other (specify)
  - Don't know/don't answer
23. How do you use the antibiotic?
- I follow what the vet tell me
  - I follow what the drug seller tell me
  - I follow what is written on the product
  - I follow my own experience
  - I ask other farmers
  - I follow technical guidelines
  - Other (specify)
  - Don't know/don't answer
24. What is the dosage that you use?
- I give what is written or what I was advise
  - I give more
  - I give less
  - Other (specify)
  - Don't know/don't answer
25. How long do you use it?

- a. I give what is written or what I was advise
  - b. I give longer
  - c. I give less time
  - d. I give until the chicken recover
  - e. Until I finish the product
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
26. If the chicken doesn't recover with this treatment, what do you do? **MCQ**
- a. I sell the chicken→**Q28**
  - b. I cull it/give to other animals→**Q28**
  - c. I change of antibiotics
  - d. I increase the dosage of the antibiotics
  - e. I ask for another advice→**Q28**
  - f. Other (specify)
  - g. Don't know/don't answer
27. If you change of antibiotics or increase the dosage, after how many days of treatment do you do it?
- a. One day
  - b. Two days
  - c. Three days
  - d. More than 3 days
  - e. When I finish the first treatment
  - f. Don't know/don't answer
28. When you give an antibiotic, do you give it to all the chickens?
- a. Yes
  - b. No, only the sick chickens
  - c. It depends (specify)
  - d. Don't know/don't answer
29. How many days before selling the chickens do you stop the treatment?
- a. Directly after
  - b. According to the product instructions (specify the number of day)
  - c. According to the vet/health professional instruction (specify number of day)
  - d. According to my own experience (specify the number of day)
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer
30. What are you doing with left-over antibiotic?
- a. Keep for future use
  - b. No left-over antibiotics
  - c. Throw in the trash bin
  - d. Give it to other farmers
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer
31. What else do you do when your chickens are sick? **MCQ**
- a. Isolation of sick chickens
  - b. Improve feed and environment
  - c. Cleaning and disinfection of the farm
  - d. Give other product than antibiotic
  - e. Other (specify)
  - f. Nothing
  - g. Don't know/don't answer
32. If you give other products, could you specify which one: **MCQ**
- a. Probiotic
  - b. Vitamins
  - c. Herbal medicines (specify)

- d. Essential oil
- e. Electrolytes
- f. Other (specify)
- g. Don't know/don't answer

33. Where do you buy these products?

- a. From the chicken contract company
- b. Drug company representative
- c. Feed company representative
- d. Alternatives products company representative
- e. Feed agency
- f. Animal drug shop
- g. Internet
- h. Own production
- i. Other (specify)
- j. Don't know/don't answer

Go to section **C3**

➤ No use of antibiotic

34. Do you receive a technical support by a health professional?

- a. Yes
- b. No → **Q36**
- c. Don't know/don't answer → **Q36**

35. If yes, who is it?

- a. Technician/veterinarian from the chicken company
- b. Drug company representative
- c. Feed company representative
- d. Breeding company representative
- e. Local veterinarian
- f. Other

g. Don't know/don't answer

36. If you don't use antibiotic what do you do when your chickens are sick? **MCQ**

- a. Isolation of sick chickens
- b. Improve feed and environment
- c. Cleaning and disinfection of the farm
- d. Give other product than antibiotic
- e. Other (specify)
- f. Nothing
- g. Don't know/don't answer

37. If you give other products, could you specify which one: **MCQ**

- a. Probiotic
- b. Vitamins
- c. Herbal medicines (specify)
- d. Essential oil
- e. Electrolytes
- f. Other (specify)
- g. Don't know/don't answer

38. Where do you buy these products?

- a. From the chicken contract company
- b. Drug company representative
- c. Feed company representative
- d. Alternatives products company representative
- e. Feed agency
- f. Animal drug shop
- g. Internet
- h. Own production
- i. Other (specify)
- j. Don't know/don't answer

## C3. Training course/record of activity in the farm

1. Do you participate to training course about antibiotic use?
  - a. Yes
  - b. No→Q4
2. Who give you the training course? **MCQ**
  - a. Extensional center
  - b. NIAS
  - c. Sub-department of Animal Health
  - d. Veterinary station
  - e. Drug company
  - f. Feed company
  - g. International organization (specify the name if possible)
  - h. Chicken company
  - i. Other
  - j. Don't know/don't answer
3. When was the last time that you attend to a training course about antibiotic use?
  - a. Last 3 months
  - b. Last 6 months
  - c. One year ago
  - d. More than one year
  - e. Other (specify)
  - f. Don't know/don't answer
4. Do you keep a record of your activity in the farm?
  - a. Yes
  - b. No→Q7
  - c. Don't know/don't answer→Q7
5. What do you record? **MCQ**
  - a. Vaccination

- b. Total number of chickens in the farm
  - c. Number of death animal
  - d. Additional chickens
  - e. Treatment
  - f. Diseases
  - g. Temperature
  - h. Feed
  - i. Other (specify)
  - j. Don't know/don't answer
6. If you record the treatment, what do you record? **MCQ**
    - a. Name of the product
    - b. Dose
    - c. Number of animals treated
    - d. Length of treatment
    - e. Others
    - f. Don't know/don't answer
  7. Do you have any comments or questions?

The interviewers must ask if possible to see and take in picture the packaging of the feed, alternatives products, records, protocol about biosecurity

## Annexe 4 : Calendrier des principales réglementations au Viêt Nam entourant l'utilisation des AB, la norme VietGAHP et la norme biologique

	Before 2010	2010	2011	2012	2013	2014	2015				
National Standard for organic production and processing TCN10 - 2006	2008: VietGAP - fruits, vegetables, thes (decision No. 379/2008 QD-BNN-KHCN) 2008: VietGAHP in poultry (decision No: 1504 / QD-BNN-KHCN)	Law on Food Safety (No. 55/2010/QH12)	Creation of the Vietnam Organic Agriculture Association (decision No. 1820 / QD-BNV Ministry of Home Affairs)	Circular regulating on certification of crops, livestock and aquatic products produced and processed in accordance with Vietnamese Good Agricultural Practices (VietGAP) (No. 48 /2012/TT-BNNPTNT)	National Action Plan on combatting drug resistance for the period 2013-2020 (decision No. 2174/QD-BYT) (Minister of Health)	Ban list of chemicals and antibiotics in livestock feed manufacturing (circular 28/2014/TT-BNNPTNT)	Decision on good animal husbandry practices for chicken production in Vietnam (No. 4653/QD-BNN-CN)	Law on Animal Health (No. 79/2015/QH13):	Aide Memoire on 'Multi-stakeholder Engagement to combat AMR in Viet Nam' (MoH/MARD/MOIT/MONRE) : to use a One Health approach to implement the NAP		
Decision VietGAHP in household for pigs and chickens breeding household (No. QD 2509 /QD-BNN-CN)	National Steering Committee on the prevention of AMR serving from 2016 to 2020 established by Minister of Health (include also the ministry of agriculture and rural development (Decision 5888/QD-BYT dated 10/10/2016)		Circular issuing a list of antibiotics permitted use in livestock feed with the purpose of stimulus growth in Vietnam (No. 06/2016/TT-BNNPTNT)	National Action Plan 2017 - 2020 (decision No. 2625/QD-BNN-TY) (Minister of Agriculture and Rural Development)	2017 Management of aquatic and animal feed (decree n°39/2017 / ND-CP): principles of management of animal feeds containing antibiotics (max 2 kind of antibiotics in a feed product)	2018 Decree on Organic Agriculture (decree No. 109/2018 / ND-CP)	2018 Law On Animal Husbandry: Antibiotics forbidden for growth propotion, list of veterinary medicine products permitted in Vietnam	2019 Circulaire elaborating decree on organic agriculture (circular No. 16/2019/TT-BNNPTNT )			
Decree detailing a number of articles of the law on animal husbandry (No. 13/2020/ND-CP) Ban HPCIA (highest/high priority critically important antibiotics) in feed for prophylaxis	Circular No. 122020TT-BNNPTNT on prescription of veterinary drugs for big scale farms	2020 Decree detailing a number of articles of the law on animal husbandry (No. 13/2020/ND-CP) Ban HPCIA (highest/high priority critically important antibiotics) in feed for prophylaxis	Decision approving the master plan for agricultural production development through 2020, with a vision toward 2030 (No. 124/QD-TTg of February 2, 2020)	Organic Agricultural Project 2020 - 2030	2021 National Action Plan 2021-2025	2022 Decree detailing a number of articles of the law on animal husbandry (No. 13/2020/ND-CP) Ban HCIA (highly critically important antibiotics) in the feed for prophylaxis	2022 Decree detailing a number of articles of the law on animal husbandry (No. 13/2020/ND-CP) Ban CIA (critically important antibiotics) in the feed for prophylaxis	2022 Circular No. 122020TT-BNNPTNT on prescription of veterinary drugs for medium scale farms	2023 Circular No. 122020TT-BNNPTNT on prescription of veterinary drugs for small scale farms	2025 Decree detailing a number of articles of the law on animal husbandry (No. 13/2020/ND-CP) Ban AB in the feed for prophylaxis	Circular No. 122020TT-BNNPTNT on prescription of veterinary drugs for household farms

En blanc : réglementations sur l'utilisation des antibiotiques; en jaune : sur la norme VietGAHP; en vert : sur la norme biologique.

## Annexe 5 : Matériel supplémentaire de l'article 3

N°1

Guide d'entretien pour le groupe de discussion focalisé

Stakeholder mapping	
Veterinary drug value chain in poultry production in Vietnam	
Objectives: To draw the veterinary drug value chain with the identification of all stakeholders involved in it and to characterize interactions and roles of each stakeholder	
First step: identify all the stakeholders involved in the value chain	
Topics	Information required
<ul style="list-style-type: none"> <li>- To identify all the stakeholders involved in the veterinary drug supply chain</li> <li>➔ Post-it on the dashboard (different colors for private/public)</li> </ul> <p>Focus on Abs and then ask if the stakeholders are the same for the alternatives feed additives</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Please, try to identify all the stakeholders involved in the Veterinary drug supply chain</li> <li>- Public regulators (from central to local): MARD, DAH, DLP, ...</li> <li>- Research institution, university</li> <li>- International organizations (research institutions, projects, cooperation, ...)</li> <li>- Private sectors (importers, pharmaceutical industries, feed industries, animal drugs sellers, integrators, farmers, ...)</li> <li>- Informal sellers</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- What are the roles of each stakeholder in the value chain?</li> <li>➔ Group all the stakeholders with the same roles on the dashboard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulation</li> <li>- Production/Importation</li> <li>- Distribution</li> <li>- Prescription</li> <li>- Selling</li> <li>- Usage</li> <li>- Research/Project</li> </ul>
Second step: draw the veterinary drug value chain	
Topics	Information required
<ul style="list-style-type: none"> <li>- To draw the ABs flow in poultry production (including medicated feed)</li> <li>➔ Draw the arrows of the flow of products</li> <li>- To complete the map flow with proportion (if possible, depending on the respondent)</li> <li>➔ Write the proportions on the arrows</li> </ul> <p>Draw the Abs flow and alternatives feed additives if different</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Where can the farmers buy ABs for their poultry?</li> <li>- Who are the sellers?</li> <li>- How is organized the production/distribution/wholesale for ABs?</li> <li>- Where do the ABs come from? What is the proportion of imported products?</li> <li>- Are ABs sold abroad? <i>Where? What is the proportion?</i> Do you know of any illegal importation?</li> </ul> <p>Do you know of any informal source of AB (middlemen, reselling...)?</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the chain of advice</li> <li>➔ Draw the arrow of the chain of advice</li> <li>➔ The formality of the interaction: formal (ex with a contract), informal, both</li> <li>➔ Strength of interactions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- What are the different users (different kinds of farmers can buy drugs from different sources)?</li> <li>- When selling ABs, do they give advice?</li> <li>-</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the interactions between stakeholders</li> <li>➔ Directions of interactions from one to another one, in both directions, network (include more than 2 stakeholders)</li> <li>➔ The formality of the interaction: formal (ex with a contract), informal, both</li> <li>➔ Strength of interaction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- What are the interactions or influences between the different stakeholders?</li> <li>- Who works with whom?</li> <li>- Who interacts with whom?</li> <li>- What is the nature of the interactions?</li> <li>- What is the link between the public and the private sector? (public-private partnership)</li> </ul>
<b>Third step: Identify the legislation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the existing legislation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- What are the main legislations related to ABs that you are aware of related to Abs manufacture/sell/use?</li> <li>- Are they applied?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify the position regarding new regulations (if time)</li> </ul> <p>Ban of AB in the feed for prevention Mandatory prescription</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Are you aware of what is going to change in terms of regulations related to ABs?</li> <li>- With this new regulation what is going to change in the interaction between the stakeholders? At which level?</li> </ul>

N°2

Guide d'entretien semi-structurés

Questions	Action
<b>Structural position and role in the value chain</b>	
Here is the value chain that has been drawn in a previous workshop. Where do you stand on this value chain?	Presentation of the value chain on PADLET Add on the diagram where is the stakeholders (5 stars on PADLET)
Could you please describe your activities? For which company/institution are you working?	Complete the flow of antibiotic and/or alternative feed additives value chain
Could you please describe the activities of your company/institution? Functions and missions of your institutions/companies in the command chain?	Role of the SH, of the company
(How many people are in your company? When the company was established? What are the main products/services of your company? The volumes of products/services? )	
<b>Interactions with other stakeholders</b>	
With whom are you working in your daily activities?	Add to the diagram the additional stakeholders

<p>To whom do you sell your drugs? To whom do you buy the materials? Who are your clients? (think about exportation)</p> <p>Who else do you interact with? Could you please describe the nature of the interaction for each stakeholder?</p> <p>Do your colleagues work/interact with other people?</p>	<p>Discuss for each interaction: the nature, direction, ... by showing it on the diagram</p> <p>Ranking on PADLET</p> <p>Interactions</p>
<p>Are you a part of a professional organization for feed/drug companies/farm cooperatives?</p> <p>Do you collaborate with the public sector or any international organization? Do you collaborate with the private sector? (ie consultant for policy)</p> <p>Which kind of collaborations?</p>	<p>Add on the diagram the collaborations</p>
<p>Do you trade/use/make policy on alternative medicines? What is your opinion on these medicines? Who are the main users?</p>	<p>Alternative feed additives</p>
<p>Who (authority) is performing the control? Do you have internal regulations decided by the company? What kind of control is it? What is the frequency?</p>	<p>Add in the diagram the person in charge of the controls</p> <p>Regulations Interactions</p>
<p>Knowledge and opinion on ABR and NAP</p>	
<p>What is your opinion on ABR in Vietnam? Do you know any strategies to fight ABR in Vietnam?</p>	<p>Opinion/Knowledge on ABR</p>
<p>Since 2017, the Vietnamese government has implemented a strategy to fight against ABR in livestock production</p>	
<p>Have you heard about it? If yes, from where? What do you think about it?</p>	<p>Opinion/Knowledge on NAP</p>
<p>Barriers / motivations new regulations</p>	
<p>Two new regulations have been issued: - ban on AB in feed for prophylaxis - mandatory prescription to buy drugs</p>	
<p>Were you aware of these two new regulations? How do you know about the change in regulations?</p>	<p>Regulations Knowledge on regulations</p>
<p>What do you think about those regulations? Do you think that these changes is a good thing or a bad thing? For yourself and for the other stakeholders?</p>	<p>Interest</p>
<p>How do you think that these regulations are going to be applied? Why?</p>	<p>Willingness to implement the legislation</p>
<p>What are the positive and negative consequences?</p>	

<p>What do you think is going to change in the value chain?</p> <p>What is going to change with these regulations in your daily activities? What will be the impact on your daily activities?</p> <p>To compensate for these changes, what are you going to establish?</p>	<p>Change in the chain</p>
--	----------------------------

## Annexe 6 : Résumé pratique



## Mapping of stakeholders of veterinary medicine products' value chain to analyze their interactions and position regarding changes in AMU policy in Vietnam

### Background

The misuse and overconsumption of antibiotics (AB) in livestock production in Vietnam resulted in antibiotic resistance that was addressed in the National Action Plan in Animal Husbandry and Aquaculture in 2017 implemented by Ministry of Agriculture and Rural Development. One of the strategies is to review, amend and implement regulations and policies on antimicrobial use (AMU). Since 2017, a number of laws and decrees have been deployed to progressively achieve a total ban on the use of AB in animal feed (see illustration 1).

### Problem

There have already been strategies put in place, but they have been developed with rather legislative actors. It is not clear how these strategies are really understood, accepted and applied by the different stakeholders in the antibiotic chain and whether there is a risk that they are in contradiction with the socio-economic and political interests of involved stakeholders. Therefore, there is a need to identify the bottlenecks and barriers to the implementation of the current strategies and recommend possible solutions to overcoming these barriers, thus increasing the compliance of the legislation with the current situation in the sector.

### Solution

Within the ROADMAP project, Stakeholders Mapping and Analysis (SMA) is being carried out including the literature review of the legislative framework regarding veterinary medicine products (antibiotic and alternative medicines) and development of a timeline for the implementation of veterinary medicine products legislation and in-depth interviews with key actors to explore their abilities to comply with the policy.

The aim of the SMA is:

- To map the veterinary medicine products value chain (see illustration 2) and characterization of the stakeholders in terms of power, interest and influence around the policy changes.
- To understand how the new regulations are acknowledged, accepted and applied by the different stakeholders in the AB value chain.
- To study the interactions between stakeholders and identify those who have an important role in the implementation of the strategy and determine the stakeholder's barriers and motivations for implementing these regulatory changes.
- To identify the levers to be activated for better communication and integration of the strategy.

### Author(s)

Chloé Bâtie<sup>1,2,3</sup>, Nguyen Thi Dien<sup>4</sup>, Vu Dinh Ton<sup>5</sup>, Flavie Goutard<sup>7,2,6</sup>

Contact email: [chloe.batie@cirad.fr](mailto:chloe.batie@cirad.fr)

<sup>1</sup>CIRAD, UMR ASTRE, Hanoi, Vietnam, <sup>2</sup>ASTRE, CIRAD, INRAE, Univ Montpellier, Montpellier, France, <sup>3</sup>National Institute of Animal Science, Hanoi, Vietnam, <sup>4</sup>Faculty of Social Sciences, Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam, <sup>5</sup>Centre for Interdisciplinary Research on Rural Development, [Vietnam National University of Agriculture](http://Vietnam National University of Agriculture), Hanoi, Vietnam, <sup>6</sup>CIRAD, UMR ASTRE, 10900 Bangkok, Thailand, <sup>7</sup>Faculty of Veterinary Medicine, [Kasetsart University](http://Kasetsart University), 10900 Bangkok, Thailand

### Keywords

Participatory approach, regulations, antimicrobial use, livestock production, Vietnam



The ROADMAP project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 817626. This publication reflects the views only of the author, and the European Union cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



### Expected Outcome

- To provide recommendations to policy-makers to improve the acceptability of measures and develop new strategies to reduce AMU in livestock production.
- To develop local initiative to adapt to these changes (ex: written agreement between drug sellers and local authorities).
- To develop an AB-free or organic production to overcome these legislative barriers.

### Expected Impact

- A change in behavior and perception of stakeholders in terms of AMU.
- A better implementation of and compliance with the veterinary medicine products legislation.
- A change in AMU practices by a reduction of AMU and an increase of the alternative medicines use.

### Illustrations & Photos

#### Main legislation regarding AMU in Livestock Production in Vietnam since 2017

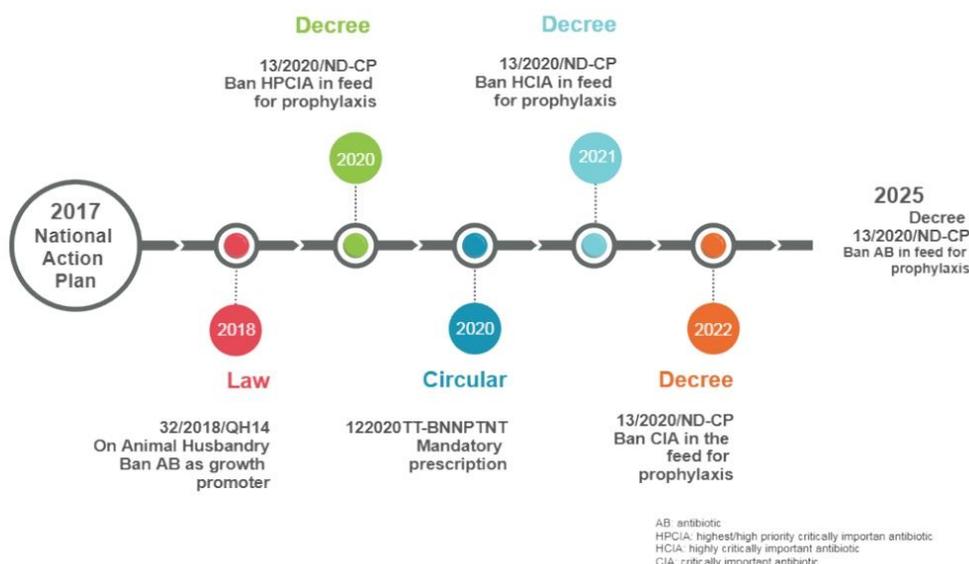


Illustration 1 - Main legislation on AMU in Livestock Production in Vietnam since 2017



The ROADMAP project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 817626. This publication reflects the views only of the author, and the European Union cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Veterinary Medicine Products value chain and interactions between key stakeholders in Vietnam from focus group discussion, 2020

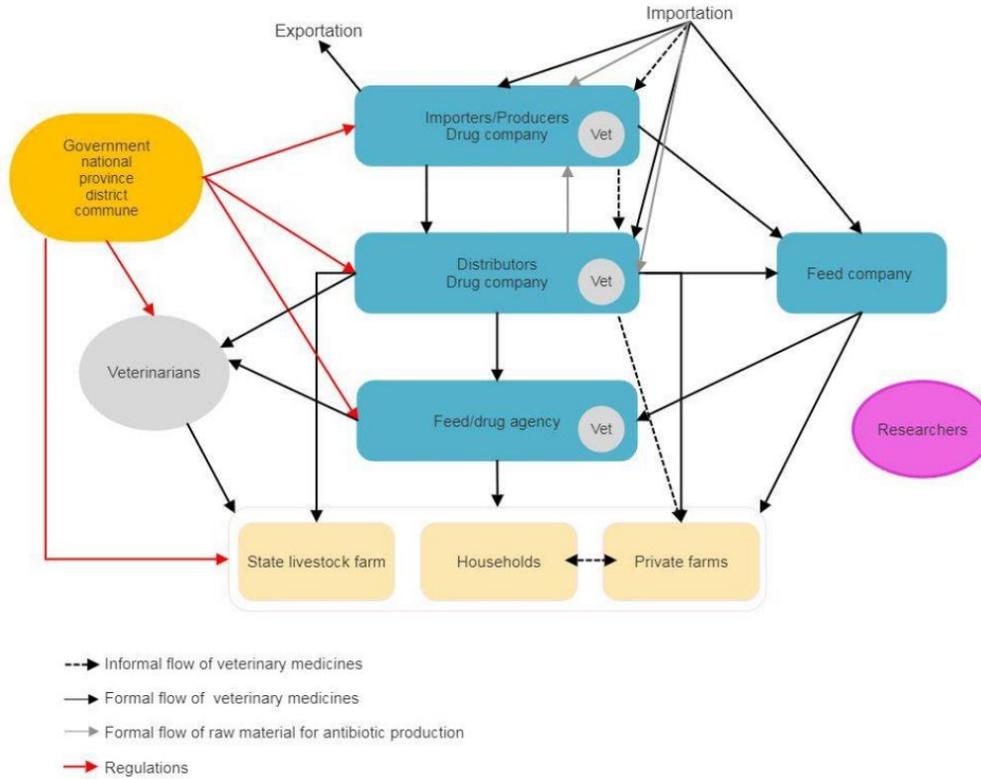


Illustration 2 - Veterinary medicines products value chain and interactions between key stakeholders in Vietnam from focus group discussion within the ROADMAP project, Hanoi, December 2020

The ROADMAP project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 817626. This publication reflects the views only of the author, and the European Union cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Photo 1 - Construction of the veterinary medicine products value chain and interactions between stakeholders from focus group discussion with government members, feed company representative, veterinary medicines products producers and distributors, drug seller in Hanoi, 2020 (Photo credit: Nguyen Thi Thanh Hang)



Photo 2 - Drug seller in a drug agency, Bac Giang province, 2020 (Photo credit: Le Thi Thu Ha)

Follow ROADMAP



 The ROADMAP project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 817626. This publication reflects the views only of the author, and the European Union cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## **Annexe 7 : Matériel supplémentaire de l'article 4**

N°1

### **Semi-structured interview guidelines for farmers and drug sellers**

#### **Interview guide – Farmers**

##### **Farm context**

###### *Trajectory and experiences:*

Could you tell me your story on how you became a farmer? When did you start to work as a farmer and why? Did you work for another farm before working on this one?

Could you explain to me your experience on this farm? When did you start to work on this farm? Can you tell me how this farm has evolved over time? What have been the major changes in your business model (product price, flock size, source of drugs, ...)?

What is the significant event that you have faced up until now?

→ Draw a timeline of the farm history and add the business model changes

###### *Value chain:*

Could you explain your daily activities at the farm? Who is working on the farm? Where do you buy day-old chicks (or pullet) and the feed? Where do you buy the drugs? To whom and where do you sell your products?

→ Draw the value chain

##### **Disease management**

What do you do when you are facing chicken illness on your farm? What do you do to keep your chickens healthy? When you have these symptoms, what do you do to treat your chickens?

##### **Change of practices**

###### *Antibiotic (opinion, usage, evolution of the usage)*

Can you tell me your opinion about antibiotics in chicken production? Can you tell me your opinion on antibiotic resistance?

When was the last time you used antibiotics? For what? How often do you use them? For which purpose do you use them? Do you use antibiotics in prevention? What dosage do you use?

Do you ask advice for professional/other advice when you use an antibiotic?

Compared with when you started your activity, how your antibiotic use has evolved? Could you explain to me the story of this evolution and the most important actors?

What do you think is the most reasonable way to use antibiotics?

→ Add the actors to the timeline

### *Reducing antibiotic usage*

What did you do to reduce your antibiotic usage? How did you reduce your antibiotic use? Biosecurity/density/alternative product/vaccination/...

Do you use herbs? Do you use pre-biotics or pro-biotics, or essential oils? Could you explain me when did you start to use these products and why?

→ Put on cards the identified methods and ask the respondent to classify them between the most useful, the most difficult, the most costly, the most sustainable...

Could you evaluate the evolution of the mortality of your flock before and after the reduction?

### *Motivations*

What was your motivation to change your practices (at the start and now)? Did these changes meet your expectations, do you know why?

### *Barriers*

What are the main difficulties that you are facing on your farm? What is the difficulty that you are facing since you have reduced your antibiotic usage? What is the negative impact of this change of practices? On economic, animal welfare, and time spent on the farm. Who is the most impacted by these difficulties on your farm?

### *Levers*

What are the positive impacts that these changes had on your farm activity? On economic, animal welfare, recognition by other farmers, personal well-being... Who is the most impacted by these changes?

What is the link between the evolution of your business model and the reduction of the antibiotic?

Do you advocate around you the need of using less Ab? To whom? Why?

### **Evolution of the expenditure items: proportional pilling**

Could you enumerate the different expenditure items that you have on your farm?

→ Draw circle on a paper that represents the different expenditure items

Please indicate the relative importance of the expenditure items in terms of expenditure before reducing antibiotic usage.

→ Place the beans (100) on the sheet and ask the participant to place them in the different circles  
Note how many stones are in each circle

Now, we ask you to do the same thing but after that, you have reduced your antibiotic use.

→ Replace the beans (100) on the sheet and ask the participant to place them in the different circles  
Note how many stones are in each circle

### **Interactions**

*With drug sellers, veterinarians, ...*

Where do you buy your antibiotics? Where do you buy your alternative products? Does a vet is coming to treat your animal? Besides treatment, what do you discuss with the vet?

What is the opinion of the vet on the fact that you have reduced your antibiotic use? How do they support (or not) you?

Do you have someone whom that help you to reduce your antibiotic usage on your farm? Could you explain to me who is it and what this person is doing?

*With other farmers*

What relation do you have with other farmers? Do you have other farmers around you that have changed practice? Do you share with them your antibiotic usage practice?

*Other relationships*

With whom else do you interact (chicken company, traders, customers, ...)? Could you explain what type of relationship you have with them?

### **Conclusion**

For you, what is a good farmer today?

Is there anything you want to add?

Do you think we've approached everything relevant?

Do you have any questions?

Thank you very much!

## **Interview guide – Veterinarians/Drug sellers**

### **Trajectory and experiences:**

Could you tell me your story on how you became a vet/drug seller? When did you start to work as a vet and why? Where did you start, did you work for different kinds of practices and sectors in your career, etc.

Could you explain to me your experience as a vet? When did you start to work in this company/agency/...?

Are you the owner? Can you tell me how your status has evolved over time? What is the significant event that you have faced up until now?

What have been the major changes in your business model?

→ Draw a timeline of the history of the drug agency and add the evolution of the business model

### **Practice:**

Could you explain your daily activities as a vet? Who is working with you? Where do you buy drugs/herbs/alternative products...? To whom and where do you sell your products?

Are you doing farming visits? What is your clientele?

Could you describe your activities in the shop?

→ Draw the value chain of the antibiotics

### **Disease management**

What do you do when you are faced with chickens' illness on the farm? Do you perform an autopsy or another test? Do you give antibiotics?

Do you give advice to the farmers besides the treatment of their chickens (biosecurity, feed, ...)?

### **Antibiotic (opinion, usage, evolution of the usage)**

Can you tell me your opinion about antibiotics in chicken production? Can you tell me your opinion on antibiotic resistance?

Do you use antibiotics now in your business work? When was the last time you used antibiotics on a farm?

For what? How often do you use them? For which purpose do you use them?

What do you think is the most reasonable way to use antibiotics?

What dosage of antibiotics do you use (compared to manufacturer instruction)? Do you recommend using antibiotics for prevention on the farm? If yes for which purpose?

Compared with when you started your activity, how your antibiotic use has evolved? Could you explain to me the story of this evolution and the actors involved?

→ Draw a timeline

### **Reducing antibiotic usage**

What did you do to reduce your antibiotic usage on the farm? How did you reduce your antibiotic use?  
Biosecurity/density/alternative product/vaccination/...

Do you use herbs? Do you use pre-biotics or pro-biotics, or essential oils? Could you explain me when did you start to use these products and why? Where do you buy this product?

→ Put on cards the identified methods and ask the respondent to classify them between the most useful, the most difficult, the most costly, the most sustainable...

#### *Motivations*

What were your motivations to change your practices (at the start and now)? Did these changes meet your expectations, if not do you know why?

Did you receive any training to change your practices, if yes from whom?

Did you have a mandatory requirement from your company? Do you reduce antibiotic use to comply with the new regulations?

Do you think that you have to advocate this change of practices to other vets, farmers, ...? How do you see your position in fighting against antibiotic use?

#### *Barriers*

What is the difficulty that you are facing since you have reduced your antibiotic usage? What is the negative impact of this change of practices? On economic, animal welfare, ...?

What is the positive impact that these changes had on your vet activity? Was it the farmers that ask to help them? Do you think that reducing antibiotics will change the farm systems?

#### *Lever*

What are the positive impacts that these changes had on your activity? On economics, animal welfare, recognition by farmers, another vet, opinion... Who is the most impacted by these changes?

Do you advocate around you the need of using less AB? To whom? Why?

### **Evolution of the expenditure items: proportional pilling**

Could you enumerate the different expenditure items that you have?

→ Draw circle on a paper that represents the different expenditure items

Please indicate the relative importance of the expenditure items in terms of expenditure before reducing antibiotic usage.

→ Place the stones (100) on the sheet and ask the participant to place them in the different circles

→ Note how many stones are in each circle

## **Interactions**

### *Farmers*

What are the characteristics of the farmers that are asking to reduce their antibiotic use? What do you do to help them? What are their motivations to reduce their usage?

### *Vets*

What relation do you have with other vets? Do you share with them your antibiotic usage practice? Do you sometimes disagree?

### *Others*

With whom else do you interact (chicken company, traders, customers, ...)? Could you explain what type of relationship you have with them?

## **Conclusion**

For you, what is a good vet today? When you entered the profession?

Is there anything you want to add?

Do you think we've approached everything relevant?

Do you have any questions?

Thank you

N°2:

**Table:** Ranking of methods to reducing ABU by farmers and drug sellers from semi-structured interviews conducted in December 2021 (first phase) in Phu Binh district, Thai Nguyen province, Vietnam

	<b>Effectiveness</b>	<b>Feasibility</b>
Farmer 0	NA	NA
Farmer 1	1. Herbs in the feed 2. Hygiene 3. Human resources 4. Vitamins	NA
Farmer 2	1. Vaccine 2. Hygiene 3. Farm environment 4. Alternative feed additives	1. Vaccine 1. Alternative feed additives 2. Hygiene 2. Farm environment
Farmer 3	1. Vaccine 2. Spray antiseptic 2. Bio mattress 3. Alternative feed additives	NA
Farmer 4	1. Sanitizer 2. Isolation 3. Vaccine 4. Herbs 5. Farm environment 6. AB in water 7. AB injection	1. Farm environment 2. Herbs 3. Isolation 4. Vaccination 5. AB in water 6. AB injection 7. Sanitizer
Farmer 5	1. Hygiene 2. Prebiotic 3. Probiotic 4. Herbs	1. Hygiene 2. Prebiotic 3. Probiotic 4. Herbs
Farmer 6	1. Density 2. Monitoring 3. Hygiene 3. Sanitation 4. Herbs 5. Probiotics	1. Hygiene 1. Sanitation 2. Herbs 2. Probiotics 3. Density 4. Monitoring
Farmer 7	1. Prebiotic 2. Vaccine 3. Temperature 4. Honey	NA
Farmer 8	1. Sanitizer 2. Clean feed and water 3. Alternative feed additives	1. Alternative feed additives 2. Clean feed and water 3. Sanitizer
Farmer 9	NA	NA
Farmer 10	NA	NA

Drug seller 1	1. Hygiene 1. Alternative feed additives	1. Hygiene 2. Alternative feed additives
Drug seller 2	NA	NA
Drug seller 3	1. Vaccine 2. Clean feed 2. Spray antiseptic 3. Probiotic	1. Vaccine 2. Clean feed 2. Spray antiseptic 3. Probiotic
Drug seller 4	Not included	Not included
Drug seller 5	NA	NA
Drug seller 6	1. Vaccine 2. Garlic 3. Tea 4. Probiotic 5. Tonic 6. Honey 7. Herbs 8. Vitamins 8. Leaf	1. Garlic 2. Vaccine 3. Tea 4. Probiotic 5. Tonic 6. Honey 7. Herbs 8. Vitamins 8. Leaf
Drug seller 7	1. Vaccine 2. Breed 2. Vitamins 3. Sanitation 3. Clean feed 4. Spray 4. Feed quality 4. Batch	1. Vaccine 2. Breed 3. Clean feed 3. Sanitation 3. Vitamins 4. Spray 4. Feed quality 4. Batch
Drug seller 8	1. Vaccine 2. Vitamins 3. Liver detox. 3. Hygiene spray 4. Probiotic	1. Vaccine 2. Vitamins 2. Probiotic 3. Liver detox. 4. Hygiene spray
Drug seller 9	NA	NA
Drug seller 10	1. Vaccine 2. Hygiene 3. Density 4. Probiotic 4. Essential oil 4. Herbs 4. Vitamins 4. Garlic essential oil 4. Garlic	1. Vaccine 2. Hygiene 3. Density 4. Vitamins 5. Probiotic 5. Essential oil 5. Herbs 5. Garlic essential oil 5. Garlic

**Table:** Results of the proportional pilling of farm expenditure at the time of interviews and 5 years ago from the first of semi-structured interviews, Phu Binh district, Vietnam, Decembre 2021

	Expenditure	Time of the interview % expenditure	5 years ago % expenditure
Farmer 0	NA	NA	NA
Farmer 1	Antibiotic	3 (3%)	NA
	Vaccine	37 (37%)	
	Vitamins	29 (29%)	
	Herbs	31 (31%)	
Farmer 2	Feed	31 (31%)	NA
	Antibiotic	6 (6%)	
	Vaccine	13 (13%)	
	Alternative feed additives	13 (13%)	
	Hygiene	12 (12%)	
	Cost	25 (25%)	
Farmer 3	Feed	71 (71%)	67 (67%)
	Antibiotic	4 (4%)	13 (13%)
	Vaccine	5 (5%)	2 (2%)
	Alternative feed additives	6 (6%)	7 (7%)
	Bio mattress	9 (9%)	0 (0%)
	Breed	10 (10%)	11 (11%)
Farmer 4	Feed	40 (40%)	21 (38,2%)
	Antibiotic	10 (10%)	10 (18,2%)
	Vaccine	14 (14%)	13 (23,6%)
	Herbs	17 (17%)	0 (0%)
	Breed	19 (19%)	11 (20%)
Farmer 5	Feed	50 (50%)	31 (41,9%)
	Antibiotic	17 (17%)	10 (13,6)
	Vaccine	8 (8%)	8 (10,8%)
	Prebiotics	4 (4%)	3(4%)
	Probiotics	9 (9%)	6 (8,1%)
	Herbs	7 (7%)	8 (10,8)
	Breed	5 (5%)	8 (10,8%)
Farmer 6	Feed	37 (37%)	28 (35,5%)
	Antibiotic	18 (18%)	13 (16,5%)
	Vaccine	10 (10%)	7 (9,5%)
	Hygiene	5 (5%)	5 (6%)
	Herbs	13 (13%)	9 (11,5%)
	Breed	17 (17%)	17 (21%)
Farmer 7	NA	NA	NA
Farmer 8	Feed	47 (47%)	47 (47%)
	Antibiotic	18 (18%)	18 (18%)
	Vaccine	7 (7%)	7 (7%)

	Alternative feed additives	5 (5%)	5 (5%)
	Hygiene	5 (5%)	5 (5%)
	Breed	18 (18%)	18 (18%)
Farmer 9	Feed		
	Antibiotic	NA	NA
	Vaccines		
	Probiotics		
	Tonic		
	Breed		
	Infrastructure		
Farmer 10	NA	NA	NA
Drug seller 1	NA	NA	NA
Drug seller 2	Antibiotic	15 (15%)	15 (15%)
	Vaccine	36 (36%)	36 (36%)
	Probiotic	9 (9%)	9 (9%)
	Vitamin	24 (24%)	24 (24%)
	Sanitizing	16 (16%)	16 (16%)
Drug seller 3	Antibiotic	19 (19%)	19 (19%)
	Vaccine	28 (28%)	28 (28%)
	Probiotic	20 (20%)	20 (20%)
	Tonic	23 (23%)	23 (23%)
	Antiseptic	11 (11%)	11 (11%)
Drug seller 4	<i>Not included</i>		
Drug seller 5	Antibiotic	16 (16%)	30 (30%)
	Vaccine	33 (33%)	25 (25%)
	Alternative feed additives	36 (36%)	30 (30%)
	Antiseptic	15 (15%)	15 (15%)
Drug seller 6	Antibiotic	39 (39%)	58 (58%)
	Vaccine	16 (16%)	9 (9%)
	Probiotic	12 (12%)	12 (12%)
	Tonic	24 (24%)	14 (14%)
	Antiseptic	9 (9%)	7 (7%)
Drug seller 7	Antibiotic	16 (26,7%)	16 (26,7%)
	Vaccine	7 (11,7%)	7 (11,7%)
	Alternative feed additives	26 (43,3%)	26 (43,3%)
	Sanitizer	11 (18,3%)	11 (18,3%)
Drug seller 8	Antibiotic	23 (23%)	23 (23%)
	Vaccine	28 (28%)	28 (28%)
	Tonic	28 (28%)	28 (28%)
	Sanitizing	21 (21%)	21 (21%)
Drug seller 9		NA	NA
Drug seller 10		NA	NA

# Annexe 8 : Poster « Patterns of antibiotic usage among chicken farmers in north and south Vietnam »



## Patterns Of Antibiotic Usage Among Chicken Farmers In North And South Vietnam





Chloé Bâtie<sup>1,2,3\*</sup>, Le Thi Thu Ha<sup>4</sup>, Etienne Loire<sup>2</sup>, Trung Dinh Bao<sup>4</sup>, Ha Minh Tuan<sup>3</sup>, Ngo Thi Le Quyen<sup>3</sup>, Nguyen Cong Dinh<sup>3</sup>, Ngo Thi Kim Cuc<sup>3</sup>, Mathilde Paul<sup>5</sup> and Flavie Goutard<sup>2,6,7</sup>

<sup>1</sup>CIRAD, UMR ASTRE, Hanoi, Vietnam; <sup>2</sup>ASTRE, CIRAD, INRAE, Univ Montpellier, Montpellier, France; <sup>3</sup>National Institute of Animal Science, Hanoi, Vietnam; <sup>4</sup>Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Nong Lam University, Ho Chi Minh, Vietnam; <sup>5</sup>HAP, ENVT, INRAE, Université de Toulouse, Toulouse, France; <sup>6</sup>CIRAD, UMR ASTRE, 10900 Bangkok, Thailand; <sup>7</sup>Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, 10900 Bangkok, Thailand

\*chloe.batie@cirad.fr

**In a nutshell:** The European project ROADMAP ("Rethinking of Antimicrobial Decision-systems in the Management of Animal Production") promotes transitions for a prudent and responsible antimicrobial use (AMU) in livestock farming. ROADMAP analyses the socio-economic drivers of AMU, develops tailored strategies for change and proposes transition and impact scenarios in diverse farm animal production systems in Europe and low- and middle-income countries. This change will be achieved through an improvement of antimicrobial decisions-systems all along the food and drug supply chains. The composition of the ROADMAP consortium makes it possible to build an interdisciplinary framework that combines different perspectives on AMU from social sciences, economics and animal and veterinary sciences. <https://www.roadmap-h2020.eu>

### Background

In Vietnam, there is misuse and overuse of antibiotics (Kim et al. 2013) along with a high level of resistance in livestock production (Carrique-Mas et al., 2020). In order to fight against AMR (antimicrobial resistance), within the framework of the ROADMAP project (see "nutshell"), this study aims to (1) determine patterns of antibiotic use (ABU) in all types of poultry production systems in North and South Vietnam; and (2) determine the socio-economic and technical factors associated with ABU patterns.



Fig. 1: Semi-intensive chicken farm in Long An province, Vietnam

### Methods

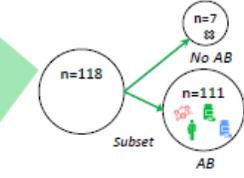


- Done in Hanoi and Long An provinces (Fig. 2), in May and June 2020
- Using a stratified random sampling (Tab. 1)
- Design of a closed questionnaire on Kobo ToolBox
- Data analysis in R software: selection of key variables divided into antibiotic (AB) variables and farming practices, two successive Multiple Correspondence Analysis (MCA) and Hierarchical Clustering (HC)

Fig. 2: Map of the study zones in Vietnam

### Results

FarmType	Number of chickens	Status	Number
Backyard	<100	Family	28
Semi-intensive	100-2000	Family	28
Intensive	>2000	Family	37
Contract	>2000	Contract	25
<b>TOTAL</b>			<b>118</b>



Tab. 1: Distribution of sampled farms by type of production.

### ② MCA and HC on farming practices variables – ABU patterns as supplementary variable

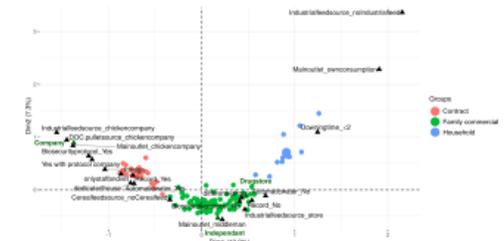


Fig. 3: Projection of the 111 Vietnamese chicken farms that use AB on the first two dimensions within the 3 groups identified through HC realized on farming practices variables. In black: categories of variables that most characterize the farms; in bold green: ABU patterns (supplementary variable)

### Discussion and conclusion

Three antibiotic use patterns were identified and associated with three groups of farming practices. Contract farms use antibiotics according to the poultry companies' recommendations while household farms follow the retailers' advice. Finally, in the family commercial group, two ABU were identified: either independent of professional advice or based on retailers' recommendations.

Findings may help to better understand decision-making process of farmers when using antibiotics and, combined with other approaches, to develop innovative AMR control strategies.

### References

Carrique-Mas, Juan J., Choisy, M., Van Cuong, N., Thwaites, G., & Baker, S. (2020). An estimation of total antimicrobial usage in humans and animals in Vietnam. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0671-7>

Kim, D. P., Saegerman, C., Douy, C., Ton, V., Xuan, B. H., & Dang Vu, B. (2013). First survey on the use of antibiotics in pig and poultry production in the Red River Delta region of Vietnam. *Food Pub Health*, 3, 247-256

### ① MCA and HC on AB variables

*Groups of ABU patterns*

**Company:** Buy antibiotics from the company that comes to the farm and provide advice on ABU; follow advice provided; last training on ABU < 6 months (n=24)

**Independent:** Buy antibiotics from retailers but use antibiotics according to their own experience; with higher dosage and shorter duration; use for treatment and prevention (n=41)

**Drugstore:** Buy antibiotics from retailers who provide advice directly in the shop or over the phone; follow their advice or own experience regarding withdrawal time; use for treatment (n=53)

*Groups of farming practices*

**Contract:** Indoor, exotic breed, use complete feed, input/output from chicken company, biosecurity, vaccination (advice from company), <30 years old, main activity (n=25)

**Family commercial:** In and out, crossbreed, complete feed, feed agency, hatchery, middle-men, no biosecurity, disinfection, >15y experience, 25/50% income (n=74)

**Household:** Free range, local breed, scavenging, multiple age own production, own consumption, direct selling, no vaccination, low biosecurity, not the main activity (n=11)

- "company" associated with "contract farms" (95% of "company" farms are in the group "contract farms")
- "independent" and "drugstore" associated with "family commercial farms" (93% and 80% of farms)
- "drugstore" associated with "household" (19% of farms)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 817626. This publication reflects the views only of the author, and the European Union cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

# Annexe 9 : Poster « Policy development to reduce antibiotic usage in Vietnam : understanding its implementation from the actors of the veterinary drug value chain perspectives »

## Policy development to reduce antibiotic usage in Vietnam: understanding its implementation from the actors of the veterinary drug value chain perspectives




**Chloé Bâtie<sup>1,3</sup>, Nguyen Van Duy<sup>2</sup>, Nguyen Khue<sup>2</sup>, Nguyen Thi Dien<sup>2</sup>, Vu Dinh Ton<sup>2</sup>, Flavie Goutard<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>: ASTRE, CIRAD, INRAE, Univ Montpellier, Montpellier, France - chloe.batie@cirad.fr  
<sup>2</sup>: Vietnam National University of Agriculture, Hanoi, Vietnam;  
<sup>3</sup>: CIRAD, UMR ASTRE, Hanoi, Vietnam

### Antibiotic usage in Vietnam

There is a misuse and overuse of antibiotics (AB) in chicken production. To tackle antibiotic resistance (ABR), the Vietnamese government has developed a national strategy and implemented new policies (MARD, 2017) (fig.1). There is a progressive ban of AB in the feed for prophylaxis purpose and prescriptions to buy AB are now mandatory (fig.1).

### Objectives

To describe the veterinary drug value chain in Vietnam. To identify levers and barriers of the stakeholders to apply the national strategy.

### Method



Fig 2: Surveyed provinces in Vietnam (orange)

Stakeholder mapping and analysis (GTZ, 2007) of the veterinary drug value chain in the north and south Vietnam (fig.2) → 1 focus group discussion with 12 participants in Hanoi → 38 semi-structured interviews (SSI) with actors from governmental agencies, the private sector, and national and international research institutes → Focus on the regulations promulgated in 2020 (fig. 1)

### Results

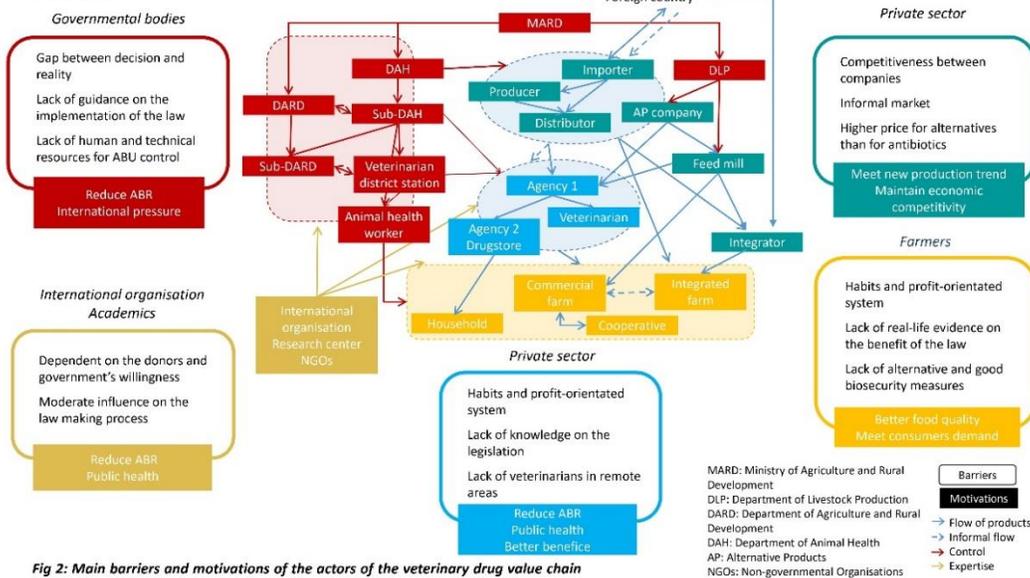


Fig 2: Main barriers and motivations of the actors of the veterinary drug value chain to apply policies implemented in 2020 on antibiotic use reduction from semi-structured interviews, 2021, Vietnam

### Conclusion

Structural, economic, and behavioral barriers are present at all levels of the veterinary drug value chain and slow down the implementation of the laws. There is a need to develop locally based solutions to overcome those barriers and thus reduce antibiotic usage in Vietnam (see the oral presentation – ISVEE)

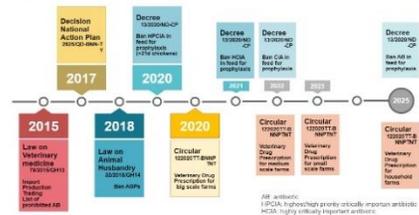


Fig1: Timeline of the main policies on antibiotic use in livestock production in Vietnam since 2015

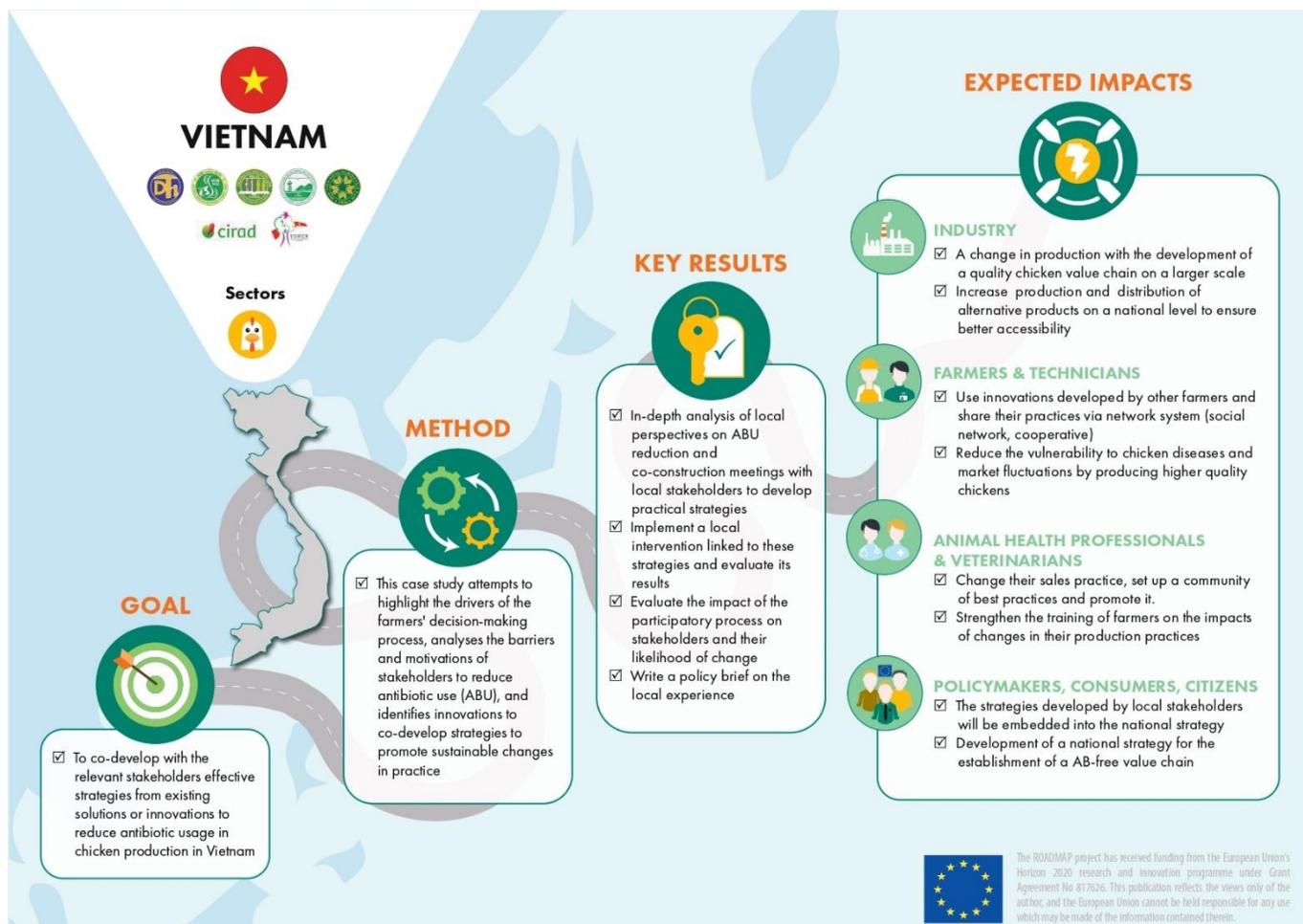
German Technische Zusammenarbeit, 2007. Promoting participatory development in German development cooperation. Multi-stakeholder management: Tools for Stakeholder Analysis. 10 Building blocks for engaging participatory systems of cooperation.

MARD, 2017. The National Action Plan for Management of Antibiotic Use and Control of Antibiotic Resistance in Livestock Production and Aquaculture during the period of 2017-2020.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 817626.

## Annexe 10 : Message House ROADMAP project



Infographie conçue par le WP7 du projet ROADMAP, 2022

