

Avec *Perspective*, le Cirad propose un espace d'expression de nouvelles pistes de réflexion et d'action, fondées sur des travaux de recherche et sur l'expertise, sans pour autant présenter une position institutionnelle.

Santé des animaux et des hommes : s'entraîner à gérer l'incertitude par la modélisation et la simulation participatives

Raphaël DUBOZ - Aurélie BINOT

Les zoonoses — maladies infectieuses transmises entre les animaux et l'homme —, les résistances aux médicaments et les pollutions environnementales posent aujourd'hui de graves problèmes de santé publique à l'échelle mondiale. Ces problèmes de santé sont fortement liés aux changements environnementaux et socioéconomiques globaux et aux transformations des systèmes de production à l'échelle des territoires. Dans ce contexte, la gestion de la santé devient complexe : elle doit être abordée en lien étroit avec la santé publique vétérinaire, l'agriculture

et l'environnement. De nouvelles incertitudes apparaissent, et des acteurs non conventionnels entrent aux côtés des décideurs classiquement chargés de la santé publique. La démarche de modélisation et de simulation participative intègre les connaissances hétérogènes de tous ces acteurs. Elle révèle les incertitudes et permet ensuite de s'entraîner à les gérer, à prendre des décisions et à partager les responsabilités. Elle constitue une solution pragmatique pour mieux intégrer la santé dans les politiques d'aménagement du territoire.

Les acteurs de la santé publique s'accordent aujourd'hui sur l'importance de traiter conjointement les dimensions médicales, sociales et environnementales des maladies infectieuses et parasitaires, en particulier les zoonoses — maladies transmises entre les animaux et l'homme. Cette approche intègre les acquis de la santé publique, de la santé animale, de l'agriculture et des sciences de l'environnement. Elle permet de mieux comprendre les déterminants et les facteurs de risques associés aux états de santé, dans le but de proposer des modes de gestion adaptés à chaque contexte, local ou régional. Cette approche intégrée de la santé — apparentée aux approches « une seule santé » *One Health* et *EcoHealth* — nécessite cependant une nouvelle culture de la collaboration entre les acteurs concernés : elle invite à l'interdisciplinarité du côté scientifique et à l'intersectorialité du côté institutionnel et professionnel.

recherche pour la mise au point de vaccins et de médicaments, la recherche de facteurs de risque (épidémiologie), et la mise en place de systèmes de soins efficaces et économiquement viables.

Cependant, la prise en compte d'autres aspects est incontournable pour des maladies comme les zoonoses, parce que leur émergence et leur transmission dépendent beaucoup de la gestion de l'environnement ou de l'organisation des filières animales. C'est par exemple l'aspect social : quelles relations entretiennent les personnes impliquées, comment se structurent-elles en réseaux et en filières (consommateurs, intermédiaires...), comment échangent-elles l'information, comment prennent-elles leurs décisions ? Ce sont aussi les connaissances sur les filières agricoles, qui permettent de mieux comprendre et gérer les zoonoses et les maladies animales : les pratiques agricoles ou d'élevage à risque, les marchés sur lesquels sont vendus les produits animaux, les pressions économiques et sociales ayant un impact sur la biosécurité. La gouvernance des territoires est un autre aspect auquel il est nécessaire de s'adosser pour organiser la gestion sanitaire : cela suppose de bien cerner les états de santé des hommes et des animaux, les besoins en soins, et de coordonner les politiques sanitaires avec celles de

La gestion intégrée de la santé : une question complexe, une incertitude augmentée et de nouveaux acteurs

Les aspects médicaux de gestion des problèmes sanitaires sont primordiaux en santé publique, notamment la

l'aménagement des territoires et de la gestion environnementale — gestion des déchets et de l'eau en particulier.

Cette approche intégrée de la santé s'articule autour de trois axes :

- > incorporer des connaissances issues des sciences humaines et sociales, de l'agronomie et des sciences de l'environnement ;
- > élargir le panel d'acteurs légitimes (médecins, vétérinaires, praticiens de santé publique) à de nouveaux acteurs institutionnels et sociaux : d'une part les agents gouvernementaux des secteurs de l'environnement (foresterie, faune sauvage, gestion de l'eau), de l'agriculture ou du développement rural, et d'autre part des catégories d'acteurs sociaux tels qu'éleveurs et fermiers, représentants de l'autorité coutumière villageoise, collecteurs et vendeurs de produits animaux, autorités religieuses. Pour ajouter à la complexité, ces acteurs interviennent à différents niveaux d'action et à différentes échelles administratives ;
- > créer de nouvelles méthodes et de nouveaux outils pour que l'ensemble de ces acteurs puissent appréhender les problématiques sanitaires au niveau des territoires — le territoire étant pris ici au sens d'un espace construit socialement et politiquement et siège d'interactions entre acteurs.

La mise en œuvre d'une telle approche permet de considérer des facteurs de risque nouveaux, pour lesquels les connaissances sont encore partielles, notamment l'impact sanitaire des changements globaux. Dans des contextes d'intensification agricole, de déforestation ou d'urbanisation rapides, comment relier par exemple les pratiques économiques et sociales à l'apparition de résistances aux antibiotiques, un problème aujourd'hui majeur en santé publique également lié aux filières de production animale ? Les changements globaux ont pour effet d'augmenter et de diversifier les sources de contamination du sol et des eaux et font émerger de nouvelles interfaces de contacts entre les hommes, les animaux et leurs pathogènes. Le milieu se transforme continuellement, et accompagner ce changement permanent à l'aide de méthodes adaptatives et participatives est une innovation importante pour l'aide à la décision.

Accompagner la décision en santé publique à l'échelle d'un territoire

Pour les acteurs de la santé publique, reconnaître cette complexité et la prendre en compte dans la gestion des risques sanitaires augmentent l'incertitude perçue. Cela rend les décisions compliquées compte tenu du grand nombre de paramètres et de l'impossibilité de les maîtriser. Plus le problème sanitaire est complexe, plus les acteurs doivent apprendre à « faire avec » cette incertitude.

C'est pourquoi nous proposons une démarche de modélisation et de simulation participative pour guider la concertation et la décision. Cette démarche est largement inspirée de la *modélisation d'accompagnement*. Les outils utilisés amènent les acteurs concernés par la santé dans un territoire donné à coopérer, alors qu'ils ne se connaissent pas forcément ou ne travaillent pas ensemble. Ces outils leur

permettent de se concerter pour construire une représentation partagée d'une situation complexe et de simuler des actions et leurs effets pour bâtir des solutions consensuelles.

Cette démarche offre aussi la possibilité d'intégrer les actions de contrôle et de surveillance sanitaires dans le contexte territorial. Elle peut donc accompagner les interventions de gestion de la santé, comme la vaccination, la distribution de médicaments ou la surveillance et l'émergence de nouveaux cas cliniques dans les populations humaines ou animales.

Une démarche inspirée par la modélisation d'accompagnement

La modélisation d'accompagnement est issue des travaux de recherche de l'association scientifique interdisciplinaire ComMod (*Companion Modelling*) réunissant des praticiens et des chercheurs de différents pays, institutions et disciplines. Cette démarche comprend deux étapes participatives pouvant être répétées autant de fois que nécessaire : modélisation puis simulation.

L'étape de modélisation - Les animateurs de la démarche amènent les participants à identifier les problèmes qu'ils souhaitent traiter ensemble, puis à décrire la complexité de leur problématique. Progressivement, ils co-construisent une représentation (diagrammes d'interaction, cartes...) des dynamiques et des processus qui sont propres à leur situation : par exemple les marchés et les filières à l'échelle du territoire, les processus biologiques et physico-chimiques (cycle de l'eau, transmission de maladies par des insectes piqueurs, pollution des sols par l'agriculture...), les mécanismes institutionnels, les jeux de pouvoir entre acteurs sociaux (politiciens, notables, riches commerçants, propriétaires terriens...).

Les participants élaborent ainsi un modèle conceptuel qui intègre aussi des données scientifiques socioéconomiques, politiques et écologiques caractérisant leur territoire. Ce modèle permet d'explorer l'intérêt de la coopération entre les secteurs concernés, par exemple l'environnement, l'agriculture, la santé publique. Il met en scène les interactions entre acteurs institutionnels (ministères de la communication, de la défense ou de l'éducation) et acteurs de la société civile.

Une session de jeu de rôle avec des villageois à Kampot au Cambodge.

© Photo Cirad - Projet EuropeAid ComAcross



La modélisation et la simulation participatives, une forme d'entraînement qui fait ses preuves pour la gestion de problèmes sanitaires complexes en Asie du Sud-Est et en Afrique australe

La modélisation et la simulation participatives, ou la modélisation d'accompagnement, sont utilisées avec succès par des chercheurs du Cirad et leurs partenaires en Asie du Sud-Est et en Afrique australe pour la gestion de la santé et des risques d'émergence de zoonoses. Des jeux de rôle sont développés pour renforcer les collaborations entre acteurs impliqués dans la gestion de la santé des hommes, des animaux et des écosystèmes.

Ces simulations contribuent à une meilleure gestion des problèmes sanitaires à l'interface agriculture-environnement, en favorisant une meilleure communication sur les risques. Agents gouvernementaux, chefs de villages, agriculteurs, scientifiques et gardes forestiers s'entraînent ainsi à mieux communiquer

et à réagir de façon concertée lors d'ateliers participatifs de simulation. Ils s'exercent sur des situations virtuelles issues de cas réels, comme la prévention de l'encéphalite japonaise au Cambodge ou de la fièvre aphteuse en périphérie d'aires protégées au Zimbabwe.

Exemples de situations réelles traitées avec la modélisation d'accompagnement :

- gérer les déchets des fermes d'élevage et des rizières à l'échelle d'un bassin versant, en Thaïlande ;
- accompagner les riverains d'une aire protégée dans la conduite de leurs troupeaux en tenant compte des risques liés à la faune sauvage proche, au Zimbabwe ;
- communiquer et se concerter sur les modes de transmission des encéphalites humaines et sur les pratiques et comportements à risque, pour améliorer la connaissance sur ces maladies au niveau local, au Cambodge.

L'étape de simulation - Les participants testent des scénarios et discutent de leurs actions via des ateliers participatifs, des simulations informatiques ou des jeux de rôle. Ces simulations sont élaborées à partir des modèles conceptuels qu'ils ont co-construits. Voici deux exemples d'actions discutées à la suite de la simulation : créer un collectif de gestion représentatif des acteurs concernés (groupe interministériel, groupement de villages, autorités locales...) pour traiter les effluents des élevages à l'échelle d'un bassin versant ; créer et diffuser des supports de communication (dessin animé pour les écoliers, jeu de rôle pour les villageois, émissions de radio...) pour mieux les préparer à contrôler les maladies parasitaires transmissibles par l'alimentation.

Lorsque les participants co-construisent les simulations et explorent les scénarios, ils mettent en lumière d'autres acteurs, de nouvelles questions et des connaissances manquantes. Ils peuvent alors renouveler l'étape de modélisation avec ces éléments, pour aboutir à un modèle plus précis et à des décisions collectivement acceptées. En apprenant à se connaître et à partager ainsi leurs arguments, les participants sortent de leur cadre habituel d'action et s'autorisent à explorer des solutions innovantes. La modélisation d'accompagnement amplifie la capacité du collectif à anticiper les problèmes et à gérer les risques.

Tout au long de la démarche, les chercheurs animateurs se conforment à la charte éthique et déontologique du réseau ComMod, qui cadre la posture du chercheur accompagnant la prise de décisions. Pour appliquer cette démarche à des problématiques sanitaires, un comité éthique approprié est également mobilisé.

Partager la décision et la responsabilité, accepter l'incertitude : l'appui du modèle

Le modèle co-construit est une expérience collective de pensée pour orienter un choix et réaliser une intervention. La réussite de cette démarche participative dépend de la validation d'un consensus entre les acteurs : au cours de la construction du modèle d'une part, et lors des séances de simulation d'autre part.

Ce modèle n'est pas une représentation objective de la réalité, car il s'appuie sur les connaissances et les objectifs jugés les plus pertinents à un moment donné par les participants. Il n'est pas non plus prédictif. Il est d'ailleurs le plus souvent impossible de le valider de façon classique en comparant les résultats des simulations participatives et des données de terrain. Sa validation réside dans l'acceptation collective de son utilité par les processus d'apprentissage et de décision qu'il engendre. De même, il n'explore que certains scénarios, choisis par les participants. Le modèle sert ici à définir des indicateurs de suivi de l'état de santé qui permettent d'évaluer l'impact des décisions prises à l'aide du modèle.

Par conséquent, il est essentiel de poser les limites de la démarche. Les participants se mettent d'accord sur ce qui fait partie du système étudié par rapport au problème posé, et sur les simplifications nécessaires pour réaliser le modèle. Cette discussion permet de se concentrer sur l'essentiel et de classer les priorités. Les participants décideurs appréhendent alors mieux les sources d'incertitudes inhérentes à tout processus de modélisation.

La modélisation et la simulation participatives appliquées à la gestion de la santé contribuent à une meilleure gestion des tensions causées par l'interdisciplinarité et l'intersectorialité. Professionnels de la santé, de l'environnement, agriculteurs, éleveurs et décideurs locaux confrontent leurs savoirs et pratiques. Ces savoirs et pratiques sont tous considérés comme importants. Leur intégration dans le modèle crée un espace dans lequel aucun acteur ne possède toute la connaissance ni la capacité à décider seul. La décision est collectivement construite et approuvée, et la responsabilité peut dès lors être politiquement partagée.

Mieux intégrer la santé dans les politiques d'aménagement du territoire

La démarche d'accompagnement a été largement explorée pour la gouvernance environnementale, la gestion d'aires protégées ou de parcours pastoraux, dans des situations souvent conflictuelles où les acteurs ont des visions différentes de l'aménagement du territoire.

Les approches participatives et collaboratives liées à cette démarche sont bien adaptées aux problèmes sanitaires complexes, comme le montrent les récentes initiatives du Cirad et de ses partenaires en Asie et en Afrique (voir encadré page 3).

Nous proposons l'accompagnement de la décision et le renforcement des capacités des acteurs des territoires pour gérer la santé publique dans un cadre élargi, en intégrant les questions relatives aux changements globaux et à leurs impacts sanitaires en lien avec l'agriculture et l'environnement. Cette intégration est un enjeu fort de la recherche pour le développement. La démarche de modélisation et de

simulation participative est source d'innovations pour gérer les risques sanitaires émergents et pour répondre aux préoccupations sociales qu'ils engendrent. Elle ouvre de nouvelles perspectives pour intégrer les enjeux et les objectifs de la santé avec ceux du développement durable.

Enfin, cette démarche d'accompagnement engage le chercheur socialement et lui permet de jouer un rôle d'acteur à part entière. Il s'implique aux côtés des acteurs d'un territoire pour participer à l'intégration des problématiques sanitaires dans les schémas d'aménagement et dans les agendas politiques locaux. ■

Ce *Perspective* n° 41 est issu de travaux de recherche menés par les auteurs et leurs collègues et partenaires dans le cadre de deux Dispositifs de recherche et enseignement en partenariat du Cirad :

- GREASE [Gestion des risques épidémiologiques émergents en Asie du Sud-Est, www.grease-network.org/];
- RP-PCP [Research Platform Production and Conservation in Partnership, Afrique australe, www.rp-pcp.org/].

Ces travaux ont notamment donné lieu aux publications suivantes :

Binot A., Duboz R., Promburom P., Phimpraphai W., Cappelle J., Lajaunie C., Goutard F.L., Pinyopummintr T., Figuié M., Roger F., 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2015.09.001>.

Collineau L., Duboz R., Paul M., Peyre M.I., Goutard F., Holl S., Roger F., 2013. Application of loop analysis for the qualitative assessment of surveillance and control in veterinary epidemiology. *Emerging Themes in Epidemiology* 10:7. <http://dx.doi.org/10.1186/1742-7622-10-7>.

Duboz R., Müller J.P., 2013. Modélisation des socio-écosystèmes. Instrumenter le dialogue multidisciplinaire. In

Varenne F., Silberstein M. (Eds) *Epistémologie de la modélisation et de la simulation*, p. 865-896. Éditions Matériologiques, Paris. ISBN 978-2-919694-37-2.

Duboz R., Soulié J.C., 2013. Modeling and simulation of living systems as systems of systems. In Zeigler B.P., Sarjoughian H.S. (Eds) *Guide to Modeling and Simulation of Systems of Systems*. Series Simulation Foundations, Methods and Applications, p. 281-305. Springer, London. ISBN 978-0-85729-865-2.

Goutard F.L., Binot A., Duboz R., Rasamoelina-Andriamanivo H., Pedrono M., Holl D., Peyre M.I., Cappelle J., Chevalier V., Figuié M., Molia S., Roger F.L., 2015. How to Reach the Poor? Surveillance in low-income countries, lessons from experiences in Cambodia and Madagascar. *Preventive Veterinary Medicine* 120 (1): 12-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.02.014>.

Kassie D., Binot A., Peyre M., Delabouglise A., Hoa T.T.H., Roger F., 2017. Géographie de la santé : recourir aux constructions territoriales pour mieux gérer la santé humaine et animale. In Caron P., Valette E., Wassenaar T., Coppens d'Eeckenbrugge G., Papazian V. (Eds) *Des territoires vivants pour transformer le monde*. Editions Quae, Versailles. ISBN 978-2-7592-2654-2.

Perrotton A., De Garine-Wichatitsky M., Valls-Fox H., Le Page C., 2017. My cattle and your park: Co-designing a role-playing game with rural communities to promote multi-stakeholder dialogue at the edge of protected areas. *Ecology and Society* 22 (1): e35. <https://doi.org/10.5751/ES-08962-220135>.

Quelques mots sur...

Raphaël DUBOZ est chercheur en modélisation et simulation des systèmes dynamiques, spécialisé dans les problématiques de couplage et d'intégration de modèles hétérogènes. Il est chercheur au Cirad, UMR Astre (Animal, Santé, Territoires, Risques et Ecosystèmes, <http://umr-astre.cirad.fr/>). Il développe actuellement un jeu de rôle et des modèles de simulation autour de la gestion de l'encéphalite japonaise et du risque d'émergence du virus Nipah à l'Institut Pasteur du Cambodge (www.pasteur-kh.org). raphael.duboz@cirad.fr

Aurélié BINOT est anthropologue et agronome au Cirad, UMR Astre (Animal, Santé, Territoires, Risques et Ecosystèmes, <http://umr-astre.cirad.fr/>). Elle coordonne un projet EuropeAid pour la mise en œuvre d'actions *One Health* interdisciplinaires en Asie du Sud-Est et participe à des réseaux traitant de la gestion collective des risques sanitaires émergents à l'interface homme-animal-environnement. aurelie.binot@cirad.fr

Quelques liens

ComAcross [Companion Approach for cross-sectoral collaboration in health risk management in South East Asia], projet EuropeAid coordonné par le Cirad et qui développe les approches d'accompagnement. www.onehealthsea.org/comacross

ComMod, Companion Modelling, la modélisation comme outil d'accompagnement. www.commod.org

Nations Unies. Objectifs de développement durable. www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable

Roger F., 2012. Lutte contre les zoonoses en Afrique et en Asie. L'apport de la recherche à « Une seule santé » / *Control of zoonotic diseases in Africa and Asia. The contribution of research to One Health*. Cirad, Montpellier, *Perspective* 18. <http://dx.doi.org/10.18167/agritrop/00024>.



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons CC-BY-NC-SA 4.0 : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions - 4.0 International <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.fr>

Pour citer ce document

Duboz R., Binot A., 2017. Santé des animaux et des hommes : s'entraîner à gérer l'incertitude par la modélisation et la simulation participatives. Cirad, Montpellier, *Perspective* 41. <http://dx.doi.org/10.18167/agritrop/00043>.



LA RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT

42, rue Scheffer
75116 Paris • France

Mise en pages : Laurence Laffont

Diffusion : Christiane Jacquet, délégation à la communication

Courriel : perspective@cirad.fr

www.cirad.fr/publications-ressources/edition/perspective-policy-brief
perspective ISSN-L 2275-9131

Directeur de la publication : Michel Eddi,
Président directeur général du Cirad

Rédacteur en chef : Patrick Caron, direction générale
déléguée à la recherche et à la stratégie

Coordination : Cécile Fovet-Rabot, délégation
à l'information scientifique et technique