



**INRAE**



## **Une seule santé / One Health**

Science et acteurs publics



 **60%**  
des maladies infectieuses humaines  
ont une origine animale  
*(Chiffres OIE)*

 La santé de l'environnement  
et les régimes alimentaires  
impactent la santé humaine



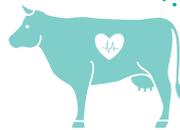
émergence de microorganismes  
résistants aux antibiotiques



Santé  
de l'humain



Les activités humaines  
entraînent une contamination  
de l'environnement par des  
substances toxiques



Santé  
des animaux

Une seule  
santé



Santé  
de l'environnement

Les maladies et ravageurs  
causeraient jusqu'à

**40%**



de pertes des cultures  
vivrières mondiales  
*(Chiffres FAO)*



**20%**

des pertes de la production  
animale mondiale sont liées  
aux maladies animales  
*(Chiffres OIE)*



**75%**

des espèces végétales cultivées  
ont besoin d'être pollinisées  
*(Chiffres OIE)*

La déforestation accroît le risque  
d'exposition des humains et  
des élevages à de nouveaux  
pathogènes





# Une seule santé

## One Health

La pandémie à coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) a remis sur le devant de la scène la problématique des **zoonoses**, ces maladies infectieuses qui se transmettent entre l'animal, sauvage ou domestique, et l'être humain, rappelant à quel point santé humaine, santé animale et santé des écosystèmes sont étroitement liées.

Ce sont souvent les pratiques humaines qui créent les conditions d'émergence et d'expansion de ces **zoonoses**. Les perturbations de l'environnement (élevage et pratiques agricoles intensives, changement climatique, exploitation non durable des ressources naturelles...) et de l'interface humain-nature (urbanisation, déforestation, exploitation de la faune sauvage...) multiplient les contacts entre faune sauvage, faune domestique et êtres humains, facilitant ainsi la circulation de nombreux pathogènes qui ont des réservoirs au sein de la faune sauvage. Ces risques sont accentués par la globalisation des échanges.

Ce constat sur l'interdépendance entre la santé des humains, des animaux et des écosystèmes a conduit à l'émergence de divers concepts globaux, élaborés dans des contextes différents par diverses communautés scientifiques (médecins, vétérinaires, biologistes, économistes, sociologues) et mettant chacune l'accent sur des dimensions particulières (*One Health, Eco Health, Planetary health, Global health, etc.*).

Ainsi, le concept global *One Health* synthétise le fait que la santé humaine et la santé animale sont interdépendantes. Compte tenu des multiples interactions possibles (échanges globaux, déforestation, espèces invasives...), il est néanmoins indispensable que ce champ soit élargi en prenant aussi en compte les aspects plus environnementaux relatifs à la santé des écosystèmes et davantage développés dans l'approche dite *Eco Health*.

### La nécessité d'approches intégrées de la santé

L'intégration des dimensions de la santé humaine, animale et environnementale peut, selon les contextes et les communautés concernées, se traduire par différents concepts globaux comme *One Health* ou *Eco Health*. Toutefois, en dépit de l'existence de différentes initiatives, une réelle intégration des actions peine encore à émerger. Cette question ne relève en effet pas uniquement de la recherche ou de l'expertise mais aussi de démarches de politique et de programmation multilatérale.

#### Côte recherche

##### Analyse de 65 ans de travaux sur le lien entre forêts, déforestation et émergence de maladies infectieuses

Des chercheurs d'INRAE, du CIRAD<sup>1</sup>, de l'IRD<sup>2</sup> et de l'Institut Pasteur de Guyane ont analysé 565 articles publiés entre 1953 et 2018, sur les liens entre forêts, déforestation et maladies infectieuses émergentes. Sur l'ensemble du corpus analysé, seuls 165 articles traitent en réalité de ces liens. Les questionnements sont donc encore nombreux et doivent être abordés de manière interdisciplinaire.

Réf.: Jean-Francois Guégan, Ahidjo Ayouba, Julien Cappelle et Benoit de Thoisy. "Forests and emerging infectious diseases: unleashing the beast within", *Environmental Research Letters*, 28 avril 2020.

1

## Une approche systémique pour la connaissance et la prévention des risques

Il est primordial aujourd'hui d'évaluer les liens environnement-santé et d'identifier quelles pratiques seront les plus à même de prévenir les maladies transmissibles et/ou chroniques afin d'adapter nos modes de vie pour limiter les risques associés.

Les liens entre la santé humaine, l'environnement et le vivant ne se limitent pas à la seule question des agents pathogènes. Par exemple, l'exposition à des substances chimiques (pesticides, médicaments...) employées notamment pour des usages agricoles et rejetées dans l'environnement a des impacts sur la santé de l'homme, des animaux mais aussi des écosystèmes. Aborder ces questions suppose de mieux qualifier toutes les sources d'exposition auxquelles les individus sont soumis et de quantifier cette exposition via l'air, le sol, l'eau, de la période prénatale à la fin de vie, en intégrant aussi d'autres dimensions (parcours de vie, stress, paramètres psychosociaux...). En parallèle, il s'agit de réduire les risques chimiques et biologiques, par exemple en interdisant l'emploi des substances les plus dangereuses. Cela suppose notamment de développer les recherches en toxicologie et en écotoxicologie.

Le concept global d'exposome vise la prise en compte de toutes les expositions d'un individu au cours de sa vie (y compris intra-utérine) : expositions biologiques, chimiques, physiques, psycho-sociales. Dans ce cadre, les populations concernées peuvent être associées, dans une démarche de sciences participatives à la collecte de données de terrain (facilitée par les outils numériques) et à l'élaboration de mesures de gestion des risques. Elles peuvent aussi être mobilisées pour la co-construction des mesures de réduction des risques. Ces approches permettent de revisiter aussi la perception des risques.

L'évaluation des risques et l'exposome doivent évidemment aussi prendre en compte tout ce qui concerne l'alimentation (production agroalimentaire ; substances présentes dans les aliments ; expositions alimentaires...). Ces aspects sont l'objet du « Science et acteurs publics » : « Le Nexus Santé-Environnement-Agriculture-Alimentation ».

### Côte recherche

#### Le lien biodiversité-santé

Dans le cadre du projet européen BiodivERSA-BioRodDis, piloté par INRAE, les scientifiques s'intéressent aux liens biodiversité-santé au travers de l'influence de la biodiversité sur la dynamique des pathogènes, en forêt et dans les parcs urbains, en particulier pour ce qui concerne les rongeurs, susceptibles de véhiculer une importante variété d'agents pathogènes à l'origine de maladies chez l'Homme. Ce projet s'inscrit plus largement dans la démarche « une seule santé » de par sa forte dimension transdisciplinaire et sociologique. Il s'agit d'analyser dans quelle mesure les professionnels de santé et les personnes qui fréquentent ces lieux connaissent les risques qui y sont associés pour, ensuite, définir des stratégies combinant conservation de la biodiversité et limitation du risque infectieux.

### La biosurveillance par le gammare, sentinelle du milieu aquatique

Dès qu'un cours d'eau subit une contamination, le gammare, un petit crustacé d'eau douce, perd l'appétit, peine à se reproduire ou retarde sa mue. Après trois semaines dans un milieu contaminé, son organisme contient les traces de toutes les molécules chimiques qui polluent le cours d'eau. La société Biomae, créée en 2014 et issue du [laboratoire d'écotoxicologie d'INRAE](#), a mis au point une technique innovante de biosurveillance, basée sur l'utilisation de ces gammares et analysant à la fois les molécules accumulées dans le gammare et les conséquences sur sa physiologie. Les applications pour la surveillance de la qualité des milieux sont multiples.

### Exposome humain et risques

Au quotidien, nous sommes plus ou moins exposés à de nombreux produits chimiques – pesticides, mycotoxines, métaux... – d'origines diverses (agricole, environnementale ou issus de la transformation ou du stockage des denrées...) et susceptibles de se retrouver dans nos assiettes. Évaluer les risques liés à cette exposition pour notre santé constitue un défi majeur. De nombreuses équipes INRAE sont d'ores et déjà engagées dans cette dynamique : modèles *in vitro* pour décrire les mécanismes et évaluer les risques ; déploiement d'approches haut débit complétées par des outils bio-informatiques pour tirer parti des données et développer des modèles de toxicologie prédictive ; développement d'approches « omiques », dont la métabolomique qui est l'étape la plus proche du fonctionnement cellulaire ; meilleure prise en compte des effets des mélanges...

### Côte Expertise et Appui aux politiques publiques

#### Une démarche participative pour la surveillance de la qualité des eaux

Coordonné par INRAE, et initié en 2016, le programme « Protection des ressources en eau potable de surface en Afrique » (WaSAf), évalue et surveille la qualité des eaux de trois lacs africains utilisés pour alimenter trois grandes villes (Abidjan, Dakar et Kampala) : le Lac de Guiers au Sénégal, les baies du nord du Lac Victoria (Ouganda) qui sont déjà utilisées pour la production d'eau potable, et la lagune Aghien (Côte d'Ivoire) qui sera prochainement (pour Abidjan). Dans le cas de la lagune d'Aghien, une démarche de sciences participatives à destination des populations riveraines a été développée de façon à les impliquer dans la production de connaissances et à contribuer à une meilleure compréhension des savoirs et des perceptions locales des risques de dégradation de la lagune en liaison avec ses différents usages. Le signalement des proliférations de cyanobactéries (à l'origine de toxines dangereuses pour la santé) se fait via une application mobile gratuite grâce à un court questionnaire dédié au projet WaSAf et une prise de photo géo-localisée et datée. Trois villages y participent et une centaine de questionnaires ont été recueillis. [Une étude pilote INRAE-CNRS](#) menée sur le suivi collaboratif des cyanobactéries en Afrique (résultats dans la revue PLoS ONE, septembre 2020), atteste de la possibilité de mobiliser les populations riveraines d'un plan d'eau pour surveiller la qualité de son eau, à l'aide d'une application pour smartphone.

2

## Mieux connaître le rôle de la faune sauvage

Environ 60 % des maladies infectieuses humaines sont d'origine animale et environ 75 % des nouvelles maladies infectieuses humaines émergentes franchissent la barrière inter-espèces (sources [OIE](#) & [ONU](#)).

La faune sauvage participe en effet à divers titres à l'apparition et la diffusion de ces maladies. Elle peut servir de réservoir d'agents pathogènes susceptibles de franchir la barrière d'espèce et d'affecter les humains et être ainsi à l'origine de nouvelles maladies qui se transmettent ensuite directement entre humains (Sida, SRAS, Ebola...). La faune domestique joue éventuellement un rôle d'intermédiaire dans le franchissement de la barrière d'espèce (porc pour le virus de la grippe aviaire). La faune sauvage peut aussi être l'hôte d'agents de zoonoses. Enfin, elle peut avoir un rôle de vecteur : c'est le cas des insectes (moustiques) ou des acariens (tiques) impliqués dans la transmission de l'agent pathogène des maladies dites vectorielles.

Toutefois, même si la faune sauvage est largement impliquée dans l'émergence de nouvelles épidémies, elle joue également un rôle dans le contrôle de certaines maladies. La biodiversité est à ce titre un atout essentiel qu'il convient de préserver car :

- Une grande diversité d'espèces hôtes potentielles ou effectives limite la transmission des virus par un effet de dilution.
- La disparition de certaines espèces (et donc la perte de biodiversité) peut être à l'origine de la recrudescence ou de l'évolution des maladies (les vautours qui éliminent les carcasses mangées par les chiens errants et limitent ainsi la propagation de la rage ; les chauve-souris qui participent à la diminution des populations de moustiques, vecteurs de nombreuses maladies). Il est essentiel de préserver la biodiversité et d'éviter les pratiques qui contribuent à la diminuer (utilisation de pesticides en agriculture ou d'anti-parasitaires chez les animaux d'élevage par exemple).
- La diversité génétique propre à chaque espèce contribue à faire émerger des résistances de l'hôte à son pathogène et donc limite aussi sa transmission.

Néanmoins, compte tenu du rôle clé tenu par la faune sauvage dans la dynamique des épidémies, il est important de compléter nos connaissances et d'intensifier les recherches sur la faune sauvage.

Enfin, dans les pays industrialisés où tous les écosystèmes sont depuis longtemps en contact avec les humains, il n'y a pas d'émergence de nouvelles zoonoses mais plutôt des zoonoses et maladies vectorielles persistantes, ré-émergentes ou nouvelles sur le territoire, en lien notamment avec le changement climatique qui étend vers le Nord les aires de répartition de certains vecteurs ou agents pathogènes ou avec la mondialisation des transports. C'est par exemple le cas du moustique tigre vecteur de plusieurs maladies (dengue, chikungunya...) ou des [tiques](#).



Côte Expertise et Appui aux politiques publiques

### Cartographier les risques associés à la faune sauvage - l'exemple des tiques

Les tiques font partie des principaux vecteurs de maladies issues de la faune sauvage. Le projet « Outil de simulation cartographique à l'échelle du paysage agricole du risque acarologique » (OSCAR), mené de 2012 à 2016, a évalué le rôle de la faune sauvage et de l'organisation des paysages dans la dynamique des populations de tiques afin d'établir des cartes de risque acarologique (densité de tiques infectées) dans différents paysages simulés.

Initié en 2017, dans le cadre du plan national contre la maladie de Lyme, le projet de recherche participative [CITIQUÉ](#) est un programme multipartenaire porté par INRAE, le Labex ARBRE, le CPIE Nancy Champenoux, l'ANSES, l'Université de Lorraine, le Laboratoire « Tous chercheurs » qui vise à accumuler les informations sur la répartition géographique des piqûres de tiques et des pathogènes qu'elles transportent, en fonction des milieux, de la météorologie et des saisons. Ces données, que les chercheurs ne pourraient acquérir seuls, doivent permettre de mieux évaluer, modéliser, et finalement prévenir les risques indirectement associés à ces acariens.

3

## Le rôle des pratiques d'élevage

La transmission de la plupart des zoonoses déjà décrites se fait de manière directe ou indirecte, par exemple au travers de vecteurs, mais certaines maladies humaines sont aussi liées à une contamination chimique ou biologique de la chaîne alimentaire.

Ainsi, du fait de l'utilisation d'antibiotiques en élevage, des résistances aux antibiotiques peuvent également être transmises à l'homme, lors de la consommation de lait, de viande ou d'œufs, ou à l'environnement via les fèces, les crachats des animaux contaminés ou le lisier répandu dans les champs.



Côte recherche

### Les déterminants des défenses immunitaires chez l'animal

Depuis de nombreuses années, des chercheurs d'INRAE s'attachent à identifier les déterminants des défenses immunitaires chez les animaux. Celles-ci dépendent non seulement de l'individu, mais aussi de l'ensemble des communautés microbiennes (microbiote) qu'il abrite. C'est donc sur cet assemblage, appelé holobionte, et les interactions continues et réciproques entre l'hôte et son microbiote que s'orientent les recherches. Si la composition de la flore intestinale dépend de nombreux facteurs environnementaux, tels que l'alimentation et les pratiques d'élevage, elle est aussi pour partie contrôlée par le génome de l'hôte. Il est important de caractériser et préserver conjointement la diversité génétique et fonctionnelle des hôtes et de leurs microbiotes afin de favoriser la multiperformance des élevages et la santé globale.

### Des solutions innovantes pour réduire l'usage des antibiotiques en élevage

Inauguré en 2013, le Réseau Recherche Antibiotiques Animal (R2A2) est un laboratoire d'idées multidisciplinaire visant à limiter l'apparition et la dissémination des résistances. Parmi les projets notables, TRAJ (Trajectoires de changement de pratiques en matière d'utilisation des antibiotiques en élevage) a étudié les ressorts techniques, économiques et sociaux du recours aux antibiotiques dans la gestion des maladies animales. Quant au projet européen Roadmap (2019-2023), interdisciplinaire et participatif, avec une forte dimension socio-économique, il fédère 17 partenaires d'institutions européennes pour tester des solutions susceptibles de réduire l'usage des antibiotiques dans les élevages. Ces actions s'inscrivent dans la logique des plans nationaux EcoAntibio réussis.

L'Institut Carnot France Futur Elevage, dirigé par la cheffe de département santé animale d'INRAE, élabore des solutions pour réduire l'usage des antibiotiques et diminuer l'apparition ou le développement d'antibiorésistances (identification rapide, avec l'aide de l'intelligence artificielle, de l'animal malade dans un troupeau pour le traiter, recherche d'alternatives telles que les molécules naturelles, algues, tanins..., ou médicamenteuses tels les phages qui s'attaquent aux bactéries pathogènes, vaccination). Enfin, INRAE travaille aussi sur d'autres approches innovantes permettant de rendre les animaux plus résistants via leur alimentation, ou via leur microbiote.

### 🔬 Côte recherche

#### L'effet « cocktail » de l'exposition aux pesticides

Une étude d'INRAE en collaboration avec l'Inserm montre que l'exposition à un mélange de pesticides provoque des perturbations métaboliques chez les mammifères. Durant un an (soit l'équivalent de trente ans chez l'humain), les chercheurs ont nourri des rats à l'aide d'aliments contenant un cocktail de six pesticides utilisés dans les pommeraies en France et en Europe (dose équivalente à une dose journalière admissible par l'homme). La surprise provient du fait que la réaction à l'exposition prolongée diffère suivant le sexe de l'animal. Tous les mâles, en plus de se retrouver en surpoids, ont développé un diabète de type 2 (hyperglycémie chronique) et une stéatose (accumulation de graisse dans le foie). Au contraire, les femelles ont montré des perturbations hépatiques se traduisant par un stress oxydant, ainsi qu'une modification de l'activité du microbiote intestinal, dont les conséquences restent à déterminer.

Réf. : Céline Lukowicz et al. « Metabolic Effects of a Chronic Dietary Exposure to a Low Dose Pesticide Cocktail in Mice: Sexual Dimorphism and Role of the Constitutive Androstane Receptor », Céline Lukowicz et al., *Environmental Health Perspectives*, 25 juin 2018.

### 👥 Côte Expertise et Appui aux politiques publiques

#### Les plateformes d'épidémiologie

La surveillance est essentielle pour prévenir et maîtriser les risques sanitaires. INRAE, tout comme l'ANSES, est partie prenante des trois plateformes d'épidémiologie mises en place par le ministère de l'Agriculture. La première, la plateforme d'épidémiologie en santé animale (ESA) a été lancée dès 2010 et est chargée de surveiller tout danger sanitaire ayant ou pouvant avoir un impact sur la santé animale et/ou la santé publique. En 2018, deux autres plateformes ont été créées sur le même modèle. La plateforme ESV est en charge de l'épidémiologie en santé végétale, tandis que la plateforme SCA se consacre à la surveillance de la chaîne alimentaire.

#### Une veille sanitaire au niveau mondial

Le projet américano-européen Monitoring outbreak events for disease surveillance in a data science context (MOOD - EU 2020-2023) coordonné par le CIRAD avec INRAE et 25 partenaires dont l'European center for disease control (ECDC), l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) ainsi que l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), vise à détecter le risque d'introduction d'un nouveau pathogène en Europe, le risque de propagation associé ou bien encore les zones favorables à sa diffusion. Son objectif d'ici fin 2023 est de développer de nouveaux outils de veille partagés de façon à unifier et améliorer la veille sanitaire en Europe et dans le monde. Le projet comprend cinq études de cas (systèmes d'intelligence épidémiologique de pays européens aux statuts socio-économiques, géographiques, climatiques et aux modes de surveillance différents - Espagne, Finlande, France, Italie et Serbie), un travail participatif avec les acteurs de ces pays (caractérisation et évaluation des besoins) puis développement des outils.

## 4

### Une recherche inter-établissements et inter-alliances en appui aux politiques publiques

Afin de prévenir et d'anticiper les futures crises, INRAE s'inscrit dans la complémentarité avec les autres établissements, agences ou écoles en France (en particulier l'INSERM<sup>3</sup>, l'Institut Pasteur, le CIRAD, l'IRD, l'ANSES<sup>4</sup>, le CNRS<sup>5</sup>, les écoles vétérinaires...), notamment dans le contexte de la FRB<sup>6</sup>, dont INRAE est membre fondateur, comme à l'international (FAO<sup>7</sup>, OIE<sup>8</sup>, GIEC<sup>9</sup>, OCDE<sup>10</sup>, Banque mondiale).

INRAE est également impliqué dans des activités d'expertise et d'appui aux politiques publiques qui s'inscrivent en continuité avec les travaux de recherche mais qui sont aussi souvent à l'origine de ces travaux : éclairage des porteurs de politiques publiques sur les enjeux sociétaux ; aide à la conception des politiques publiques et de leurs instruments ; appui scientifique et technique à leur mise en œuvre. Les formes en sont diverses : expertise, information/sensibilisation, recherche pour ou sur les politiques publiques (dont leur évaluation) ou encore administration ou gestion d'objets dédiés (plateformes, bases de données, Groupements d'Intérêt Scientifique-GIS...). Ces activités se déclinent au niveau national, européen et international.

### Notes

1. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
2. Institut de recherche pour le développement
3. Institut national de la santé et de la recherche médicale
4. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
5. Centre national de la recherche scientifique
6. Fondation pour la recherche sur la biodiversité
7. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
8. Organisation mondiale de la santé animale
9. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
10. Organisation de coopération et de développement économiques

### Contacts

- Conseiller parlementaire, Marc Gauchée : [parlement@inrae.fr](mailto:parlement@inrae.fr)
- Directeur général délégué à l'expertise et l'appui aux politiques publiques, Patrick Flammarion : [dgdeapp@inrae.fr](mailto:dgdeapp@inrae.fr)

### Pour en savoir plus

- [www.inrae.fr](http://www.inrae.fr)
- « One Health, une seule santé pour la Terre, les animaux et les Hommes », Dossier de presse, INRAE, juillet 2020
- « Mobilisation de la FRB par les pouvoirs publics français sur les liens entre Covid-19 et biodiversité », 15 mai 2020
- « De One Health à Eco Health, cartographie du chantier inachevé de l'intégration des santé humaine, animale et environnementale », Serge Morand, Jean-François Guegan et Yann Laurans, Iddri Décryptage, n°4/20, mai 2020
- « La pandémie de Covid-19 est étroitement liée à la question de l'environnement », Tribune de seize dirigeants d'organismes scientifiques, lemonde.fr, 17 avril 2020
- « Nexus Santé : entre agriculture – alimentation – Environnement », Rapport de synthèse, décembre 2019
- CIAG du 21 juin 2018 : Prévenir et guérir les maladies infectieuses dans le concept One Health, co-organisé avec l'ANSES
- « Enjeux et spécificités de la recherche en santé animale », C. Ducrot, B. Bed'hom, V. Beringue, J.-B. Coulon, C. Fourichon, J.-L. Guérin, S. Krebs, P. Rainard, P. Sarradin, I. Schwartz, D. Torny, M.-L. Vayssier-Taussat, S. Zientara, e. Zundel, INRA Productions Animales, 2010, 23 (4), 359-368
- INRA Mensuel n°123 - Dossier de juin 2005 - Zoonoses de juin 2005



147 rue de l'Université  
75338 Paris Cedex 07  
Tél. : +33 1 (0)1 42 75 90 00

Rejoignez-nous sur :



[inrae.fr](http://inrae.fr)

**Institut national de recherche pour  
l'agriculture, l'alimentation et l'environnement**



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**