

UNE SEULE SANTÉ EN PRATIQUE : UNE RÉFLEXION CRITIQUE SUR L'ÉLIMINATION¹ DE L'ÉCHINOCOCCOSE ALVÉOLAIRE DANS LES COMTÉS DE ZHANG ET MIN, DANS LA PROVINCE DU GANSU, CHINE.

ONE HEALTH IN PRACTICE: A CRITICAL REFLECTION ON THE ELIMINATION OF ALVEOLAR ECHINOCOCCOSIS IN ZHANG AND MIN COUNTIES, GANSU PROVINCE, CHINA

Par Patrick GIRAUDOUX² , Dominique Angèle VUITTON³  et Philip Simon CRAIG⁴

Manuscrit initial reçu le 9 mars 2024, manuscrit révisé reçu le 17 avril 2024, accepté le 7 mai 2024

RÉSUMÉ

Le concept-cadre « Une seule santé » (*One Health*) fait l'objet d'un intérêt croissant, tant des organismes internationaux des Nations Unies que des gouvernements nationaux et leurs agences régionales. Nous avons conduit des recherches multidisciplinaires sur un foyer d'échinococcose alvéolaire des comtés de Zhang et Min, en Chine, pendant plus d'un quart de siècle. En nous appuyant sur cet exemple, nous soutenons que le concept-cadre Une seule santé ne doit pas se limiter à une approche réduite qui n'en embarquerait qu'une partie (il existe d'autres termes pour, comme Une seule médecine, etc.). La multidisciplinarité qui le sous-tend n'est pas en elle-même une fin en soi, mais bien un moyen d'embrasser toutes les dimensions, humaines, animales et écologiques d'une approche systémique qu'Une seule santé implique, telles que définies par la quadripartite OMS, OMSA, FAO, PNUE.

Mots-clés : multidisciplinarité, long-terme, socio-écosystème, sciences sociales, santé des écosystèmes, système

ABSTRACT

The "One Health" framework is of growing interest for international bodies of the United Nations, as well as national governments and their regional agencies. We have conducted multidisciplinary research on a focus of alveolar echinococcosis in Zhang and Min counties, China, for over a quarter of a century. Drawing on this example, we argue that the One Health framework should not be limited to a narrow approach that embraces only part of it (there are other terms for it such as One Medicine, etc.). The multidisciplinary that underpins it is not an end in itself, but a means of embracing all the human, animal and ecological dimensions of a systems approach that One Health implies, as defined by the WHO, WHOA, FAO, UNEP quadripartite.

Keywords: multidisciplinarity, long-term, socio-ecosystem, social sciences, ecosystem health, systems

1- L'élimination de la transmission est définie comme la réduction à zéro de l'incidence de l'infection causée par un agent pathogène spécifique dans une zone géographique définie, avec un risque minimal de réintroduction, à la suite d'efforts délibérés ; des actions continues pour empêcher le rétablissement de la transmission peuvent être nécessaires (WHO 2016).

2- Professeur émérite d'écologie, membre de l'Académie vétérinaire de France, membre du CoVARS, UMR UFC/CNRS Chrono-environnement, Université de Franche-Comté, France. E-mail : patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr

3- Professeure émérite d'immunologie clinique, Université de Franche-Comté, membre de l'Académie nationale de médecine, et membre associé au Centre national de références échinococcoses, Santé Publique France, France.

4- Professeur honoraire de parasitologie, School of Environment and Life Sciences, University of Salford, Greater Manchester, UK



INTRODUCTION

Le concept Une seule santé (*One Health*) connaît un intérêt croissant à tous les niveaux. International, par la reconnaissance conjointe de sa définition par la quadripartite OMS, OMSA, FAO et PNUE (OHHLEP *et al.* 2022), national dans de nombreux pays, dont la France qui a mis en place un quatrième Plan National Santé - Environnement (PNSE4 2021-2025) et ses déclinaisons régionales en PRSE4. Le PNSE4 propose « des actions concrètes pour mieux comprendre et réduire les risques liés aux substances chimiques, aux agents physiques et aux agents infectieux en lien avec les zoonoses, c'est-à-dire les pathologies qui peuvent se transmettre de l'animal à l'homme », et il revendique de « s'inscrire pleinement dans le cadre de la démarche Une Seule Santé ». Le Comité de veille et d'anticipation des risques sanitaires (CoVARS), créé en août 2022 de concert par le Ministre de la Santé et de la prévention et la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche, est lui-même enjoint d'inscrire son travail dans le contexte Une seule santé (Lefrançois *et al.* 2023).

Cette émergence d'un concept déjà ancien (Cook *et al.* 2004), dont la popularité croissante a en grande partie résulté de l'impact de la crise pandémique à COVID-19 (Giraudoux 2023), a aussi été soutenue aussi bien par l'Académie nationale de médecine (Parodi 2021) que par l'Académie vétérinaire de France, cette dernière l'ayant même explicitement intégré dans sa définition la plus récente de la Santé publique vétérinaire (Académie Vétérinaire de France 2021).

Il n'en reste pas moins que la pratique est encore loin d'être généralisée à tous les cas qui pourraient en tirer bénéfice, et que, surfant sur sa popularité, le terme est même parfois dévoyé pour servir des intérêts particuliers qui n'embarquent pas nécessairement entièrement le triptyque requis pour résoudre un problème clairement identifié comme de son ressort (Morand *et al.* 2020 ; Giraudoux 2022 ; Giraudoux *et al.* 2022a). Enfin, les praticiens de Une seule santé, comme les praticiens d'autres spécialités, sur le terrain, manquent cruellement d'exemples accessibles et d'un retour critique d'expérience, parce qu'ils sont encore assez rares, et que les éléments en sont parfois dispersés dans des mosaïques d'articles scientifiques en anglais, ce qui peut poser un problème technique de synthèse dans le monde francophone non-académique.

La transmission d'un cestode parasite, l'échinocoque multiloculaire, suite à la découverte à la fin des années 1980 d'un foyer humain et canin d'infection dans le sud du Gansu, en Chine, a fait l'objet de recherches impliquant dès le départ conjointement médecins, vétérinaires, parasitologues, écologues et géographes (Giraudoux *et al.* 2022b), bien avant que le terme Une seule santé n'ait été promu en 2004 par les principes de Manhattan lors de la conférence « One World, One Health ».

Le présent article a pour but de présenter la synthèse des travaux réalisés en montrant comment l'association de spécialistes des trois santés, humaine, animale et des écosystèmes, et de différents secteurs, a permis de comprendre les causes systémiques de la transmission de cette zoonose parasitaire gravissime en santé humaine, et les conditions et la dynamique de son élimination locale en une vingtaine d'années. Il présente aussi les limites et les insuffisances de la démarche qui a pu être adoptée à l'époque par rapport aux espérances théoriques portées par le concept Une seule santé.

PRÉSENTATION DU CYCLE PARASITAIRE

L'échinococcose alvéolaire humaine (EA) est causée par un cestode parasite, l'échinocoque multiloculaire (*Em*) (*Echinococcus multilocularis*), qui se maintient par un cycle impliquant le renard (ou le chien) comme hôte définitif (hébergeant la forme adulte) et des petits mammifères (rongeurs, pikas) comme hôte intermédiaire (hébergeant la forme larvaire) (Figure 1). L'hôte définitif s'infecte en consommant un petit mammifère infecté, et les petits mammifères s'infectent en ingérant les œufs du parasite évacués avec les crottes du renard (ou du chien). C'est aussi par cette dernière voie que les humains peuvent s'infecter. Le tissu parasitaire se développe alors dans le foie, à la manière d'un cancer, causant une maladie appelée échinococcose alvéolaire, chronique et létale en l'absence de prise en charge médicale. Le développement du parasite dans le foie est très lent (de 5 à 15 ans et plus avant d'être symptomatique), ce qui complique la détermination du moment précis et des conditions de l'infection. Bien que rare, elle est répandue dans tout l'hémisphère nord. Particulièrement présente en Asie centrale, elle est en expansion en Europe et elle concerne désormais l'Amérique du Nord (Deplazes *et al.* 2017).



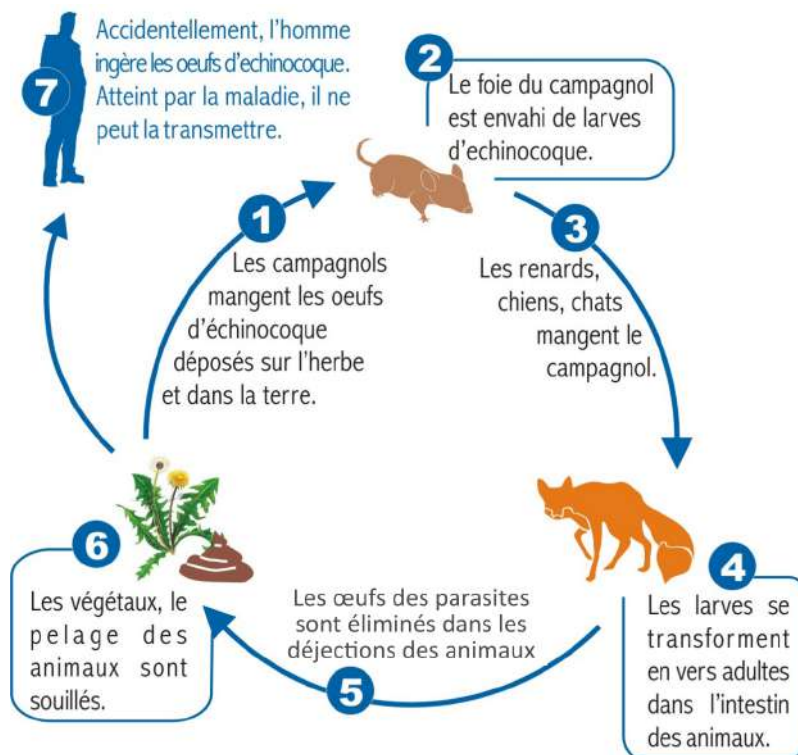


Figure 1 : Cycle de vie de l'échinocoque multiloculaire (infographie CHRU Jean Minjox)

LA DÉCOUVERTE DU FOYER DANS LE SUD DU GANSU

En Chine, les premiers cas d'échinococcose alvéolaire humaine (EA) furent reconnus en 1956 dans la Région autonome ouïghoure du Xinjiang, et furent suivis dans les années soixante par la découverte d'autres cas dans les provinces du Qinghai et du Gansu. Publiés à l'époque en chinois, ces cas restèrent longtemps inconnus du public international, alors même que la Chine de l'ouest est maintenant connue pour être une zone de haute endémicité tant de l'échinococcose granuleuse qu'alvéolaire (Vuitton *et al.* 2011 ; Deplazes *et al.* 2017 ; Craig *et al.* 2019). L'ouverture de la Chine à la fin des années 1970 inaugura une ère nouvelle de coopération internationale. Les premières missions exploratoires communes, embarquant médecins chinois et parasitologues britanniques, furent réalisées à la fin des années 1980. Elles conduisirent à la découverte d'un foyer local de haute prévalence chez l'Homme, dans le sud du Gansu, dans le comté de Zhang, constitué de 6 villages peuplés de cultivateurs Han (Craig *et al.* 1992) (Figure 2). Les échographies menées en août 1991 parmi 1 312 personnes, qui avaient suivi un dépistage sérologique l'année précédente, mirent en évidence une prévalence de l'EA de 5% dans trois communes rurales. L'autopsie de 58 chiens révéla que 6 d'entre eux présentaient des charges parasitaires comprises entre 20 et 5 000 vers, ce qui indiquait que les chiens, bien que nourris par ailleurs par leurs propriétaires, se nourrissaient occasionnellement sur des rongeurs, dont des rongeurs infectés par Em. Aucun renard n'avait pu être examiné, et les 103 foies de rongeurs examinés (zokor appelé aussi hamster-taupo, écureuil terrestre, mulot rayé) furent trouvés indemnes d'infection. L'article du *Lancet* qui rapportait cette étude concluait que « *des études écologiques sont maintenant nécessaires pour caractériser les cycles chien-rongeur et renard-rongeur dans le sud du comté de Zhang et pour déterminer les limites géographiques de cet important foyer d'EA. Outre la nécessité d'améliorer le traitement de l'EA, il est également nécessaire de mettre en œuvre des mesures de contrôle locales, principalement basées sur une vermifugation soutenue au praziquantel des chiens domestiques* ».



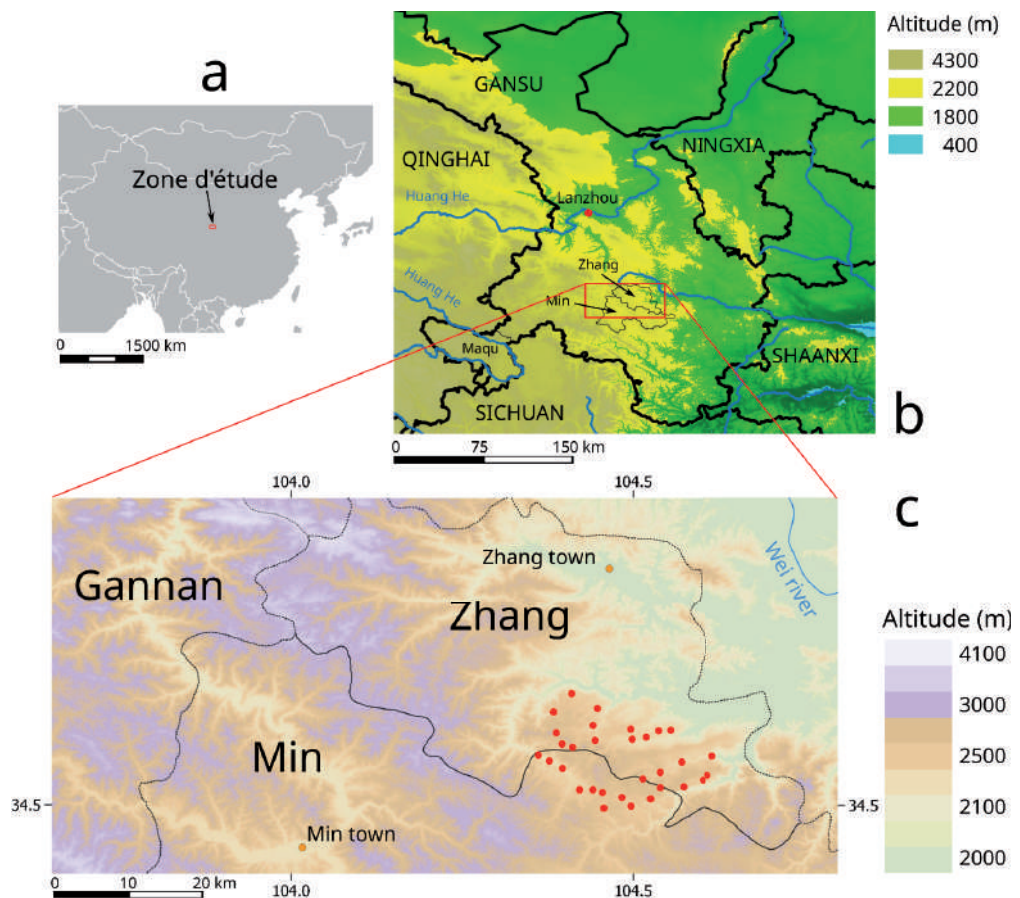


Figure 2 : Cartes de la zone d'étude.

a : localisation en Chine continentale

b : localisation dans les provinces et régions autonomes voisines

c : localisation des villages (cercles rouges) : ils se trouvent à quelques dizaines de kilomètres du plateau tibétain (> 3 000 m d'altitude), où des foyers de transmission intense d'*E. multilocularis* sont connus (d'après Giraudoux et al. (2019)).

D'emblée les trois compartiments critiques du système de transmission, qui sont aussi ceux de l'approche actuelle Une seule santé, étaient identifiés : (i) le chien domestique et son univers dont il était prouvé qu'il pouvait être un hôte infectant : leur étude est du ressort de la santé animale et des sciences vétérinaires ; (ii) le renard roux et les populations de micromammifères dans leurs écosystèmes : leur étude est du ressort de la dynamique des populations et des communautés animales, une branche des sciences écologiques ; et enfin (iii) le compartiment humain, victime d'une exposition aux œufs du parasite émis par le chien et le renard en parts respectives alors inconnues : son étude est du ressort des sciences de la santé humaine.

UNE SEULE SANTÉ MISE A L'ÉPREUVE

La Figure 3 montre la manière dont les disciplines, et donc les équipes qui les portent, se sont articulées pour concourir à la compréhension du système de transmission du parasite. Les études se sont poursuivies de 1994 jusqu'en 2015, leur fréquence et durée étant déterminée par les aléas des financements de la recherche dont la durée individuelle n'a jamais excédé 3 ans. Pour plus de détails, le lecteur pourra se référer à deux articles, l'un original (Giraudoux et al. 2019) et l'autre de synthèse (Giraudoux et al. 2022b) qui les développent plus largement.



1994 - 1997 : PROGRAMMES EUROPÉENS MULTIDISCIPLINAIRES

Une équipe composée de médecins, parasitologues, écologues et géographes sino-franco-britanniques ont eu la surprise de découvrir en 1994, au début d'un programme pluridisciplinaire financé par l'Europe⁵, que les chiens, très nombreux en 1990-1991, avaient disparu des villages en 1994, de même qu'apparemment le renard roux autour, autrefois relativement abondant au dire des chasseurs locaux. Manifestement, faute d'hôtes définitifs, le cycle parasitaire local était donc interrompu.

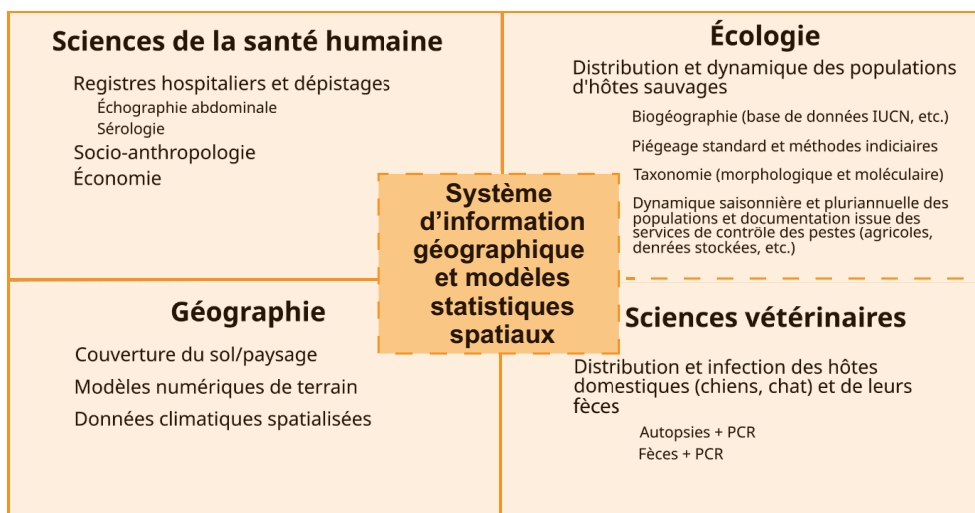


Figure 3 : Organisation des disciplines contributives à l'étude. Les lignes pointillées mettent en évidence la perméabilité des disciplines entre elles, et en quoi la centralité des méthodes de spatialisation permet d'en réunir les résultats.

Sur une période de trois ans (1994-1996), 2 482 personnes furent examinées par échographie du foie dans les comtés de Zhang et Min et les limites géographiques du foyer décrit en 1992 précisées sur cette base. Les prévalences d'EA humaine observées se sont révélées extrêmement différentes d'un village à l'autre, variant de 0 à près de 16%. Ces prévalences augmentaient avec l'âge et, à âge égal, elles se sont également révélées plus élevées chez les femmes et chez les x de chiens au cours de la décennie précédente (Craig *et al.* 2000). De plus, les prévalences étaient plus de trois fois plus élevées dans les villages environnés de prairies et de landes buissonnantes, que dans ceux où dominaient les terres labourées (Giraudoux *et al.* 2003). Des prévalences toujours élevées d'échinococcose alvéolaire humaine pouvaient alors être constatées en l'absence d'hôte définitif susceptible de contaminer l'environnement par les œufs du parasite (Figure 1). Le contact de la population humaine avec le parasite pouvait aussi être décelé par la grande fréquence des sérologies positives en l'absence de lésions actives d'EA, avec ou sans présence de formes 'abortives', calcifiées, de la maladie, les études immunogénétiques confirmant les observations européennes d'individus plus susceptibles que d'autres de développer la maladie.

Parallèlement, l'étude de la distribution des petits mammifères, dont certaines hôtes potentiel du parasite, combinant méthodes indiciaires et piégeage s'est d'abord heurtée à la difficulté d'une taxonomie des espèces encore à préciser : par exemple celle du campagnol limnophile (*Microtus limnophilus*), à différencier d'une autre espèce morphologiquement quasi-jumelle, le campagnol économe (*M. oeconomus*).

Chaque type d'habitat des paysages locaux s'est révélé héberger une ou plusieurs espèces susceptibles d'être un hôte intermédiaire du parasite. Il est donc apparu que la seule présence d'une ou plusieurs espèces de ces hôtes n'était pas suffisante pour expliquer la distribution des cas humains. En revanche, celle-ci était liée à l'extension d'habitats favorables à certaines espèces susceptibles de pulluler, comme le campagnol limnophile. Cette observation confirmait que, comme en Europe, ce n'est pas le nombre d'espèces-hôtes, mais la pullulation de au moins une de ces espèces qui explique l'intensité de la transmission.

5- "Human cystic and alveolar echinococcosis in northwest China: community screening, patient treatment/follow-up and transmission studies" STD TS3-CT94-0270. [UK - France - Chine]



Les opérations de dépistage comme l'échantillonnage des populations de micromammifères (qui s'appuyait en partie sur une main d'œuvre locale pour le gardiennage des lignes de pièges standards et sur leur capture par des méthodes traditionnelles) permirent de nombreux échanges avec les habitants, qui furent l'occasion de recueillir des témoignages sur l'évolution du paysage, des pratiques agricoles et forestières et de la faune sauvage pendant les quelques dizaines d'années précédant l'étude. Les informations obtenues des agriculteurs ont ainsi permis d'évoquer, avec un degré de certitude assez élevé, que la disparition des chiens et des renards constatée entre 1992 et 1994 dans l'environnement des villages de la zone d'endémie était la conséquence de leur empoisonnement secondaire lors de campagnes de traitement chimique contre les rongeurs, conduites au début des années 1990. Enfin, l'étude diachronique d'images satellitaires *Landsat* collectées de 1975 à 1997, a révélé que c'est essentiellement la déforestation pratiquée jusqu'au début des années 1990 afin de gagner des terres agricoles qui était responsable de l'extension des stades intermédiaires de défrichement : les landes et prairies favorables aux pullulations de certaines des espèces de rongeurs, recoupant ainsi les témoignages autochtones.

2005-2006 : COMPLÉMENT ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Pendant cette période, 2 500 personnes ont pu être examinées en 2005-2006 par une équipe médicale de l'Université de Lanzhou (Giraudoux *et al.* 2019). Ce dépistage a révélé une diminution de la prévalence de l'échinococcose alvéolaire humaine plus marquée dans les catégories d'âge plus jeunes, indiquant que, comme on pouvait s'y attendre lors des travaux de terrain réalisés en 1994-97, elles s'étaient trouvées moins exposées à l'infection. Cependant, la découverte de la maladie chez un enfant de moins de 10 ans indiquait que le parasite était à nouveau en circulation, même si moins intensément, à la fin des années 1990 ou au début des années 2000.

2015 : SUIVI DES POPULATIONS DE CHIENS ET DE MICROMAMMIFÈRES

Une équipe composée d'écologues, vétérinaires et parasitologues sino-franco-britanniques a pu constater qu'un grand nombre de chiens étaient à nouveau présents en grand nombre dans les villages, mais la plupart attachés. Au moins 50% d'entre eux étaient traités avec un vermifuge (praziquantel) distribué, dans le cadre du programme national de contrôle des échinococcoses mis en place en Chine à partir de 2005, mais à une fréquence très inférieure à celle recommandée. Certains chiens avaient été importés du comté de Maqu (préfecture autonome tibétaine de Gannan, dans le sud-ouest de la province du Gansu), siège d'un foyer actif d'échinococcose alvéolaire. Le risque de réintroduction du parasite à partir de zones endémiques éloignées du plateau tibétain oriental était donc élevé. Cependant, la recherche du parasite par PCR conduite en 2015 sur les crottes de 256 chiens des villages d'étude des comtés de Zhang et de Min n'a pas permis de détecter le parasite.

De plus, depuis la fin des années 1990, les programmes de protection des sols et de reboisement ont largement étendu les zones de landes et de forêt sur des pentes trop raides pour être cultivées sans érosion délétère. Ce changement d'affectation des terres offre plus d'habitats potentiels pour les rongeurs du genre *Microtus* et *Cricetulus* et le renard roux, ce dernier étant d'ailleurs plus fréquemment observé par les agriculteurs en 2015 que dans les années 1990, comme l'indiquaient les agriculteurs locaux interviewés. En 2015, un grand nombre d'indices de petits mammifères (espèces des genres *Microtus*, *Cricetulus* et *Eospalax*) pouvaient être observés à des fréquences similaires à celles observées dans les années 1990 (Figure 4).



Figure 4 : a : stockage de pommes de terre en mai 2015. Les flèches rouges indiquent les trous et les galeries de *Microtus limnophilus*, facilement accessibles aux chiens de ferme. Encadré : fèces de *Microtus*. b : piège à arc pour *Eospalax* sp. (mai 2014). Encadré : *Eospalax fontanieri*. c : *Ochotona* sp. dans la forêt du temple de GuiQing Shan (mai 2015). d : un grand nombre de chiens étaient présents en 2014 et en 2015.



ÉVOLUTION DU SYSTÈME DE TRANSMISSION

Une synthèse des écosystèmes de transmission sur les 25-30 années passées a pu être établie sur la base de ces travaux. La Figure 5 identifie quatre périodes correspondant à des situations épidémiologiques et écologiques contrastées (Giraudoux *et al.* 2019 ; 2022b) :

Période A

Déforestation et extension de l'agriculture (1970-début des années 1990). Exploitation forestière, augmentation des landes et pâturages, et ultérieurement des surfaces labourées et des populations humaines et de chiens. Les zokors (*Eospalax fontanieri*) sont piégés par les agriculteurs pour protéger les cultures, et régulièrement donnés aux chiens, facilitant la transmission du parasite. Le renard roux est relativement abondant, et d'autres espèces emblématiques de la faune sauvage des forêts d'altitude locales, telles que la panthère (*Panthera pardus*), l'ours tibétain (*Ursus thibetanus*) et le takin (*Budorcas taxicolor*), sont encore présentes. Les landes et pâturages sont favorables aux espèces de petits mammifères susceptibles d'atteindre des densités élevées (*Microtus limnophilus*, etc.). Ces espèces sont facilement accessibles aux chiens et créent des conditions extrêmement favorables à une transmission intensive. Cela conduit à une prévalence élevée d'*E. multilocularis* chez le chien et à une prévalence élevée d'échinococcose alvéolaire humaine, une des plus élevées jamais décrite au monde.

Période B

Extinction de la population de chiens et de renards (1992-1997). Le déclin s'est produit en 1992-1993 et la quasi-extinction de la population a pu être observée de 1994 à 1997. Elle a conduit à l'interruption du cycle de vie d'*E. multilocularis*. Les cas d'échinococcose alvéolaire humaine identifiés en 1994-1996 ont probablement tous été infectés pendant la « période A ». Du fait de la longue période d'infection chronique propre à ce parasite, une prévalence « fossile » d'échinococcose alvéolaire humaine d'environ 4% en moyenne est cependant toujours observée. En outre, la prévalence de l'échinococcose alvéolaire humaine est trois fois plus faible dans les zones où les villages sont environnés de labours plutôt que de prairies et de landes. Les espèces emblématiques des forêts d'altitude mentionnées plus haut, incompatibles avec l'extension de l'agriculture, la déforestation et la pénétration humaine, ont toutes disparues de l'écosystème.

Période C

Interdiction de l'exploitation forestière et reforestation (1998-2006). La réglementation du gouvernement impose une interdiction de labour sur les pentes abruptes et la replantation d'arbres, ce qui conduit à une diminution des terres agricoles et à une augmentation des superficies recolonisées par la végétation naturelle (herbe, buissons), et finalement à une augmentation de la superficie des landes et parcelles forestières. La population de renards se rétablit progressivement. Le passage à une prévalence d'échinococcose alvéolaire humaine beaucoup plus faible dans les catégories d'âge les plus jeunes du dépistage 2005-2006 indique que la transmission zoonotique aux humains est beaucoup plus faible que par le passé : au moins un cas d'échinococcose alvéolaire humaine dont l'infection s'est produite pendant cette période est identifié, indiquant que la transmission d'*E. multilocularis* est probablement à nouveau active soit chez le renard, soit chez le chien, soit les deux ou une infection accidentelle lors d'un voyage sur le plateau tibétain où la transmission est encore active.

Période D

Programme national de lutte contre les échinococcoses, débuté en 2005 (2007-2015) : la plupart des chiens sont attachés et une partie de la population de ces chiens est traitée avec un vermifuge (praziquantel), mais pas aussi fréquemment que recommandé. Aucune preuve d'infection par *E. multilocularis* n'est trouvée chez le chien en 2015, et une très faible prévalence (~ 0,4%) de *Taenia hydatigena* est détectée chez les chiens, contrastant avec les 43% détectés en 1991, ce qui indique soit l'efficacité du traitement vermifuge, soit un accès réduit des chiens aux abats de bétail ou au zokors piégés par leurs maîtres, ou une absence de prédation dans l'environnement des villages. Cependant, le commerce de chiens au cours de cette période augmente le risque de réinfection à partir d'autres zones d'endémie (par exemple le plateau tibétain). Près de 60% des patients identifiés en 1994-1996 étaient encore vivants en 2014, et aucune preuve d'infection récente n'est signalée dans la population humaine.



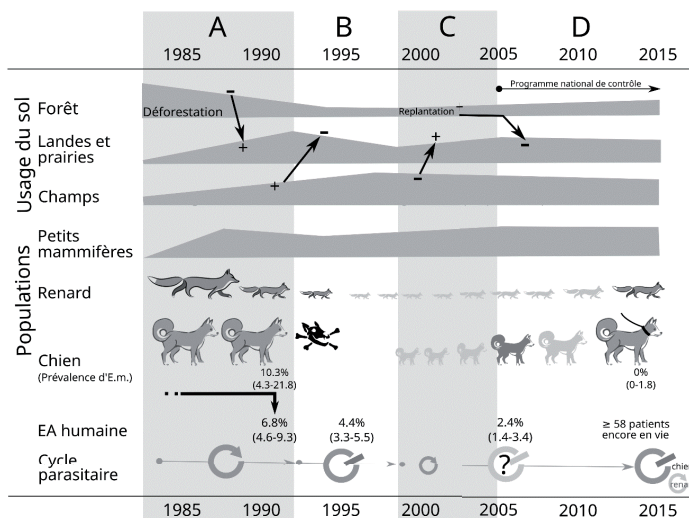


Figure 5 : Scénario d'évolution du système de transmission dans les comtés de Min et Zhang, Gansu, d'après Giraudoux et al. (2019). Les prévalences de l'échinococcose alvéolaire humaine (EA) sont standardisées pour un âge de 35 ans. E.m., Echinococcus multilocularis. Voir le texte pour les commentaires sur les périodes A, B, C, D.

FORCES ET INSUFFISANCES DE L'APPROCHE EN REGARD DU CADRE UNE SEULE SANTÉ

Une seule santé en action ?

Indubitablement, les résultats obtenus l'ont été par la collaboration des disciplines de la santé humaine et vétérinaire et de l'environnement (écologie, taxonomie, géographie), et parce que toutes ont inscrit leurs travaux spécifiques en les articulant dans une approche systémique. Donc, cette collaboration a mobilisé de multiples secteurs, disciplines et communautés à différents niveaux de la société pour travailler ensemble comme la définition OHHLEP d'Une seule santé le requiert pour ce qui concerne les moyens à mettre en œuvre dans la démarche. Cette collaboration a bien reconnu aussi que la santé des humains dépendait de celle des animaux domestiques et sauvages et du fonctionnement général des socio-écosystèmes où circulait le parasite. Elle a de ce fait contribué à mobiliser les services responsables de la santé humaine (dépistage et suivi des patients) et animale (contrôle et vermifugation des chiens) localement, dans le cadre du programme national chinois de contrôle des échinococcoses. Au plan fondamental, elle a permis d'avoir une vision systémique et intégrée des processus conduisant à la transmission du parasite et à l'exposition humaine dans laquelle les facteurs proximaux et distaux responsables sont identifiés, et de montrer en quoi des changements paysagers, le plus souvent d'origine humaine, peuvent entraîner des changements dans la dynamique de populations de certains hôtes, modifiant la relation proie/prédateur responsable de l'intensité de la circulation du parasite (Figure 6).

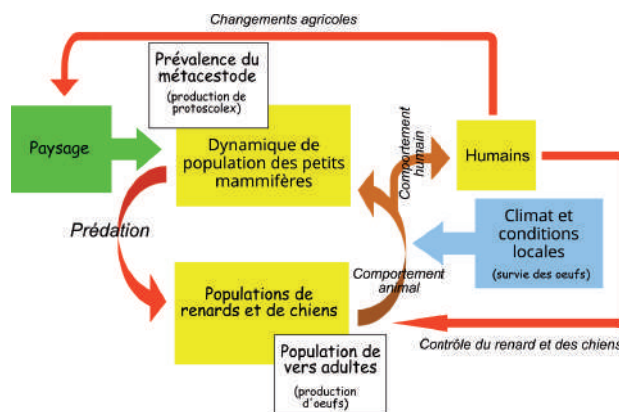


Figure 6 : Variables globales et modèle écologique de transmission de l'échinocoque multiloculaireire, d'après Giraudoux et al. (2003).



Pour autant, si la question de la santé humaine et de l'animal domestique a été centrale dans les questions de recherche et leur application pratique en aval, peu de considération a été apportée à celle des écosystèmes, dont celle des animaux sauvages, celles-ci n'ayant été questionnées que dans le sens de la compréhension de la transmission du parasite aux chiens et aux humains aux différents stades d'évolution du système. Or, le cadre conceptuel Une seule santé requiert en préliminaire et avec insistance que soient questionnés *l'équilibre et l'optimisation durable de la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes* et leurs interdépendances (OHHLEP *et al.* 2022). Autrement dit, l'entrée écologique n'a pas été examinée comme une variable susceptible d'amener le système dans un état optimisé du point de vue des trois santé, humaine, animale et des écosystèmes, mais seulement comme le résultat incontrôlé d'une trajectoire socio-économique où prévalait une forme non questionnée d'agriculture (probablement pas durable car ses conséquences délétères sur la biodiversité, l'érosion des sols, etc. sont patentées), dans laquelle l'intervention humaine (par le contrôle des chiens – tenue en laisse et vermifugation) permettait de minimiser l'impact sur la santé humaine.

Qu'est ce qui aurait pu être amélioré dans le cadre d'une seule santé ?

Les apports des sciences humaines et sociales

Les enquêtes épidémiologiques et les entretiens informels avec les habitants de la zone étudiée, au cours des études épidémiologiques et écologiques, ont apporté des informations essentielles pour comprendre les grandes caractéristiques de fonctionnement et d'évolution du socio-écosystème en cause dans la transmission du parasite. La pertinence des renseignements obtenus montre tout l'intérêt du travail 'de terrain' et de la participation active des populations aux études scientifiques qui sont menées. L'étude n'a cependant pas pu bénéficier d'une approche plus organisée qui aurait dû être conduite par des socio-anthropologues (Michalon 2020). Cette carence tient essentiellement à des choix obligés face à un financement limité, dont la part majeure était orientée vers le dépistage, la prise en charge et le suivi médical des patients, et très secondairement vers l'étude des hôtes du parasite, et seulement grâce à des compléments de financement conjoncturels. Les connaissances socio-anthropologiques sont cependant indispensables pour mettre en œuvre les mesures permettant l'*empowerment*⁶ des populations vis-à-vis des questions de santé et environnementales, comme le montrent par exemple d'autres études réalisées en Europe (Michelin *et al.* 2014 ; Jacques-Jouvenot 2019 ; 2022).

De la même manière, l'analyse de la trajectoire socio-économique marquée d'abord par l'augmentation de l'emprise d'une agriculture pionnière conquérante sur les milieux forestiers, puis au tournant du siècle par un reboisement des zones les zones d'altitude les plus pentues (Figure 7), aurait certainement permis de mieux mesurer le coût et les bénéfices de tels changements pour la santé humaine, animale et des écosystèmes, et d'aider les populations locales, sous réserve qu'elles aient la liberté de le faire, à prendre des décisions les optimisant, avec l'appui croisé des services de l'agriculture, de la santé, et de la protection de l'environnement notamment.

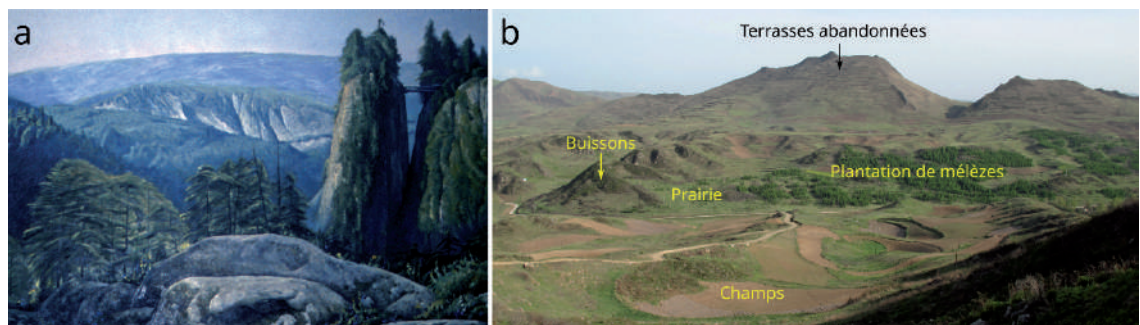


Figure 7 : Paysages du comté de Zhang.

a. le paysage ancien peint depuis GuiQing Shan (104.47°E, 34.64°N) est représenté largement dominé par la forêt de conifères d'altitude (peinture photographiée dans un hôtel de la ville de Zhang, en mai 1994) ;

b. paysage déforesté en mai 2015. La coupe de bois dans la deuxième moitié des années 1990, et les labours sur les pentes raides ont été interdits, et les terrasses abandonnées sont laissées à la recolonisation naturelle de la végétation. Des programmes de reboisement sont en outre mis en œuvre depuis le milieu des années 1990.

6- L'*empowerment* est un anglicisme qui désigne la capacité des individus et des collectifs à s'impliquer de façon autonome dans les décisions qui les concernent.



Le socio-écosystème vu comme un déterminant des santés

De nombreuses approches basées sur les systèmes socio-écologiques (SSE) ont été proposées pour résoudre les problèmes environnementaux. La plupart des cadres socio-écologiques développés à ce jour manquent toutefois de liens opérationnels clairs pour guider efficacement les SSE vers la résilience quand celle-ci est altérée. Un cadre conceptuel conçu pour être opérationnel est donc nécessaire (Collins *et al.* 2011 ; Bretagnolle *et al.* 2019). Il est devenu évident que les questions de prévention en santé ne relèvent pas seulement de la responsabilité individuelle. Elles doivent être traitées collectivement car déterminées par leur contexte environnemental (circulation de pathogènes, pollutions de l'air, des eaux, des sols, changements climatiques, etc.) (OHHLEP *et al.* 2023). Les santés, humaines, animales, des plantes et des écosystèmes, considérées dans leur dépendance dans le cadre conceptuel Une seule santé, constituent alors un résultat et un indicateur de fonctionnement du socio-écosystème.

L'étude et le contrôle de la transmission d'un parasite létal pour les humains, l'échinocoque multiloculaire, suppose, comme nous l'avons vu, une approche systémique des processus en cause. Mais une approche pluridisciplinaire de cette question est en deçà des espérances théoriques portées par le concept Une seule santé, qui vise que l'ensemble des santés, y compris celle des écosystèmes donc, soit pris en compte. La perte de biodiversité qui a accompagné la déforestation et l'emprise agricole telle qu'elle a été pratiquée dans les comtés de Zhang et de Min dans les années 1980-1990 a changé profondément le socio-écosystème en rendant plus probable les pullulations de certaines espèces de rongeurs opportunistes hôtes de l'échinocoque multiloculaire, et donc en augmentant l'intensité de la transmission du parasite. Sa simplification actuelle en un pur agrosystème, intensif par le mode d'agriculture pratiqué, le rend certainement maintenant très vulnérable au changement climatique, aux pestes agricoles (rongeurs, invertébrés, microorganismes, etc.) et dépendant d'intrants de toutes sortes (chimiques, plastiques, etc.) (Figure 8). Dans le même temps, depuis la deuxième moitié des années 1990, les villageois ont vu arriver l'électricité, des routes plus carrossables, le réseau téléphonique sans fil, des bâtiments plus fonctionnels, etc. et donc une amélioration de leurs conditions générales de vie.



Figure 8 : Paysage de monoculture dans le comté de Zhang en mai 2014. La totalité de l'espace cultivable est cultivé, la couverture végétale au sol absente pendant de longues périodes, et les techniques de culture sous plastique généralisées.



La question qui se pose maintenant, dans le cadre Une seule santé, est donc bien, partant de là, de *définir un socio-écosystème où les compromis raisonnés soient trouvés entre santé humaine, santé animale, santé des plantes et santé des écosystèmes* (OHHLEP *et al.* 2022), le rendant ainsi soutenable et désirable pour les générations actuelles et futures. Il ne s'agit plus seulement, par exemple, de s'interroger sur la seule reprise d'un cycle de transmission de l'échinocoque alvéolaire, mais aussi de s'interroger sur les conséquences des mesures prises pour l'éviter (par exemple celle d'un traitement vermifuge systématique des chiens sur le long terme), et plus généralement sur les conséquences de l'évolution des pratiques dans le socio-écosystème mis en place en période D (Figure 5), par exemple celles du traitement de la « santé des plantes cultivées » par les pesticides sur la santé humaine et animale et de l'impact de ce type d'agriculture sur la biodiversité et des effets en retour, comparativement aux socio-écosystèmes des périodes précédentes. De s'interroger aussi sur l'adaptation de ce socio-écosystème aux changements climatiques, et la liste n'est pas close...

CONCLUSION

Les 12 principes de Manhattan qui, en 2004, ont lancé le concept « One World, One Health » reconnaissent d'emblée, dès le premier principe, « *le lien essentiel entre la santé de l'homme, des animaux domestiques et de la faune sauvage et la menace que les maladies font peser sur les populations, leurs ressources alimentaires et leurs économies, ainsi que sur la biodiversité essentielle au maintien d'environnements sains et d'écosystèmes fonctionnels dont nous avons tous besoin* » (Cook *et al.* 2004). Le concept Une seule santé fut néanmoins promu et popularisé à plusieurs reprises dès les années 1960 et jusqu'à récemment, sous le seul angle, privilégié, du dialogue nécessaire entre médecine humaine et vétérinaire, soit deux des éléments du triptyque Une seule santé. Il fut nommé un temps à plus juste titre « Une seule médecine » (*One medicine*), afin de refléter les similitudes entre la médecine animale et la médecine humaine et de souligner l'importance de la collaboration entre les vétérinaires et les médecins tant dans les questions de soin (développement de médicaments, de techniques, etc.) que dans certaines questions de santé publique touchant par exemple aux zoonoses portées par des animaux domestiques (Schwabe 1981 ; Dukes 2000 ; Zinsstag *et al.* 2011). La petite voix de l'écologie et de la santé des écosystèmes, issue d'une communauté de chercheurs et praticiens, moins nombreux et beaucoup moins structurée et reconnue, eut beaucoup plus de mal à émerger et se faire entendre dans le contexte compétitif d'accès aux ressources de la recherche (Giraudoux 2022 ; Giraudoux *et al.* 2022a). Cela est d'autant plus vrai que la définition de la santé des écosystèmes se pose sous des angles différents de celle de la santé humaine et animale, et qu'il existe un gradient de compétences entre le soin vétérinaire aux animaux sauvages et la gestion écologique de leurs populations via les écosystèmes qu'ils habitent. Cette compartimentation est d'autant plus difficile à dépasser que l'implémentation d'une approche Une seule santé nécessite tant au niveau national qu'au niveau des territoires la collaboration de services organisés en silos : les ministères et agences en charge de la santé humaine, celles en charge de l'agriculture et de l'alimentation et celles en charge de l'écologie et de l'environnement. En France, à titre individuel, bien des personnels de ces organisations sont convaincus de l'intérêt de cette transversalité mais, structurellement, leur organisation (missions, budget, etc.) et leur formation, qui ne les prépare pas à cela, rendent la plupart du temps difficile l'ajout pratique de cette dimension à leurs missions. La population mondiale est passée de moins de 2 milliards à 8 milliards en un peu plus d'un siècle et la consommation moyenne individuelle, dans un contexte d'inégalités croissantes, a, de plus, été multipliée par plus de 13 sur la même période (le PIB par habitant est passé de 605 \$ en 1820 à 7 890 \$ en 2010). Le changement climatique et l'effondrement de la biodiversité qui en sont les conséquences obligent à gérer des situations de plus en plus complexes, de nombreuses incertitudes, avec des effets en cascade difficilement prévisibles. Le concept Une seule santé aide à une intégration des réponses, car il cherche *à favoriser le bien-être et lutter contre les menaces qui pèsent sur la santé et les écosystèmes, tout en répondant au besoin collectif d'eau, d'énergie et d'air propres, d'aliments sûrs et nutritifs, en prenant des mesures contre le changement climatique et en contribuant au développement durable* (OHHLEP *et al.* 2022). Il est donc essentiel que toutes les parties prenantes s'attachent à en explorer en pratique toutes les dimensions.

REMERCIEMENTS

Merci à Didier Boussarie et Jean Dupouy-Camet pour leurs commentaires et suggestions.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.



COMITÉ D'ÉTHIQUE

Le présent travail ne nécessite pas l'avis d'un comité d'éthique.

RÉFÉRENCES

- Académie Vétérinaire de France. Communiqué de presse 2021-08, L'Académie vétérinaire de France revisite la définition de la Santé Publique Vétérinaire [Internet]. 2021 [cité 2022 juin 6]. URL <https://academie-veterinaire-defrance.org/actualites/communiqués-de-presse/communiqué-de-presse-2021-08-lacademie-veterinaire-de-france-revisite-la-definition-de-la-sante-publique-veterinaire> (consulté le 6.6.22)
- Bretagnolle V, Benoit M, Bonnefond M, Breton V, Church J, Gaba S, *et al.* Action-orientated research and framework: insights from the French long-term social-ecological research network. *Ecology and Society*. 2019; 24(3) : 10. <https://doi.org/10.5751/ES-10989-240310>
- Collins SL, Carpenter SR, Swinton SM, Orenstein DE, Childers DL, Gragson TL, *et al.* An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2011 ; 9(6) : 351 7. <https://doi.org/10.1890/100068>
- Cook RA, Karesh WB, Osofsky SA. The Manhattan Principles [Internet]. 2004 [cité 2023 oct 9]. URL <https://oneworldonehealth.wcs.org/About-Us/Mission/The-Manhattan-Principles.aspx> (consulté le 10. 9. 23)
- Craig PS, Giraudoux P, Shi D, Bartholomot B, Barnish G, Delattre P, *et al.* An epidemiological and ecological study of human alveolar echinococcosis transmission in south Gansu, China. *Acta tropica*. 2000; 77: 167 77. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00134-0](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00134-0)
- Craig PS, Giraudoux P, Wang ZH, Wang Q. Echinococcosis transmission on the Tibetan Plateau. *Advances in Parasitology*. 2019; 104: 165 246. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.11.001>
- Craig PS, Liu D, Shi D, Macpherson CNL, Barnish G, Reynolds D, *et al.* A large focus of alveolar echinococcosis in central China. *The Lancet*. 1992 ; 340(8823): 826 31. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)92693-A](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)92693-A)
- Deplazes P, Rinaldi L, Rojas CAA, Torgerson PR, Harandi MF, Romig T, *et al.* Global Distribution of Alveolar and Cystic Echinococcosis. In: Thompson RCA, Deplazes P, Lymbery AJ, éditeurs. *Echinococcus and Echinococcosis*, Pt A [Internet]. 95e éd. 2017. p. 315 493. (*Advances in Parasitology*). <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.11.001>
- Dukes TW. That Other Branch of Medicine: An Historiography of Veterinary Medicine from a Canadian Perspective. *Canadian Bulletin of Medical History*. 2000; 17(1) : 229 43. <https://doi.org/10.3138/cbmh.17.1.229>
- Giraudoux P. One health and echinococcoses: something missing? *International Journal of Echinococcoses*. 2022 ; 1(1) : 15 8. <https://doi.org/10.5455/IJE.2021.07.03>
- Giraudoux P. One Health (Une seule santé): concept nouveau en maturation ou vieille histoire? *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. 2023 ; epub : 1 13. <https://doi.org/10.3406/bavf.2023.71063>
- Giraudoux P, Besombes C, Bompangue D, Guégan J-F, Mauny F, Morand S. One Health or 'One Health washing'? An alternative to overcome now more than ever. *CABI One Health* [Internet]. 2022a ; 2022. <https://doi.org/10.1079/cabonehealth.2022.0006>
- Giraudoux P, Craig PS, Delattre P, Bartholomot B, Bao G, Barnish G, *et al.* Interactions between landscape changes and host communities can regulate *Echinococcus multilocularis* transmission. *Parasitology*. 2003 ; 127: 121 31. <https://doi.org/10.1017/S0031182003003512>
- Giraudoux P, Vuitton DA, Craig PS. Écologie de la transmission de l'échinocoque multiloculaire. In : Giraudoux P, éditeur. *Socio-écosystèmes* [Internet]. Londres : ISTE - Sciences ; 2022b. p. 161 204.
- Giraudoux P, Zhao Y, Afonso E, Yan H, Knapp J, Rogan MT, *et al.* Long-term retrospective assessment of a transmission hotspot for human alveolar echinococcosis in mid-west China. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2019 ; 13 (8) : 1 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007701>
- Jacques-Jouvenot D. Prévention et perception du risque en milieu rural. *EM Consulte - SOINS*. 2019 ; 64(832) : 47 9. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2018.12.012>
- Jacques-Jouvenot D. Les visions « indigènes » de la maladie et des risques liés à l'échinococcose alvéolaire. In : Giraudoux P, éditeur. *Socioécosystèmes L'indiscipline comme exigence du terrain*. Londres : ISTE - Sciences ; 2022. p. 205 24.
- Lefrançois T, Lina B, Autran B. One Health approach at the heart of the French Committee for monitoring and anticipating health risks. *Nat Commun*. 2023; 14(1) : 7540. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43089-2>
- Michalon J. Accounting for One Health: Insights from the social sciences. *Parasite*. 2020; 27: 56. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020056>
- Michelin Y, Coulaud F, Morlans S, Ingrand S. Pullulations de campagnols terrestres : perception du phénomène, impact sur les systèmes bovins laitiers de Franche-Comté et perspectives pour l'action. *Fourrages*. 2014 ; 220 : 285 90.



COMMUNICATION

doi.org/10.3406/bavf.2024.71084

- Morand S, Guégan J-F, Laurans Y. De One Health à Ecohealth, cartographie du chantier inachevé de l'intégration des santés humaine, animale et environnementale. *IDDRI, Décryptage*. 2020 ; 4(20) : 1 4.
- OHHLEP, Adisasmito WB, Almuhairi S, Behraves CB, Bilivogui P, Bukachi SA, *et al.* One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLOS Pathogens*. 2022; 18(6): e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>
- OHHLEP, Markotter W, Mettenleiter TC, Adisasmito WB, Almuhairi S, Behraves CB, *et al.* Prévention de la propagation des zoonoses : de « compter sur la réponse » à « réduire le risque à la source ». *BAVF* [Internet]. 2023 ; epub. <https://doi.org/10.3406/bavf.2023.71059>
- Parodi AL. Le concept « One Health », Une seule santé : réalité et perspectives. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. 2021 ; 205(7) : 659 61. <https://doi.org/10.1016/j.banm.2021.05.001>
- Schwabe C. Animal diseases and primary health care: intersectoral challenges. *WHO Chronicle*. 1981; 35 (6) : 227 32.
- Vuitton DA, Wang Q, Zhou H-X, Raoul F, Knapp J, Bresson-Hadni S, *et al.* A historical view of alveolar echinococcosis, 160 years after the discovery of the first case in humans: part 1. What have we learnt on the distribution of the disease and on its parasitic agent? *Chin Med J (Engl)*. 2011; 124(18) : 2943 53.
- WHO. Generic framework for control, elimination and eradication of neglected tropical diseases [Internet]. Geneva: World Health Organisation ; 2016 avr p. 9.
- Zinsstag J, Schelling E, Waltner-Toews D, Tanner M. From “One Medicine” to “One Health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 101(3) : 148 56. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>



Bull. Acad. Vét. France — 2024

<http://www.academie-veterinaire-defrance.org/>



Cet article est publié sous licence creative commons CC-BY-NC-ND 4.0

ONE HEALTH IN PRACTICE: A CRITICAL REFLECTION ON THE ELIMINATION OF ALVEOLAR ECHINOCOCCOSIS IN ZHANG AND MIN COUNTIES, GANSU PROVINCE, CHINA

UNE SEULE SANTÉ EN PRATIQUE : UNE RÉFLEXION CRITIQUE SUR L'ÉLIMINATION⁷ DE L'ÉCHINOCOCCOSE ALVÉOLAIRE DANS LES COMTÉS DE ZHANG ET MIN, DANS LA PROVINCE DU GANSU, CHINE.

By Patrick GIRAUDOUX⁸ , Dominique Angèle VUITTON⁹  and Philip Simon CRAIG¹⁰

(manuscript submitted December 1st, 2023, accepted December 11th, 2023)

ABSTRACT

The "One Health" framework is of growing interest for international bodies of the United Nations, as well as national governments and their regional agencies. We have conducted multidisciplinary research on a focus of alveolar echinococcosis in Zhang and Min counties, China, for over a quarter of a century. Drawing on this example, we argue that the One Health framework should not be limited to a narrow approach that embraces only part of it (there are other terms for it such as One Medicine, etc.). The multidisciplinary that underpins it is not an end in itself, but a means of embracing all the human, animal and ecological dimensions of a systems approach that One Health implies, as defined by the WHO, WHOA, FAO, UNEP quadripartite. **Keywords:** multidisciplinary, long-term, socio-ecosystem, social sciences, ecosystem health, systems

RÉSUMÉ

Le concept-cadre « Une seule santé » (*One Health*) fait l'objet d'un intérêt croissant, tant des organismes internationaux des Nations Unies que des gouvernements nationaux et leurs agences régionales. Nous avons conduit des recherches multidisciplinaires sur un foyer d'échinococcose alvéolaire des comtés de Zhang et Min, en Chine, pendant plus d'un quart de siècle. En nous appuyant sur cet exemple, nous soutenons que le concept-cadre Une seule santé ne doit pas se limiter à une approche réduite qui n'en embarquerait qu'une partie (il existe d'autres termes pour, comme Une seule médecine, etc.). La multidisciplinarité qui le soutient n'est pas en elle-même une fin en soi, mais bien un moyen d'embrasser toutes les dimensions, humaines, animales et écologiques d'une approche systémique qu'Une seule santé implique, telles que définies par la quadripartite OMS, OMSA, FAO, PNUE.

Mots-clés : multidisciplinarité, long-terme, socio-écosystème, sciences sociales, santé des écosystèmes, système

7- Elimination of transmission is the reduction to zero of the incidence of infection caused by a specific pathogen in a defined geographical area, with minimal risk of reintroduction, as a result of deliberate efforts; continued actions to prevent re-establishment of transmission may be required (WHO 2016).

8- Emeritus professor of ecology, member of the Veterinary Academy of France, member of the CoVARS, UMR UFC/CNRS Chrono-environment, University of Franche-Comté, France. Mail: patrick.giraudoux@univ-fcomte.fr

9- Emeritus professor of clinical immunology, University of Franche-Comté, member of the National Academy of Medicine and associate-member of the National Reference Center for Echinococcoses, Santé Publique France, France.

10- Emeritus professor of parasitology, University of Salford, UK



INTRODUCTION

The One Health concept is attracting growing interest at all levels. At international level, with the joint recognition of its definition by WHO, WHOA, FAO and UNEP (OHHLEP *et al.* 2022), and at national level in many countries, including France, which has put in place a fourth National Health and Environment Plan (PNSE4 2021-2025) and its regional versions (PRSE4). The PNSE4 proposes "concrete actions to better understand and reduce the risks linked to chemical substances and physical agents but also infectious agents in connection with zoonoses, i.e. pathologies that can be transmitted from animals to humans", and claims to be "fully in line with the One Health approach". The *Comité de veille et d'anticipation des risques sanitaires* (CoVARS), set up in August 2022 jointly by the Minister for Health and Prevention and the Minister for Higher Education and Research, is itself being asked to frame its work in the context of One Health (Lefrançois *et al.* 2023).

This emergence of an already old concept (Cook *et al.* 2004), whose growing popularity was largely due to the impact of the COVID-19 pandemic crisis (Giraudoux 2023), was also supported by both the *Académie Nationale de Médecine* (Parodi 2021) and the *Académie Vétérinaire de France*, the latter even explicitly including it in its most recent definition of veterinary public health (Académie Vétérinaire de France 2021).

The fact remains that the practice is still far from being generalised to all the cases that could benefit from it, and that, building on its popularity, the term is even sometimes misused to serve particular interests that do not necessarily fully embrace the aspects required to solve a problem clearly identified as falling within its scope (Morand *et al.* 2020; Giraudoux 2022; Giraudoux *et al.* 2022a). Finally, One Health practitioners, as well as practitioners of other specialities in the field, are sorely lacking in accessible examples and critical feedback from experience, because they are still fairly rare, and the elements are sometimes scattered in a patchwork of scientific articles in English, which can pose a technical problem of synthesis in the non-academic French-speaking world.

The transmission of a parasitic cestode, *Echinococcus multilocularis*, following the discovery in the late 1980s of a human and canine focus in southern Gansu, China, was the subject of research involving medical doctors, veterinarians, biologists, geographers and ecologists from the outset (Giraudoux *et al.* 2022b), well before the term 'One Health' was promoted in 2004 by the Manhattan Principles at the 'One World, One Health' conference.

The aim of this article is to present a summary of the work carried out, showing how the association of specialists from different health sectors and disciplines has made it possible to understand the systemic causes of the transmission of this parasitic zoonosis, which is extremely serious in terms of human health, and the conditions and dynamics of its local elimination over a period of some twenty years. It also outlines the limitations and shortcomings of the approach adopted at the time, compared with the theoretical expectations of the One Health concept.

PRESENTATION OF THE PARASITE LIFE CYCLE

Human alveolar echinococcosis (EA) is caused by a parasitic cestode, *Echinococcus multilocularis* (Em), which is maintained by a cycle involving the fox (or dog) as definitive host (harbouring the adult intestinal form) and small mammals (rodents, pikas) as intermediate host (harbouring the larval form in the liver) (Figure 1). The definitive host becomes infected by eating an infected small mammal, and the small mammals are infected by accidentally ingesting the parasite eggs passed in fox or dog faeces. This is also the route by which humans can become infected. Parasitic tissue then develops cancer-like in the human liver, causing a disease called alveolar echinococcosis, which is chronic and usually fatal if left untreated. The parasite takes a very long time to develop in the liver (5 to 15 years or more before the infection becomes symptomatic), which makes very difficult to identify the precise time and conditions of infection. Although rare, it is widespread throughout the northern hemisphere. Particularly present in Central Asia, it is expanding in Europe and is now of concern in North America (Deplazes *et al.* 2017).



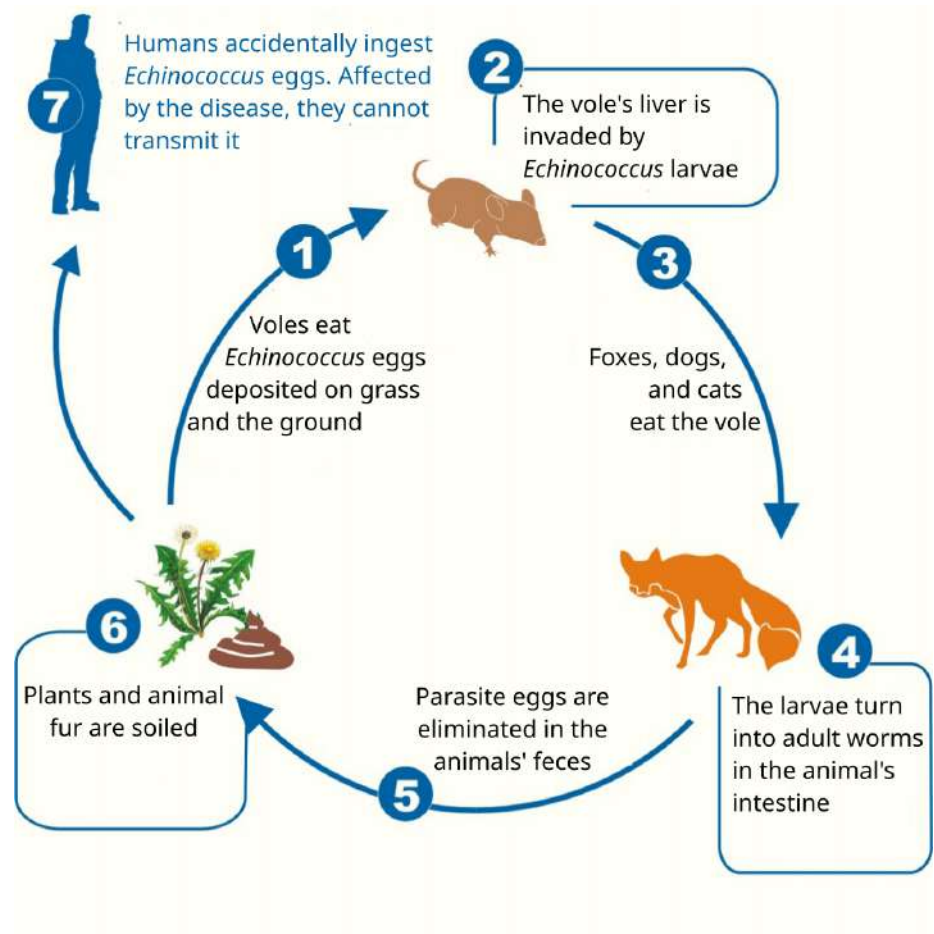


Figure 1 : Life cycle of the *Echinococcus multilocularis* (infography CHRU Jean Minjox)

THE FOCUS DISCOVERY IN SOUTH GANSU

In China, the first cases of human alveolar echinococcosis (EA) were recognised in 1956 in the Xinjiang Uyghur Autonomous Region, and were followed in the 1960s by the discovery of other cases in the provinces of Qinghai and Gansu. Published in Chinese at the time, they remained unknown to the international public for a long time, even though western China is now known to be a highly endemic area for both cystic and alveolar echinococcoses (Vuitton *et al.* 2011; Deplazes *et al.* 2017; Craig *et al.* 2019). The opening up of China at the end of the 1970s ushered in a new era of international cooperation. The first joint exploratory missions, involving Chinese physicians and British parasitologists, were carried out at the end of the 1980s. They led to the discovery of a local focus of high prevalence in humans in Zhang County, southern Gansu, among 6 villages of Han farmers (Craig *et al.* 1992) (Figure 2). Ultrasound scans carried out in August 1991 among 1,312 people, after a serological screening the year before, revealed an EA prevalence of 5% in three rural communes. Autopsies of 58 dogs revealed that 6 of them had parasite loads of between 20 and 5 000 worms, indicating that the dogs, although fed by their owners, had occasionally fed on infected rodents. No foxes were examined, and the 103 rodent livers examined (zokor, ground squirrel, striped field mouse) were found to be not infected. The Lancet article reporting this study concluded that *"ecological studies are now needed to characterise the dog-rodent and fox-rodent cycles in southern Zhang County and to determine the geographical limits of this major EA outbreak. In addition to the need to improve treatment of EA, it is also necessary to implement local control measures, mainly based on sustained praziquantel deworming of domestic dogs"*.



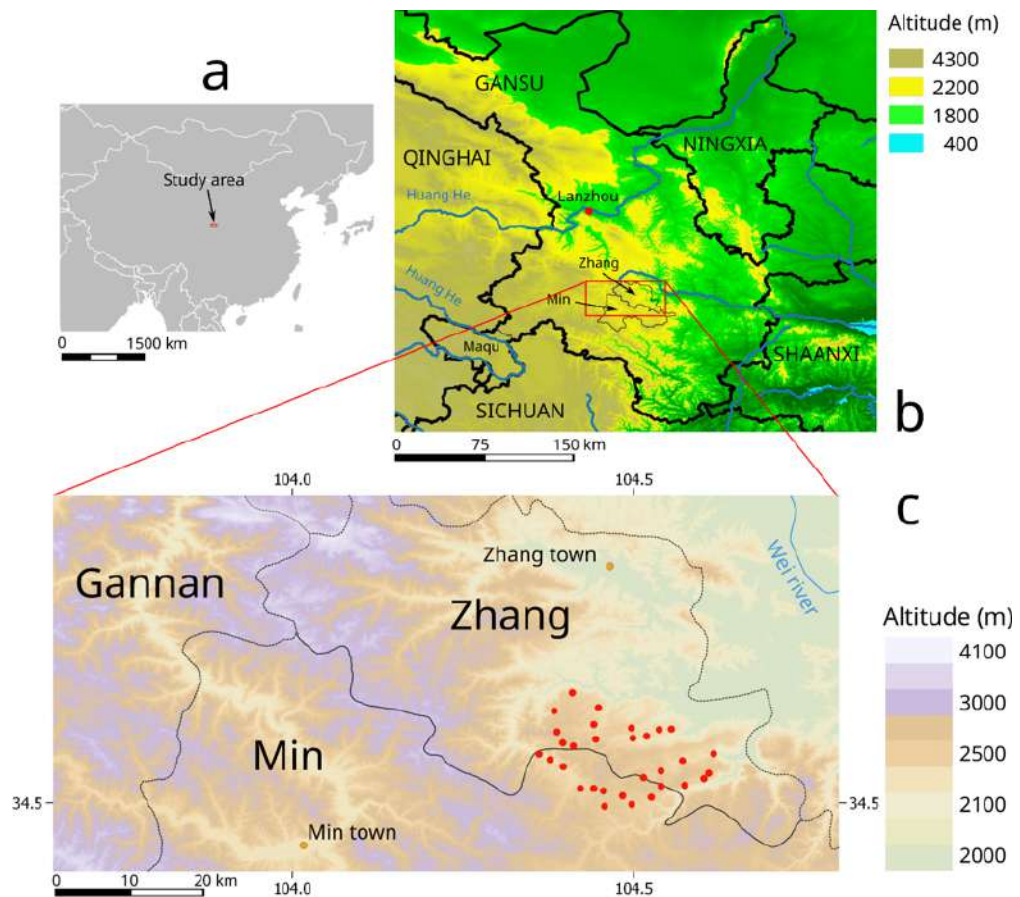


Figure 2 : Maps of the study area. a, location in continental China; b, location among neighbouring provinces and autonomous regions; c, locations of villages (red circles): they are at some tens of kilometres from the Tibetan plateau (> 3 000 m of altitude), where foci of intense transmission of *E. multilocularis* are reported (after Giraudoux et al. (2019)).

From the outset, the three critical compartments of the transmission system, which are also those of the current One Health approach, were identified: (i) the domestic dog and its environment, which it had been proven could be an infecting host: their study falls within the remit of animal health and veterinary sciences; (ii) the red fox and the populations of small mammals in their ecosystems: their study falls within the remit of animal population and community dynamics, a branch of the ecological sciences; and finally, (iii) the human component, from exposure to the microscopic eggs of the parasite emitted by canid hosts in unknown infection pressure: its study falls within the remit of the human health sciences.

ONE HEALTH PUT TO THE TEST

The way in which the various disciplines, and therefore the teams behind them, have worked together to help understand the parasite's transmission system are summarized in Figure 3. The studies continued from 1994 until 2015, their frequency and duration being determined by the vagaries of research funding, the individual duration of which never exceeded 3 years. For more details, readers may refer to two articles, one original (Giraudoux et al. 2019) and the other a synthesis (Giraudoux et al. 2022b), which provide a more detailed account.



1994 - 1997: EUROPEAN MULTIDISCIPLINARY PROGRAMMES

A team of Chinese-French-British doctors, parasitologists, ecologists and geographers were surprised to discover in 1994, at the start of a multi-disciplinary programme funded by Europe¹¹, that dogs, which had been very numerous in 1990-1991, had disappeared from the villages in 1994, as had apparently the red fox population around them, which local hunters said was once relatively abundant. Clearly, in the absence of definitive hosts, the local parasite cycle had been interrupted.

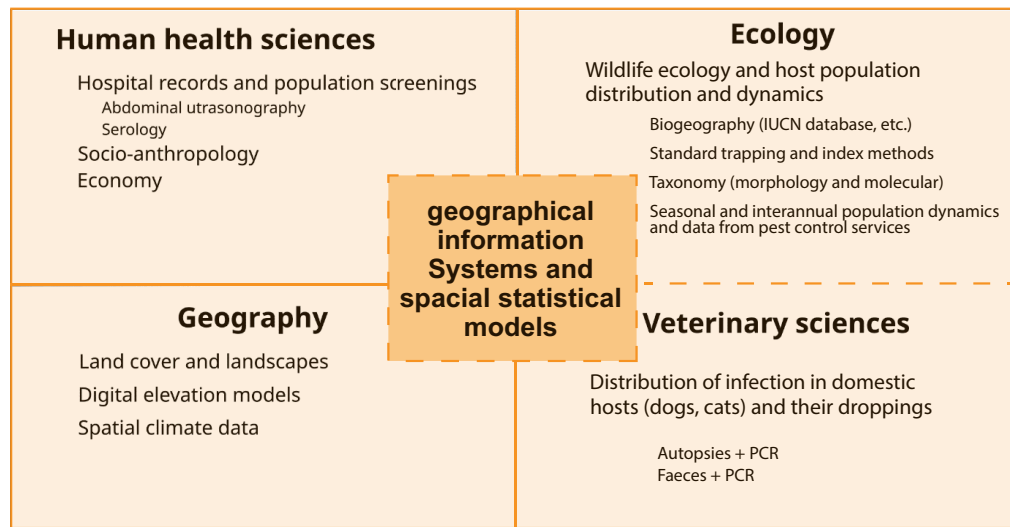


Figure 3 : Organisation of the disciplines contributing to the study. The dotted lines highlight the permeability between disciplines, and how the centrality of spatialization methods makes it possible to bring together the results.

Over a 3-year period (1994-1996), 2,482 people were examined for liver pathologies using hepatic ultrasound in Zhang and Min counties, and the geographical limits of the focus, originally described in 1992, were defined on this basis. The community prevalences of human hepatic alveolar echinococcosis observed varied enormously from one village to another, ranging from 0 to almost 16%. These village prevalences increased with age, and for the same age groups were also found to be higher among women and dog owners over the previous decade (Craig *et al.* 2000). In addition, prevalence was more than three times higher in villages surrounded by meadows and shrubby scrubland than in those dominated by ploughed land (Giraudoux *et al.* 2003). Due to the chronic pathology and long incubation period, high prevalences of human alveolar echinococcosis could therefore be observed in the absence of definitive host populations likely to contaminate the environment with parasite eggs. The contact of human populations with the parasite could also be detected by the high frequency of positive serologies in the absence of active EA lesions, with or without the presence of 'abortive', calcified forms of the disease, with immunogenetic studies confirming European observations of individuals more likely than others to develop the disease. At the same time, the study of the distribution of small mammals, combining indexing and trapping methods, initially came up against the difficulty of defining the taxonomy of potential host species: for example, that of the lacustrine vole (*Microtus limnophilus*), which had to be differentiated from another species that was morphologically almost identical, the root vole (*M. oeconomus*).

Each type of habitat in the local landscape was found to harbour one or more rodent species likely to be an intermediate host for the parasite. It therefore appeared that the mere presence of one or more of these small mammal species was not sufficient to explain the distribution of human cases. On the contrary, the key factor was linked to the extension of habitats favourable to certain species likely to undergo population surges, such as the lacustrine vole. This observation confirmed that, as in Europe, it is not the number of host species, but the population surge of at least one of these species that explains the intensity of transmission.

11- "Human cystic and alveolar echinococcosis in northwest China: community screening, patient treatment/follow-up and transmission studies" STD TS3-CT94-0270. [UK - France - Chine]



Both the screening operations and the sampling of the small mammal populations (which relied in part on local labour to protect the standard trap lines and on their capture by traditional methods) provided an opportunity for numerous exchanges with the local people, which gave us the chance to gather accounts of how the landscape, farming and forestry practices and wildlife had changed over the few decades preceding the study. The information obtained from farmers enabled us to suggest, with a fairly high degree of certainty, that the disappearance of dogs and foxes observed between 1992 and 1994 in the environment of villages in the endemic zone was the result of their secondary poisoning during chemical treatment campaigns against rodents carried out in the early 1990s. Lastly, a diachronic study of Landsat satellite images collected between 1975 and 1997 revealed that it was essentially the deforestation carried out up until the early 1990s in order to gain agricultural land, that was responsible for the extension of high-risk intermediate landscapes such as the scrubland and grasslands that were favourable to population outbreaks of some of the rodent host species, thus corroborating local testimonies.

2005-2006: FURTHER COMMUNITY SCREENING

During this period, 2,500 people were screened by a Chinese medical team from Lanzhou University (Giraudoux *et al.* 2019). This ultrasound-based screening revealed a more marked decrease in the prevalence of human alveolar echinococcosis in the younger age groups, indicating that, as might have been expected from the fieldwork carried out in 1994-97, they had been less exposed to the infection. However, the discovery of a patient under the age of 10 years indicated that the parasite was once again circulating, albeit less intensely, in the late 1990s or early 2000s.

2015: DOG AND SMALL MAMMAL POPULATIONS FOLLOW-UP

A team of Chinese-French-British ecologists, veterinarians and parasitologists found that large numbers of dogs were once again present in the villages, but most of them were tied up. At least 50% of them had been treated with a deworming agent (praziquantel) distributed by the authorities as part of the National Echinococcosis Control Programme introduced in China in 2005, but at a much lower frequency than recommended. Some of the dogs had been imported from Maqu County (Gannan Tibetan Autonomous Prefecture, in the southwest of Gansu province), home to an active outbreak of alveolar echinococcosis. There was therefore a risk that the parasite could be reintroduced from endemic areas in the eastern Tibetan plateau. However, PCR testing for the parasite carried out in 2015 on the faeces of 256 dogs from the study villages in Zhang and Min Counties failed to detect the presence of the parasite.

In addition, since the late 1990s, soil protection and reforestation programmes have greatly extended areas of scrubland and woodland on slopes too steep to be farmed without deleterious erosion. This change in land use provides more potential habitats for rodents of the genus *Microtus* and *Cricetulus* and the red fox, the latter being more frequently observed by farmers in 2015 than in the 1990s, as indicated by the local farmers interviewed. In 2015, a large number of small mammal signs (species of the genera *Microtus*, *Cricetulus* and *Eospalax*) could be observed at similar frequencies to those observed in the 1990s (Figure 4).



Figure 4 : a, potato storage in May 2015. Red arrows point to holes and galleries of *Microtus limnophilus*, easily accessible for farm dogs. Box: *Microtus* faeces.
 b. *Eospalax* sp. bow trap (May 2014). Box: *Eospalax fontanieri*;
 c. *Ochotona* sp. in the forest of the GuiQing Shan temple (May 2015);
 d. a large number of dogs were present in 2014 and 2015.



EVOLUTION OF THE TRANSMISSION SYSTEM

A synthesis of zoonosis transmission ecosystem over 25-30 years is outlined below. Figure 5 identifies four periods corresponding to contrasting epidemiological and ecological situations (Giraudoux *et al.* 2019 ; 2022b):

Period A

Deforestation and expansion of agriculture (1970s-early 1990s). Logging, increase in scrubland and pastureland, and later in ploughed areas and human and dog populations. Zokors (*Eospalax fontanieri*) are trapped by farmers to protect crops, and regularly fed to dogs, facilitating transmission of the parasite. The red fox is relatively abundant, and other emblematic species of local highland forest wildlife, such as the leopard (*Panthera pardus*), the Tibetan bear (*Ursus thibetanus*) and the takin (*Budorcas taxicolor*), are still present. The scrubland and pastures are favourable to small mammal host species that can reach high densities (*Microtus limnophilus*, etc.). These species are easily accessible to dogs and create extremely favourable conditions for intensive transmission. This leads to a high prevalence of *E. multilocularis* in dogs and a high prevalence of human alveolar echinococcosis, one of the highest ever described in the world.

Period B

Extinction of the dog and fox populations (1992-1997). The decline occurred in 1992-1993 and the virtual extinction of the population was observed from 1994 to 1997. This led to the interruption of the life cycle of *E. multilocularis*. The cases of human alveolar echinococcosis identified in 1994-1996 were probably all infected during "period A". However, due to the chronic infection period, a "fossil" prevalence of human alveolar echinococcosis averaging around 4% is still observed. In addition, the prevalence of human alveolar echinococcosis is three times lower in areas where villages are surrounded by ploughed land rather than meadows and scrubland. The emblematic species of high-altitude forests mentioned above, which are incompatible with the expansion of agriculture, deforestation and human penetration, have all disappeared from the ecosystem.

Period C

Ban on logging and reforestation (1998-2006). The governmental regulations impose a ban on ploughing on steep slopes and the replanting of trees, which leads to a reduction in agricultural land and an increase in the areas recolonised by natural vegetation (grass, bushes), and ultimately to an increase in the area of scrubland and forest plots. The fox population is gradually recovering. The shift to a lower prevalence of human alveolar echinococcosis in the younger age categories of the 2005-2006 screening indicates that zoonotic transmission to humans is much lower than in the past: at least one case of human alveolar echinococcosis whose infection occurred during this period has been identified, indicating that transmission of *E. multilocularis* is probably once again active in either foxes or dogs, or both, or an accidental infection during a trip to the Tibetan plateau where transmission is still active.

Period D

National echinococcosis control programme launched in 2005 (2007-2015): most dogs are tethered and a proportion of the dog population is treated with a dewormer (praziquantel), but not as frequently as recommended. No evidence of *E. multilocularis* infection was found in dogs in 2015, and a very low prevalence (~ 0.4%) of *Taenia hydatigena* was detected in dogs, in contrast to the 43% detected in 1991, indicating either the effectiveness of deworming treatment, reduced access by dogs to livestock offal or zokors trapped by their owners, or an absence of predation in the village environment. However, trade in dogs during this period increases the risk of reinfection from other endemic areas (e.g. the Tibetan plateau). Almost 60% of the patients identified in 1994-1996 were still alive in 2014, and there is no evidence of recent infection in the human population.



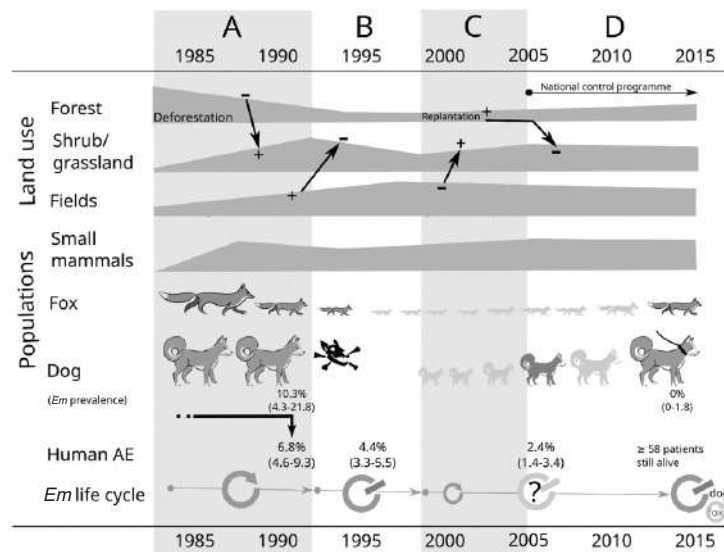


Figure 5 : Scenarios for the evolution of the transmission system in Min and Zhang counties, Gansu, from Giraudoux et al. (2019). The prevalence of human alveolar echinococcosis (EA) is standardised for an age of 35 years. E.m., Echinococcus multilocularis. See text for comments on periods A, B, C, D

STRENGTHS AND SHORTFALLS WITH REGARD TO THE ONE HEALTH APPROACH

One health in action?

Undoubtedly, the results have been achieved through the collaboration of human and veterinary health and environmental disciplines (ecology, taxonomy, geography), and because they have all articulated their specific work in a systemic approach. This collaboration has therefore mobilised *multiple sectors, disciplines and communities at different levels of society to work together*, as the OHHLEP definition of One Health requires in terms of the means to be implemented in the approach. This collaboration also recognised that human health depended on the health of domestic and wild animals and the general functioning of the socio-ecosystems in which the parasite circulated. It therefore helped to mobilise the services responsible for human health (screening and monitoring patients) and animal health (control and deworming of dogs) locally, as part of the national programme to control Chinese echinococcosis. At a fundamental level, it has provided a systemic and integrated view of the processes leading to parasite/pathogen transmission and human exposure, in which the proximal and distal factors responsible were identified, and has shown how landscape changes, most often of human origin, can lead to changes in the population dynamics of certain reservoir hosts, modifying the prey/predator relationship responsible for the intensity of parasite circulation (Figure 6).

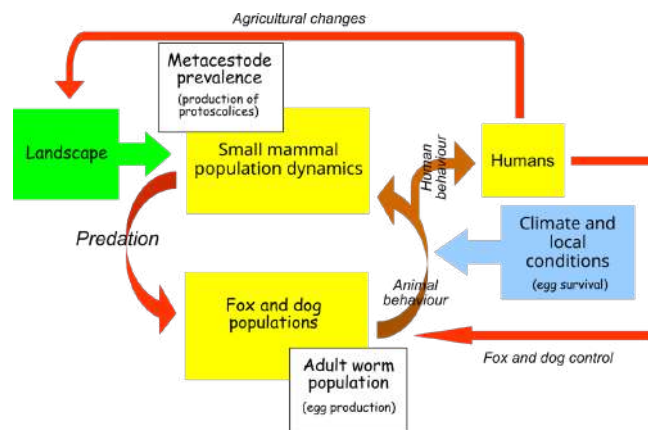


Figure 14 : Global variables and ecological model of Echinococcus multilocularis transmission, based on Giraudoux et al. (2003).



While the issue of human and domestic animal health has been central to the research questions and their downstream practical application, little consideration has been given to that of ecosystems, including wild animals, which have only been questioned in terms of understanding the transmission of the parasite to dogs and humans at the various stages of the system's evolution. However, the One Health conceptual framework insists that *the sustainable balance and optimisation of the health of people, animals and ecosystems, and their interdependence, be questioned first* (OHHLEP *et al.* 2022). In other words, the ecological input has not been examined as a variable likely to bring the system to a state optimised from the point of view of the three healths, human, animal and of the ecosystems. The ecosystem is generally only considered as the uncontrolled result of a socio-economic trajectory in which an unquestioned form of agriculture prevailed (probably not sustainable as its deleterious consequences on biodiversity, soil erosion, etc. are obvious), in which human intervention (eg. by controlling dogs - keeping them attached and deworming them) made it possible to minimise the impact on human health.

What could have been improved in the framework of one health?

Contribution of social sciences

The epidemiological surveys and informal interviews with local poor agriculturists, during the epidemiological and ecological studies, provided essential information for understanding the main features of the functioning and evolution of the socio-ecosystem involved in the transmission of the parasite in this region of rural China. The relevance of the information obtained shows the value of 'field' work, and of the active participation of populations in the scientific studies that are carried out. However, the study could not benefit from a more organised sociological approach, which should have been carried out by socio-anthropologists (Michalon 2020). This was essentially due to the choices that had to be made in the face of limited funding, the major part of which was directed towards the screening, treatment and medical follow-up of patients, and secondarily, thanks to additional but circumstantial funding only, towards the study of animal hosts. However, socio-anthropological knowledge is essential for implementing measures for people's empowerment in relation to health and environmental issues, as shown by other studies carried out in Europe (Michelin *et al.* 2014 ; Jacques-Jouvenot 2019 ; 2022).

An analysis of the socio-economic trajectory, marked initially by the encroachment of agriculture in forest environments, then at the turn of the century by reforestation of the steepest areas of altitude (Figure 7), would certainly have made it possible to better measure the costs and benefits of such changes for human, animal and ecosystem health. That would have helped local agricultural communities, provided they were free to make optimal decisions with the support of agriculture, health and environmental protection services in particular.

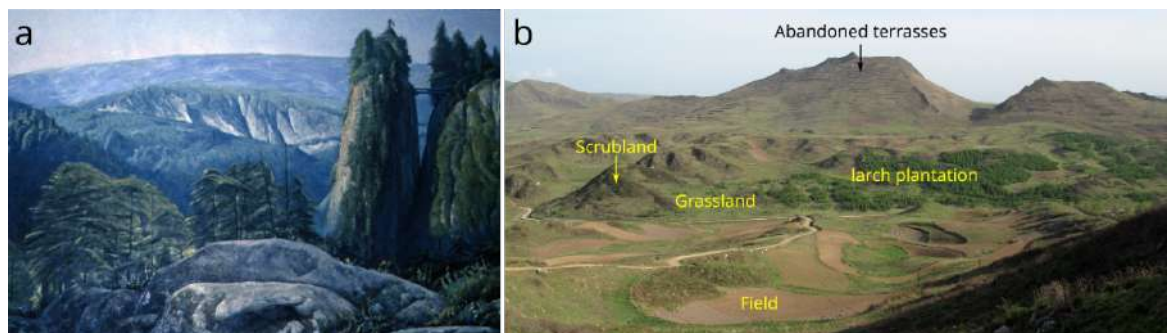


Figure 17 : Landscapes in Zhang County. a, the ancient landscape painted from GuiQing Shan (104.47°E, 34.64°N) is shown largely dominated by high-altitude coniferous forest (painting in a hotel in Zhang town, in May 1994); b, deforested landscape in May 2015. Logging was banned in the second half of the 1990s, as was ploughing on the steep slopes, and the abandoned terraces have been left to the natural recolonisation of the vegetation. Reforestation programmes have also been implemented since the mid-1990s.



The socio-ecosystem as a health driver

Numerous approaches based on social-ecological systems (SES) have been proposed to solve environmental problems. However, most socio-ecological frameworks developed to date lack clear operational links to effectively guide SES towards resilience. A conceptual framework designed to be operational is therefore needed (Collins *et al.* 2011 ; Bretagnolle *et al.* 2019). It has become clear that preventive health issues are not just a matter of individual responsibility. They must be dealt with collectively, as they are determined by their environmental context (circulation of pathogens, air, water and soil pollution, climate change, etc.) (OHHLEP *et al.* 2023). Human, animal, plant and ecosystem health, considered in their dependence within the One Health conceptual framework, are therefore a result and an indicator of the functioning of the socio-ecosystem.

As we have seen, studying and controlling the transmission of a parasite that is lethal to humans, *Echinococcus multilocularis*, requires a systemic approach to the processes involved. But a multidisciplinary approach to this issue falls short of the theoretical expectations of the One Health concept, which aims to take account of all forms of health, including that of ecosystems. The loss of biodiversity that accompanied deforestation and agricultural encroachment as practised in Zhang and Min counties in the 1980s and 1990s profoundly changed the socio-ecosystem, making population outbreaks of certain species of opportunistic rodents that are hosts to *Echinococcus multilocularis* more likely. Its current simplification into a pure agrosystem, intensified by the type of farming practised, certainly makes it now very vulnerable to climate change, agricultural pests (small mammals, invertebrates, microorganisms, etc.) and dependence on inputs of all kinds (chemicals, plastic, etc.) (Figure 8). At the same time, since the second half of the 1990s, the villagers have seen the arrival of electricity, better roads, wireless telephone network, more functional buildings, etc., all of which has improved their general living conditions.



Figure 8 : Monoculture landscape in Zhang County in May 2014. The entire arable area is cultivated, the ground vegetation cover is absent for long periods, and plastic-covered cultivation techniques are widespread.



The question that now arises, in the context of One Health, is therefore to define a socio-ecosystem in which trade-offs are found between human health, animal health, plant health and ecosystem health (OHHLEP *et al.* 2022), making it sustainable and desirable for present and future generations. For example, it is no longer just a question of examining the resumption of a transmission cycle of *Echinococcus multilocularis*, but also of looking at the consequences of measures taken to avoid it (for example, systematic deworming of owned dogs over the long term). More generally, on the consequences of changing practices in the socio-ecosystem in place in period D (Figure 5), for example those of treating the "health of cultivated plants" with pesticides on human and animal health, and the impact of this type of agriculture on biodiversity and the knock-on effects, compared to the socio-ecosystems of the previous periods. It also raises questions about the adaptation of this socio-ecosystem to climate change, and the list goes on...

CONCLUSION

The 12 Manhattan principles that launched the "One World, One Health" concept in 2004 recognised from the outset, in the first principle, "*the essential link between human, domestic animal and wildlife health and the threat disease poses to people, their food supplies and economies, and the biodiversity essential to maintaining the healthy environments and functioning ecosystems we all require*" (Cook *et al.* 2004). The concept of One Health was nevertheless promoted and popularised on several occasions from the 1960s until recently, from the sole and privileged angle of the necessary dialogue between human and veterinary medicine, i.e. two of the elements of the One Health triptych. For a time, it was more relevantly named 'One medicine', to reflect the similarities between animal and human medicine and to emphasise the importance of collaboration between veterinarians and medical doctors on both healthcare issues (development of medicines, techniques, etc.) and certain public health issues such as zoonoses carried by domestic animals (Schwabe 1981; Dukes 2000; Zinsstag *et al.* 2011). The small voice of ecology and ecosystem health, coming from a smaller and much less structured and recognized community of researchers and practitioners, found it much harder to emerge and be heard in the competitive context of access to research resources (Giraudoux 2022; Giraudoux *et al.* 2022a), all the more so as the definition of ecosystem health arises from different angles than that of human and animal health, and there is a gradient of skills between veterinary care for wild animals and ecological management of their populations via the ecosystems they inhabit. This compartmentalization is all the more difficult to overcome given that the implementation of a One Health approach requires the collaboration of departments organized in silos at both national and local levels: the ministries and agencies in charge of human health, those in charge of agriculture and food, and those in charge of ecology and the environment. In France, many of the staff of these organizations are convinced of the benefits of this transversal approach but, structurally, their organization (missions, budget, etc.) and their training, which does not prepare them for it, often make it difficult to add this dimension to their missions.

The world's human population has risen from less than 2 billion to 8 billion in just over one century, and average individual consumption, against a backdrop of growing inequality, has increased more than 13-fold over the same period (GDP per capita rose from \$605 to \$7,890 between 1820 and 2010). The consequences of climate change and the collapse of biodiversity are forcing us to manage increasingly complex situations, with many uncertainties and cascading effects that are difficult to predict. The One Health concept helps to integrate prevention and responses, as it seeks *to foster well-being and tackle threats to health and ecosystems, while addressing the collective need for healthy food, water, energy, and air, taking action on climate change and contributing to sustainable development* (OHHLEP *et al.* 2022). It is therefore essential for all stakeholders to explore all its dimensions in practice.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to Didier Boussarie and Jean Dupouy-Camet for their comments and suggestions.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare they have no conflict of interest.



ETHICAL COMMITTEE

The present work does not need the opinion of the ethical committee.

REFERENCES

- Académie Vétérinaire de France. Communiqué de presse 2021-08, L'Académie vétérinaire de France revisite la définition de la Santé Publique Vétérinaire [Internet]. 2021 [cité 2022 juin 6]. URL <https://academie-veterinaire-defrance.org/actualites/communiqués-de-presse/communiqué-de-presse-2021-08-lacademie-veterinaire-de-france-revisite-la-definition-de-la-sante-publique-veterinaire> (consulté le 6.6.22)
- Bretagnolle V, Benoit M, Bonnefond M, Breton V, Church J, Gaba S, *et al.* Action-orientated research and framework: insights from the French long-term social-ecological research network. *Ecology and Society*. 2019; 24(3) : 10. <https://doi.org/10.5751/ES-10989-240310>
- Collins SL, Carpenter SR, Swinton SM, Orenstein DE, Childers DL, Gragson TL, *et al.* An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2011 ; 9(6) : 351 7. <https://doi.org/10.1890/100068>
- Cook RA, Karesh WB, Osofsky SA. The Manhattan Principles [Internet]. 2004 [cité 2023 oct 9]. URL <https://oneworldonehealth.wcs.org/About-Us/Mission/The-Manhattan-Principles.aspx> (consulté le 10. 9. 23)
- Craig PS, Giraudoux P, Shi D, Bartholomot B, Barnish G, Delattre P, *et al.* An epidemiological and ecological study of human alveolar echinococcosis transmission in south Gansu, China. *Acta tropica*. 2000; 77: 167 77. [https://doi.org/10.1016/S0001-706X\(00\)00134-0](https://doi.org/10.1016/S0001-706X(00)00134-0)
- Craig PS, Giraudoux P, Wang ZH, Wang Q. Echinococcosis transmission on the Tibetan Plateau. *Advances in Parasitology*. 2019; 104: 165 246. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.11.001>
- Craig PS, Liu D, Shi D, Macpherson CNL, Barnish G, Reynolds D, *et al.* A large focus of alveolar echinococcosis in central China. *The Lancet*. 1992 ; 340(8823): 826 31. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)92693-A](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)92693-A)
- Deplazes P, Rinaldi L, Rojas CAA, Torgerson PR, Harandi MF, Romig T, *et al.* Global Distribution of Alveolar and Cystic Echinococcosis. In: Thompson RCA, Deplazes P, Lymbery AJ, éditeurs. *Echinococcus and Echinococcosis, Pt A* [Internet]. 95e éd. 2017. p. 315 493. (*Advances in Parasitology*). <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.11.001>
- Dukes TW. That Other Branch of Medicine: An Historiography of Veterinary Medicine from a Canadian Perspective. *Canadian Bulletin of Medical History*. 2000; 17(1) : 229 43. <https://doi.org/10.3138/cbmh.17.1.229>
- Giraudoux P. One health and echinococcoses: something missing? *International Journal of Echinococcoses*. 2022 ; 1(1) : 15 8. <https://doi.org/10.5455/IJE.2021.07.03>
- Giraudoux P, Besombes C, Bompangue D, Guégan J-F, Mauny F, Morand S. One Health or 'One Health washing'? An alternative to overcome now more than ever. *CABI One Health* [Internet]. 2022a ; 2022. <https://doi.org/10.1079/cabionehealth.2022.0006>
- Giraudoux P, Craig PS, Delattre P, Bartholomot B, Bao G, Barnish G, *et al.* Interactions between landscape changes and host communities can regulate *Echinococcus multilocularis* transmission. *Parasitology*. 2003; 127: 121 31. <https://doi.org/10.1017/S0031182003003512>
- Giraudoux P, Vuitton D, Craig PS. Transmission ecology of *Echinococcus multilocularis*. In : Giraudoux P, éditeur. *Socioecosystems Indiscipline as a requirement of the field* [Internet]. London: Wiley, ISTE - Sciences; 2022b. p. 137 80
- Giraudoux P, Zhao Y, Afonso E, Yan H, Knapp J, Rogan MT, *et al.* Long-term retrospective assessment of a transmission hotspot for human alveolar echinococcosis in mid-west China. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2019; 13(8): 1 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007701>
- Jacques-Jouvenot D. Prévention et perception du risque en milieu rural. *EM Consulte - SOINS*. 2019 ; 64(832) : 47 9. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2018.12.012>
- Jacques-Jouvenot D. Les visions « indigènes » de la maladie et des risques liés à l'échinococcose alvéolaire. In : Giraudoux P, éditeur. *Socioécosystèmes L'indiscipline comme exigence du terrain*. Londres : ISTE - Sciences ; 2022. p. 205 24
- Lefrançois T, Lina B, Autran B. One Health approach at the heart of the French Committee for monitoring and anticipating health risks. *Nat Commun*. 2023; 14(1): 7540. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43089-2>
- Michalon J. Accounting for One Health: Insights from the social sciences. *Parasite*. 2020 ; 27 : 56. <https://doi.org/10.1051/parasite/2020056>
- Michelin Y, Coulaud F, Morlans S, Ingrand S. Pullulations de campagnols terrestres : perception du phénomène, impact sur les systèmes bovins laitiers de Franche-Comté et perspectives pour l'action. *Fourrages*. 2014; 220: 285 90
- Morand S, Guégan J-F, Laurans Y. From One Health



COMMUNICATION

doi.org/10.3406/bavf.2024.71084

to Ecohealth, mapping the incomplete integration of human, animal and environmental health. *IDDRI, Dé-cryptage*. 2020; 4(20) : 1 4

• OHHLEP, Adisasmito WB, Almuhaïri S, Behravesch CB, Bilivogui P, Bukachi SA, *et al.* One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLOS Pathogens*. 2022; 18(6) : e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>

• OHHLEP, Markotter W, Mettenleiter TC, Adisasmito WB, Almuhaïri S, Behravesch CB, *et al.* Prévention de la propagation des zoonoses : de « compter sur la réponse » à « réduire le risque à la source ». *BAVF* [Internet]. 2023; epub. <https://doi.org/10.3406/bavf.2023.71059>

• Parodi AL. Le concept « One Health », Une seule santé : réalité et perspectives. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. 2021 ; 205(7) : 659 61. <https://doi.org/10.1016/j.banm.2021.05.001>

• Schwabe C. Animal diseases and primary health care: intersectoral challenges. *WHO Chronicle*. 1981; 35(6): 227 32

• Vuitton DA, Wang Q, Zhou H-X, Raoul F, Knapp J, Bresson-Hadni S, *et al.* A historical view of alveolar echinococcosis, 160 years after the discovery of the first case in humans: part 1. What have we learnt on the distribution of the disease and on its parasitic agent? *Chin Med J (Engl)*. 2011; 124(18): 2943 53

• WHO. Generic framework for control, elimination and eradication of neglected tropical diseases [Internet]. Geneva: World Health Organisation ; 2016, p. 9

• Zinsstag J, Schelling E, Waltner-Toews D, Tanner M. From “One medicine” to “One Health” and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011 ; 101(3) : 148 56. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.07.003>



Bull. Acad. Vét. France — 2024

<http://www.academie-veterinaire-defrance.org/>



Cet article est publié sous licence creative commons CC-BY-NC-ND 4.0