

DIVERSITE DES ZONOSSES.

DEFINITIONS ET CONSEQUENCES

POUR LA SURVEILLANCE ET LA LUTTE*

Marc Savey¹ et Barbara Dufour²

RESUME : Les zoonoses sont des maladies infectieuses ou parasitaires, transmissibles entre l'homme et l'animal. Leur définition classique (OMS, 1959) ne correspond plus à l'évolution des connaissances et à leur perception contemporaine. Une nouvelle définition construite à partir de celles de Teufel et Hubalek est proposée. Les notions de réservoir et d'hôtes (hôte réservoir, hôte incident et hôte messenger) sont précisées à la lumière des travaux de Ashford dans le cadre de zoonoses.

La variabilité des cycles épidémiologiques des zoonoses ainsi que celle des modes de transmission homme/réservoir et leurs conséquences sont illustrées, notamment au travers de la classification de Schwabe.

Les différents paramètres qui permettent d'apprécier, chez l'homme et chez l'animal, l'importance des zoonoses sont analysés en particulier en ce qui concerne l'importance des zoonoses au sein des maladies transmissibles ainsi qu'au sein des toxi-infections d'origine alimentaire atteignant l'homme.

Chez l'animal sont rappelées l'importance du statut juridique et celle de l'impact économique.

Trois exemples de modification significative d'un cycle zoonotique classique (cow-pox, tuberculose à *Mycobacterium bovis*, neurocysticercose) illustrent l'intérêt d'une connaissance actualisée des cycles épidémiologiques pour la compréhension des relations homme/animal dans les zoonoses.

Mots-clés : Zoonoses, cycle épidémiologique, réservoir, hôte réservoir, hôte incident, hôte messenger.

SUMMARY : Zoonosis are transmissible diseases between animals and man, of infectious (including prions) or parasitological origin. The classical definition (WHO, 1959) can be improved according to more recent knowledge and present risk perception.

A new definition is proposed starting from Teufel and Hubalek contributions. Incorporation of Ashford's definition of reservoir, reservoir host, incidental host, liaison host, provides a new and very useful way of understanding zoonosis epidemiological cycles and zoonotic agents' fate. Factors considered in the appreciation of zoonotic diseases importance both from the human and animal side point of view are reviewed.

Three recent emerging or reemerging zoonotic problems (cow-pox, *Mycobacterium bovis* infection, neurocysticercosis) linked to a major modification in the hosts/reservoir relationship are summarised.

Theoretical control possibilities and prerequisite questions before priority setting exercise are summarised in order to implement the best public health decisions for zoonotic diseases.

Keywords : Zoonosis, reservoir, reservoir host, incidental host, liaison host, epidemiological cycle.



* Texte de la conférence présentée au cours de la Journée AEEMA-EPITER, 13 mai 2004

¹ AFSSA, 27-31 avenue du Général Leclerc, BP 19, 94701 Maisons-Alfort, France

² ENVA, 7 avenue du Général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort, France

Les zoonoses sont des maladies transmissibles entre l'homme et l'animal [Acha et Szyfres, 1989].

D'origine virale, bactérienne ou parasitaire, elles ont fait l'objet d'un intérêt croissant de la deuxième moitié du XIX siècle à la fin des années dix-neuf cent soixante dix. A partir de cette période, l'effet conjugué de l'efficacité de moyens de traitement (antiparasitaires, antibiotiques) et de prévention (vaccins dirigés contre les agents viraux et bactériens) contre ces maladies chez l'homme et l'animal, associé à de vigoureuses campagnes de contrôle des sources constituées par certains animaux domestiques (notamment pour la tuberculose et la brucellose), ont pu faire croire à la disparition de ce type d'affection dans les pays les plus développés, à l'exception de la rage vulpine qui connaît à la même époque une remarquable résurgence, notamment en France.

Deux événements : l'émergence explosive du Sida et le développement très soutenu de l'antibiorésistance, vont démontrer au cours des années quatre-vingt que l'histoire des maladies transmissibles n'est pas terminée [Morens *et al.*, 2004].

Le développement de l'antibiorésistance, notamment chez des salmonelles multirésistantes d'origine animale qui contaminent certaines chaînes alimentaires et provoquent de nombreux foyers de toxoinfection alimentaire collective (notamment en Grande-Bretagne pour *Salmonella* Typhimurium DT 104 à la fin des années

quatre-vingt), attirent de nouveau l'attention sur les agents pathogènes pour les animaux transmissibles à l'homme. Au cours des années quatre-vingt-dix, les maladies transmissibles par l'alimentation d'origine animale (listériose et encéphalopathie spongiforme bovine ou E.S.B.) vont connaître un grand succès médiatique et focalisent, de nouveau, particulièrement en France, l'attention sur l'animal source de pathogènes pour l'homme [Meslin, 1997 ; Savey, 1994].

En fait, paradoxalement, ces événements ne correspondent pas complètement à la définition classiquement admise pour les zoonoses ; néanmoins, leur association à une source animale justifie pleinement une définition « élargie », plus en harmonie avec la perception contemporaine et avec les acquis scientifiques concernant la source animale, facteur indispensable (mais non unique, ni suffisant) au développement des affections correspondantes chez l'homme. Cette nouvelle définition et les notions qui y sont attachées permettent de mieux comprendre la diversité des zoonoses et, dans ce contexte, l'hétérogénéité des relations animal/homme. L'ensemble de ces notions devrait permettre une meilleure compréhension commune, sans frontière entre les médecines humaine et vétérinaire, des critères essentiels en matière de choix tant pour l'identification des zoonoses les plus importantes pour l'homme que pour la définition des méthodes de contrôle à mettre en œuvre chez l'animal.

I - DEFINITIONS ET CLASSIFICATIONS

1. LES DEFINITIONS ACTUELLES

1.1. LA DEFINITION CLASSIQUE

La définition « classique » historique est celle de l'O.M.S. (Organisation mondiale de la santé) qui date de 1959. Elle a été reprise par l'Union Européenne (U.E.) dans sa première directive concernant les zoonoses (1992).

Les zoonoses sont les *maladies* et/[ou] les *infections* qui se *transmettent naturellement des animaux [vertébrés] à l'homme et vice-versa* [Palmer *et al.*, 1998 ; Toma *et al.*, 2004].

Cette définition est encore celle qui est la plus souvent citée avec quelques variantes illustrées par les mots entre crochets. Elle introduit la notion essentielle de

transmissibilité, ce qui exclut d'autres processus pathologiques où les animaux peuvent jouer un rôle vis-à-vis de l'homme comme l'envenimation, l'allergie ou l'intoxication. Il est admis, notamment en langue anglaise, que le mot « infection » inclut, au-delà de l'acception francophone de transmission d'agents microbiens, celle de transmission d'agents parasitaires (*sensu stricto* en français). Elle exclut les maladies communes aux animaux et à l'homme, notamment celles à réservoir tellurique comme le tétanos. La notion d'intertransmissibilité homme/animal est, bien sûr, essentielle, que ce soit de l'animal à l'homme ou de l'homme à l'animal. En ce sens, le dernier « *et* » de la définition devrait être

remplacé par un « *ou* » compte tenu du fait que certaines zoonoses se transmettent quasi exclusivement de l'homme à l'animal quand l'homme constitue la seule source significative d'un agent pathogène (cas de *Mycobacterium tuberculosis* dans les pays développés).

La formulation anglophone de la définition «...*naturally transmitted between vertebrate animals and man* » pourrait être reprise dans une définition francophone « ...*qui se transmettent naturellement **entre** les animaux vertébrés et l'homme* ».

Enfin, cette définition insiste sur la transmission « naturelle », ce qui exclut les affections humaines liées à l'utilisation d'agents biologiques d'origine animale (comme les agents du charbon ou de la morve) dans le cadre du bio-terrorisme. La définition classique, si elle ne précise pas ce qu'est une « *transmission naturelle* », a néanmoins le mérite d'identifier une catégorie de maladies transmissibles (les zoonoses) qui ne sont ni strictement humaines (variole humaine, rubéole, fièvre typhoïde, etc.), ni strictement animales (pestes porcines, péripneumonie bovine, dictyocaulose, etc.).

1.2. La définition élargie

Elle correspond mieux à la perception contemporaine du lien homme/animal telle qu'on peut l'objectiver dans les définitions retrouvées dans le Petit Larousse de la médecine (1976) et le Petit Larousse illustré (1997) : « *C'est une maladie atteignant les animaux pouvant être transmise à l'homme* ».

Cette définition est néanmoins très ambiguë et incomplète puisqu'elle ne mentionne que les maladies (et non pas aussi les infections), englobe l'ensemble des animaux et ne considère que la transmission de l'animal vers l'homme.

Il apparaît donc difficile de rassembler dans une seule et même définition à la fois les caractéristiques des agents transmissibles, les modalités de transmission et les espèces animales intervenant dans le développement des zoonoses.

C'est pour cela que la définition proposée par Teufel (centre de référence de l'OMS pour les zoonoses à Hanovre) en 1999 nous paraît la plus pertinente et la plus conforme aux acquis scientifiques contemporains puisqu'elle ne concerne que les *agents étiologiques des zoonoses*.

« *Zoonotic agents are infectious [transmissible] agents which are not only confined to one host but which can cause an infection [infestation] (with or without clinical disease) in several hosts including Humans* ».

Elle permet en effet de bien distinguer les agents des maladies ou infections strictement animales ou humaines de ceux qui ont au moins deux hôtes dont l'homme et qui constituent donc les agents responsables des zoonoses. Aucune modalité particulière de transmission n'est privilégiée et on inclut sans peine dans les zoonoses les maladies communes à l'homme et à l'animal en particulier celles à réservoir hydro-tellurique enrichi par les animaux (tétanos, botulisme, listériose) comme celle transmises par les arthropodes ou l'alimentation. Ces notions sont particulièrement adaptées à la compréhension des notions de réservoir et d'hôtes telles qu'elles sont développées par Ashford (*cf. infra*).

La seule limite de cette définition est la notion d'hôte sans plus de précision (mis à part l'homme). En effet, comme le démontre bien Hubalek [2003], la notion d'hôte (sous-entendu animal) autre qu'humain devrait être restreinte aux animaux vertébrés car de nombreuses maladies strictement humaines, comme le paludisme, ne sont transmises que par des arthropodes qui ne s'infectent qu'à partir d'un humain infecté (et non pas à partir d'un autre animal vertébré ou non). Dans ce cas, il y a bien un hôte animal (arthropode vecteur), mais il ne s'agit pas d'une zoonose. Le même type de problématique peut se retrouver pour des agents historiquement originaires d'animaux vertébrés (*cf. infra*).

Compte tenu de ces remarques, on peut donc proposer une définition (francophone) des agents responsables de zoonoses : *les agents responsables de zoonoses sont des agents transmissibles (bactéries, virus, parasites ou prions) qui ne sont pas inféodés à un seul hôte et qui peuvent provoquer une infection ou une infestation (avec ou sans maladie clinique) chez au moins deux espèces de vertébrés dont l'homme*. Dans ce cadre, les zoonoses pourraient être définies comme : *des maladies, infections ou infestations provoquées par des agents transmissibles (bactéries, virus, parasites ou prions) se développant au moins chez deux espèces de vertébrés dont l'homme*.

2. UNE TRES GRANDE HETEROGENEITE SOURCE DE NOMBREUSES CONFUSIONS DANS LES CONCEPTS ET LE LANGAGE

2.1. SOURCE (ACTUELLE ET EFFICACE) ET ORIGINE (HISTORIQUE)

Le regain d'intérêt pour les zoonoses a été la source de nombreuses confusions, notamment en ce qui concerne l'origine et le développement chez l'homme de nouvelles maladies transmissibles comme le Sida ou le nouveau variant de la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Ce dernier est bien lié à l'agent de l'ESB qui peut être distingué des agents associés à la tremblante classique (historique) des petits ruminants. La tremblante n'est donc pas une zoonose alors que l'ESB en est bien une. La preuve du développement d'un agent ESB chez les petits ruminants viendrait compliquer la situation puisqu'il pourrait y avoir dans ce cas « cohabitation » chez les populations de petits ruminants d'agents de la tremblante classique (non zoonotique) et d'agents de l'ESB (zoonotique). C'est pourquoi, dans le cadre du principe de précaution, des mesures de contrôles des encéphalopathies spongiformes sub-aiguës transmissibles (ESST) chez les petits ruminants et de réduction de l'exposition humaine aux agents ESST des ovins et des caprins par voie alimentaire, sont mises en œuvre depuis plusieurs années en France et dans l'Union Européenne [Savey, 2002].

En matière de Sida, une série d'articles récents s'appuyant sur des études de phylogénie moléculaire ont conceptualisé l'origine animale des deux types de virus (HIV 1 et HIV 2) et présenté le Sida comme une zoonose [Stebbing *et al.*, 2004 ; Hahn *et al.*, 2004]. Le virus HIV 1 serait issu du chimpanzé et aurait commencé à infecter l'homme à partir

de cette source entre 1911 et 1941. Le virus HIV 2 serait issu d'un virus simien (singe mangabey). Mais, comme le font remarquer d'autres auteurs, on ne connaît pas la relation entre le développement de la pandémie de Sida chez l'homme et l'infection des singes. Il y a un « chaînon manquant ». De plus, il n'y a aucune évidence qu'un être humain puisse actuellement et depuis le début de la pandémie contracter le Sida à partir d'un singe ou d'un chimpanzé [Apetrei et Marx, 2004]. Le Sida est une maladie strictement humaine (ou anthroponose pour certains auteurs [Hubalek, 2003]). C'est donc uniquement chez l'homme qu'elle peut être contrôlée.

Ces deux exemples montrent bien l'importance de la définition des zoonoses, car la qualification d'une maladie comme zoonose implique souvent une lutte intéressant l'animal (*cf. infra*) notamment quand il constitue une source contrôlable d'exposition de l'homme, alors que pour une maladie historiquement d'origine animale, mais non zoonose, les mesures n'ont pas à viser l'animal. La figure 1 illustre cette différence.

2.2. RESERVOIR ET HOTE

En matière de zoonose, les animaux vertébrés sont souvent qualifiés de réservoir ou d'hôtes sans que ces notions, très importantes pour toutes les maladies transmissibles, soient toujours comprises de manière univoque [Haydon *et al.*, 2002]. Ashford a précisé ces définitions notamment dans le cadre des zoonoses parasitaires. Ces définitions permettent de bien identifier les différents types d'hôtes et de mieux comprendre la notion de réservoir [Ashford, 2003] (*cf. figure 2*).

Figure 1

Représentation schématique de la différence entre une zoonose et une maladie humaine historiquement d'origine animale

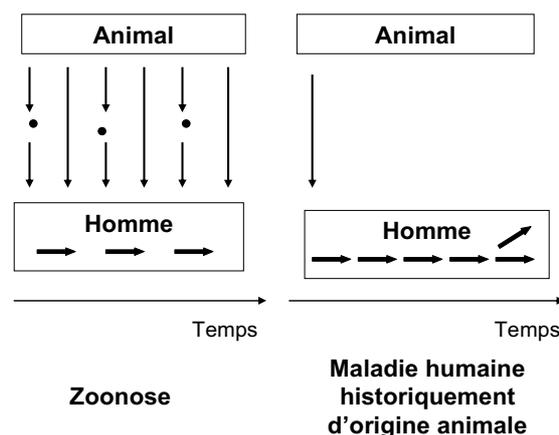
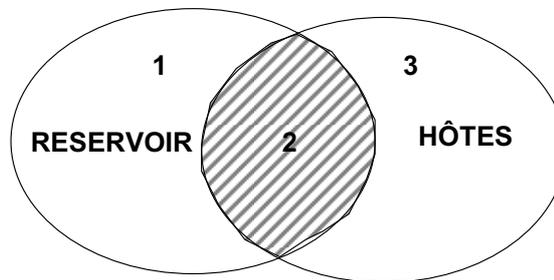


Figure 2

Relation entre les concepts de réservoir (1 et 2) et d'hôtes (2 et 3).

Le réservoir comprend des vertébrés hôtes réservoirs (2), des invertébrés (1) et le milieu (1).

Les hôtes peuvent jouer un rôle de réservoir (2) ou être des hôtes incidents (3).



Un **réservoir** est un système écologique (biotope et biocénose) dans lequel un agent (zoonotique) survit indéfiniment. Il comprend donc l'ensemble des populations hôtes (*cf. infra*) ainsi que les hôtes intermédiaires ou vecteurs (le plus souvent invertébrés) et leur biotope.

Un **hôte** est un être vivant qui héberge et entretient dans des conditions naturelles un agent pathogène.

Parmi les hôtes vertébrés, Ashford [2003] distingue :

- Les **hôtes réservoirs**, quelquefois désignés sous le nom d'hôtes primaires : ils concourent à la survie de l'agent (zoonotique) ;
- Les **hôtes incidents**, souvent désignés sous le nom d'hôtes secondaires ou d'hôtes accidentels : ils sont infectés (infestés) à partir du réservoir, mais ne sont pas nécessaires au maintien de la population d'agents (zoonotiques) ;

- Les **hôtes messagers** (ou de liaison, « liaison host ») : ce sont des hôtes incidents qui transmettent l'agent (zoonotique) d'un réservoir à un hôte incident.

Les animaux vertébrés ou l'homme peuvent être tour à tour, en fonction des cycles zoonotiques, hôte réservoir, hôte incident ou hôte messenger. Ils peuvent quelquefois chez deux individus différents d'une même espèce avoir des fonctions d'hôtes différents. Ainsi, dans le cas de *Tænia solium*, l'homme est hôte réservoir pour le tænia (dans le système écologique réservoir homme/porc) et hôte incident en cas de neurocysticercose cérébrale humaine. La neurocysticercose n'évolue en effet que chez un homme infesté par des œufs de tænia qui ne peuvent être issus que d'un tænia adulte hébergé par un autre homme [*cf. infra*].

Le tableau I illustre pour deux agents de zoonose : *Fasciola hepatica* et *Francisella tularensis*, ces différentes notions.

Tableau I
Réservoirs et hôtes

Pathogène zoonotique	Hôtes réservoirs et système écologique réservoir	Hôtes messagers	Hôtes incidents (modalités de contamination)
<i>Fasciola hepatica</i>	En France, en 2004 <ul style="list-style-type: none"> • Bovins, ovins, ragondins, lièvres... • Lymnée tronquée • Milieu humide 	Aucun	Homme (métacercaire, cresson)
<i>Francisella tularensis</i>	En France, en 2004 <ul style="list-style-type: none"> • Micro-mammifères : <i>Microtus</i>, <i>Apodemus</i> • Tiques • Sol 	Lièvre	Homme (contact cutanéomuqueux, aérosol)

2.3. DIVERSITE DES HOTES RESERVOIRS ET DES HOTES MESSAGERS PARMI LES ANIMAUX VERTEBRES

Comme le montre le tableau I, un même agent pathogène zoonotique peut se développer chez de nombreuses espèces animales hôtes réservoirs ou hôtes messagers. Il peut s'agir de mammifères domestiques de rente (ruminants, porcs, lapins,) de compagnie ou de loisir (équidés, chiens, chats) ou de mammifères appartenant à la faune sauvage autochtone (micro-mammifères, sangliers, cervidés, carnivores...) qui peuvent aussi faire quelquefois l'objet d'un élevage. Les oiseaux domestiques (poules, dindes, canards, oies...) interviennent aussi dans de nombreux cycles zoonotiques, qu'ils soient entretenus au sein de grandes unités regroupant plusieurs milliers d'animaux ou au sein d'élevages fermiers. La faune sauvage aviaire assure la diffusion de nombreux agents zoonotiques, notamment au cours d'importantes migrations saisonnières entre continents. Cette diversité peut être aussi constatée chez les poissons et les reptiles dont certains, dans le cadre des nouveaux animaux de compagnie (NAC), vivent en étroit contact avec l'homme. Il convient donc de bien apprécier le rôle de chaque catégorie d'animaux dans le cycle des zoonoses, puisqu'ils ne peuvent pas, dans le cadre des mesures de contrôle, être traités sans tenir compte de leur statut, notamment vis-à-vis de leur propriétaire ou leur détenteur.

Ainsi des hôtes réservoirs appartenant à des espèces de rente pourront être plus ou moins facilement abattus et détruits dans le cadre de la police sanitaire applicable à certaines zoonoses reconnues maladies animales réputées contagieuses (M.A.R.C.), alors que des animaux de compagnie ou de loisir le seront beaucoup plus difficilement. Les animaux de la faune sauvage sont beaucoup moins accessibles, la régulation de leur population est toujours très difficile, souvent inopérante, quelquefois interdite, comme le montrent les exemples de la rage des chiroptères et de la rage vulpine en Europe [Warrell et Warrel, 2004]. Dans ce dernier cas, la vaccination de la principale espèce hôte réservoir, le renard, a non seulement permis de protéger l'homme, mais aussi de nombreuses autres espèces de mammifères domestiques qui pouvaient jouer le rôle d'hôte messenger vis-à-vis de l'homme hôte incident.

On peut noter au passage que si l'homme est souvent un hôte incident, il peut être aussi un hôte réservoir quasi unique (cf. *Mycobacterium tuberculosis* dans les pays développés) ou

associé à une seule autre espèce animale (porc pour *Taenia solium* ; bovin pour *Taenia saginata*).

2.4. VARIABILITE DES MODES DE TRANSMISSION A L'HOMME

2.4.1. Quelques exemples

➤ La grande diversité des différents hôtes se retrouve dans les modes de transmission entre les hôtes, particulièrement entre les hôtes réservoirs animaux et l'homme.

Celui-ci peut être contaminé par contact direct avec un animal infecté ou malade excréteur (« contagion à l'homme »). C'est le cas de nombreuses infections classées dans les M.A.R.C. comme la tuberculose à *Mycobacterium bovis* et les brucelloses des ruminants. Ce contact direct n'est efficace pour certains agents zoonotiques que s'il permet une inoculation (par morsure ou griffade au travers d'une peau ou d'une muqueuse saine, léchage d'une peau ou d'une muqueuse préalablement lésée) comme dans la rage. Ces contacts infectants peuvent avoir pour origine un hôte réservoir (cas des bovins pour *Mycobacterium bovis*) ou un hôte messenger (cas du chien en pays d'épizootie de rage vulpine).

La contamination peut s'effectuer à distance, en particulier au cours de transmission par aérosol sur de longues distances comme dans la fièvre Q [Roy et Milton, 2004].

➤ Les zoonoses transmises par un arthropode vecteur permettent une véritable inoculation à distance à partir d'un ou de plusieurs hôtes réservoirs comme pour la maladie de Lyme ou celle de West Nile. On peut remarquer que dans ces deux maladies, les hôtes réservoirs appartiennent à la faune sauvage (respectivement cervidés et oiseaux sauvages), qu'ils ne sont pas affectés cliniquement et que les vecteurs (respectivement des tiques et des moustiques ornithophiles) permettent l'infection de l'homme et des animaux domestiques qui sont des hôtes incidents ne jouant aucun rôle dans le maintien du réservoir, ni dans la transmission vers d'autres vertébrés (ni hôte réservoir, ni hôte messenger).

➤ La transmission par l'alimentation est tout à fait liée aux conditions de consommation des denrées alimentaires d'origine animale (D.A.O.A). Ainsi, le charbon humain d'origine

alimentaire, provoqué par la consommation d'animaux malades ou morts du charbon, est encore très répandu dans les pays en voie de développement alors qu'il a pratiquement disparu en Europe et en Amérique du Nord. Dans ces derniers pays, la contamination des D.A.O.A est souvent liée à un portage et/ou une excrétion asymptomatique chez l'animal de bactéries qui ne peuvent être inactivées au cours du processus de transformation des aliments (salmonelles et œufs, *Listeria* et fromages au lait cru). Chez l'homme, les conditions de consommation finale et la sensibilité individuelle viennent moduler les conséquences de cette exposition. L'homme est un hôte incident, mais son exposition en collectivité peut générer de nombreux cas dans chaque foyer de toxi-infection alimentaire collective (T.I.A.C.), ce qui explique en partie que ce type d'exposition soit devenue une préoccupation forte en terme de santé publique (*cf. infra*).

➤ Ces quelques exemples montrent combien les modes de contamination de l'homme peuvent être différents selon l'agent zoonotique en cause, le type d'hôte réservoir, les contextes socio-économiques et zoonosanitaires souvent liés à l'histoire et à la géographie. Ils permettent aussi d'illustrer le fait que pour un même agent zoonotique plusieurs modes de transmission à l'homme peuvent coexister. Ainsi, la brucellose peut se transmettre à la fois par contact direct avec des animaux chez des professionnels (vétérinaires, éleveurs, agents des équarrissages), notamment au cours des avortements, et par consommation d'un produit laitier « fermier » (type fromage au lait cru) chez des consommateurs n'ayant aucun contact avec des ruminants, vivants ou morts.

2.4.2. Conséquences

➤ La connaissance précise de l'importance de chaque mode de contamination de l'homme pour une zoonose donnée constitue donc un impératif pour la mise en œuvre d'un contrôle adapté et d'une identification des sources réelles. Pour une même zoonose, les sources d'exposition de l'homme varient selon le contexte spatio-temporel : ainsi la brucellose était essentiellement une maladie des professionnels dans la France des années soixante ; les très rares cas détectés de nos jours sont souvent liés à la consommation de produits laitiers « fermiers » souvent importés de pays où la maladie animale n'est pas contrôlée. La rage canine, enzootique en

Europe jusqu'au début du XX^e siècle, se limite maintenant à quelques cas importés, le plus souvent d'Afrique où elle reste enzootique comme en Amérique du Sud et en Asie.

➤ Dans cette perspective, la connaissance de la relation infection-portage/excrétion/maladie chez (le ou) les animaux hôtes réservoirs est essentielle à comprendre vis-à-vis du type de transmission à l'homme. Ainsi, dans le cas de la maladie de West Nile, les transmissions du virus, à partir d'hôtes réservoirs et de vecteurs communs au cheval et à l'homme, sont indépendantes et il n'existe aucune transmission entre chevaux, ni du cheval à l'homme et réciproquement [Acha et Szyfres, 1989 ; Palmer *et al.*, 1998]. Du point de vue de la santé publique, aucune action n'est donc nécessaire par rapport au cheval ; par contre, l'épidémiosurveillance de l'activité du réservoir et des cas équins constitue une des mesures concourant à prévoir l'évolution de la maladie humaine.

De même, dans le cas de *Listeria monocytogenes*, il n'y a aucun rapport entre l'évolution de méningo-encéphalite ou d'avortement à *Listeria* chez les ruminants ou le porc et l'exposition de l'homme par contact direct. L'homme est exposé au risque par la consommation d'aliments où *Listeria monocytogenes* a pu se développer tout au long de la chaîne de fabrication et de distribution. C'est donc à ce niveau que se sont développées les mesures de contrôle qui sont associées aux conseils incitant les consommateurs les plus sensibles (femmes enceintes, immunodéprimés) à ne pas consommer les aliments à risque.

3. LA CLASSIFICATION DE SCHWABE

De nombreuses classifications des zoonoses ont été proposées : par famille d'agent causal, par type d'activité génératrice (professionnelles, loisirs, familiales...) ou par type d'exposition (aérosol, inoculation, alimentaire...). La plus intéressante est celle proposée par Schwabe dès 1964 [Palmer *et al.*, 1998]. Elle distingue quatre types de cycle épidémiologique en fonction des modalités de transmission des hôtes réservoirs vers l'homme et de la nature du réservoir. On distingue ainsi :

Des zoonoses à transmission directe ou ORTHOZOONOSES

La transmission de l'agent causal des hôtes réservoirs aux hôtes messagers ou incidents (y compris l'homme) se fait sans intermédiaire, ou par un vecteur mécanique ou un support passif où ne se modifie pas l'agent. Ce type de transmission peut se faire par contact (tuberculose), inoculation (rage), inhalation (tularémie), ingestion (brucellose) ;

Des zoonoses à transmission cyclique ou CYCLOZOONOSES

Il s'agit le plus souvent de zoonoses parasitaires qui nécessitent au moins deux espèces hôtes réservoirs (vertébrés) pour le développement complet du cycle sans intervention d'invertébrés. Echinococcoses, cysticercoses et taeniasis correspondent à ce type ;

Des zoonoses à transmission vectorielle ou METAZOONOSES OU PHEROZOONOSES

La transmission entre hôtes réservoirs et/ou hôtes incidents se fait grâce à un vecteur invertébré dans lequel l'agent zoonotique se modifie ou se multiplie. On retrouve dans cette catégorie des maladies transmises par les arthropodes (West-Nile, leishmaniose, maladie de Lyme). On peut y rattacher les maladies parasitaires développant un stade intermédiaire chez des mollusques (fasciolose, schistosomose) ;

Des zoonoses à réservoir tellurique et/ou aquatique enrichi par les animaux ou SAPROZOONOSES

Le développement ou le maintien/survie hors d'un animal vertébré de l'agent zoonotique [le plus souvent dans un milieu organique de type sol, eau, plante] qui conditionne la pérennité du réservoir, est essentiel dans le cycle d'infection des espèces hôtes. Les exemples les plus classiques sont ceux du tétanos et du charbon. On peut y rattacher les *Listeria* et *Clostridium botulinum*.

II - DIVERSITE ET IMPORTANCE DES ZOONOSES CHEZ L'HOMME ET L'ANIMAL

On comprend aisément *a priori* qu'une même maladie zoonotique puisse ne par avoir la même importance chez l'homme et chez l'animal.

Ainsi, une maladie zoonotique, non contrôlable au plan individuel dans une espèce-cible animale domestique dont les produits sont largement échangés dans l'U.E., provoquant une maladie grave ou à forte incidence dans l'espèce cible, sera considérée comme très importante en santé animale, alors que la même maladie chez l'homme, si elle est aisément diagnostiquée et traitée, pas ou peu contagieuse, peu fréquente, ne fera pas l'objet d'une action prioritaire (cas de la brucellose en France). L'inverse peut exister en particulier pour les maladies difficiles à diagnostiquer chez l'homme et dont la létalité est significative en l'absence de moyens de prévention ou de traitement efficace alors qu'un moyen de prévention existe chez l'animal (cas de West Nile humain au regard du West Nile équin aux Etats-Unis).

1. EN SANTE PUBLIQUE

Plusieurs variables permettent de comprendre l'intérêt porté à certaines zoonoses.

1.1. LES LIMITES DES MOYENS DE CONTROLE CHEZ L'HOMME

Le tétanos tue encore en France alors que la vaccination est remarquablement efficace ; le problème est lié aux difficultés d'observance du protocole vaccinal et à l'information des populations à risque.

1.2. LES POSSIBILITES D'ATTEINTE COLLECTIVE OU DE CONTAGION INTERHUMAINE

En France, les TIAC, compte tenu de leur incidence collective et du caractère létal de certaines d'entre elles (*cf. infra*), restent un sujet de préoccupation aussi bien en raison de leur impact objectif que de la perception du

consommateur qui accepte de moins en moins un « risque évitable ».

Aux Etats-Unis, un nombre croissant de cas de peste (*Yersinia pestis*) sont recensés chez le chat depuis 1977. Six pour cent des cas de peste humaine sont liés à des contaminations par des chats et un nombre croissant de la forme pulmonaire de peste humaine y sont associés. Sachant que cette forme peut être contagieuse entre hommes (« zoonose extensive »), on comprend l'intérêt que peut susciter cette zoonose même si les incidences restent faibles à l'échelle du pays : 377 cas humains (15% mortels), 294 cas chez les chats, 23 cas de peste humaine liés à des chats dont cinq formes pulmonaires entre 1977 et 2001 [Moutou, 2004].

1.3. SENSIBILITE ET GROUPES A RISQUE

La notion de réceptivité (aptitude à héberger un agent pathogène et à en permettre le développement) et surtout de sensibilité (aptitude à développer signes et symptômes traduisant une expression clinique chez un individu réceptif) à un agent pathogène est essentielle pour apprécier l'importance d'une maladie transmissible.

L'étude de la sensibilité vis-à-vis de certains agents pathogènes a depuis longtemps permis d'identifier, notamment dans la population humaine, des individus, groupes ou sous-populations particulièrement sensibles au sein de populations exposées. Les résultats obtenus ont permis de mieux comprendre les rapports entre exposition, réceptivité et sensibilité à certains agents pathogènes chez l'homme. C'est le cas en particulier pour *Listeria monocytogenes* où les données acquises ont permis d'édicter des règles visant à réduire l'exposition des sujets les plus sensibles.

Cette démarche est aussi applicable à certaines zoonoses transmises par contact. On dispose ainsi de données applicables à la prévention chez l'homme immunodéprimé (quelle que soit la cause) du développement de certaines zoonoses bactériennes dont le réservoir est un animal de sport ou de loisir [Bénet et Haddad, 2004 ; Chomel, 2000].

Ainsi, dans le cas de *Rhodococcus equi*, responsable d'une pneumonie chez le poulain, un nombre très limité, mais à létalité élevée (plus de 30%), de cas de pneumonie cavitaire ont été décrits aux Etats-Unis chez des sujets infectés par le VIH. S'agissant d'un germe persistant dans le sol et les prés contaminés par les matières fécales des équidés, qui

s'infectent par inhalation, des mesures de contrôle de l'exposition peuvent être proposées aux sujets sensibles. Le même type de sujets est sensible à l'infection par *Bordetella bronchiseptica*, présente dans le tractus respiratoire de nombreux mammifères porteurs sains et responsables (pour certains types) de la toux de chenil du chien. On conseille donc à ces sujets de vacciner leur chien contre cette affection et d'éviter de participer à tout événement rassemblant des chiens.

➤ Dans le cadre des zoonoses transmises par morsure [Bénet et Haddad, 2004], le cas de *Capnocytophaga canimorsus* (petite bactérie gram négatif, anciennement dénommée DF-2) est particulièrement intéressant à considérer. En effet, il s'agit d'un agent retrouvé dans la flore buccale normale d'une proportion significative (autour de 15%) de chiens. Sa transmission par morsure à l'homme n'induit aucune conséquence chez le sujet immunocompétent. Néanmoins, depuis le premier cas clinique décrit chez l'homme en 1976, plusieurs dizaines de cas ont été identifiés en Europe et en Amérique du Nord [Chomel, 2000] avec une létalité de 30% malgré le fait que la pénicilline ou une association amoxicilline/acide clavulanique sont des antibiotiques efficaces pour combattre la septicémie observée chez les malades. Ceux-ci sont souvent âgés de plus de 50 ans, ont subi une splénectomie, sont alcooliques ou sous traitement immunodépresseur. Le même type de constatation a été faite avec *Bartonella henselae* qui provoque la maladie des griffes du chat chez les sujets immuno-compétents et l'angiomatose bacillaire chez les sujets en phase clinique de Sida. On peut donc, vis-à-vis de ces risques, mieux associer dans les prescriptions en terme de prévention et de contrôle, les facteurs de sensibilité individuelle de l'homme immuno-déprimé aux facteurs d'exposition liés aux chiens et aux chats [Hantz et Darde, 2004].

1.4. INCIDENCE, MORTALITE ET LETALITE

Ces paramètres sont de toute première importance quand il s'agit de définir des priorités en matière de maladie transmissible. Deux tableaux permettent d'illustrer, d'une part, au plan mondial, l'importance des zoonoses comme facteur de mortalité parmi les maladies transmissibles humaines (tableau II), d'autre part, au plan français, l'importance globale, estimée par l'INVS en 2003, des maladies transmissibles humaines d'origine

alimentaire au cours des années 90 (tableau III). Parmi ces maladies d'origine alimentaire (Toxi-infection d'origine alimentaire – T.I.O.A), un certain nombre ne sont pas des zoonoses (hépatite A, shigelloses, fièvres paratyphoïdes A et C). Le tableau IV résume pour les principaux agents de T.I.O.A. zoonotiques l'impact estimé en terme de nombre de cas hospitalisés et de cas mortels par an en France.

1.5. STATUT JURIDIQUE EN FRANCE

En médecine humaine, vingt-six maladies ou groupes de maladie sont à déclaration obligatoire donc quinze sont des zoonoses (cf. tableau V).

Quelques zoonoses supplémentaires sont identifiées dans les listes de maladies professionnelles. Le tableau V regroupe ces deux listes.

Tableau II

Mortalité mondiale annuelle chez l'homme liée aux maladies transmissibles
(estimation O.M.S., 1999)

Maladies transmissibles	Total : 13 millions
Affections respiratoires aiguës	3,5 millions
SIDA	2,3 millions
Maladies diarrhéiques	2,2 millions
Tuberculose	1,5 million
Paludisme	1,1 million
Rougeole	900 000

Parmi les zoonoses

Zoonoses	Nombre de cas
Rage	40 000 à 60 000
Fièvre jaune	30 000
Encéphalite japonaise	10 000

Tableau III

Estimation de l'importance des maladies transmissibles humaines d'origine alimentaire en France (INVS, 2004)

Agents	Maladies transmissibles cas/an	Dt origine alimentaire	Dt agent responsable (%)
13 bactéries	58 000 à 92 000	51 000 à 82 000	<i>Salmonella</i> et <i>Campylobacter</i> (71 à 85%)
2 virus	510 000	71 000	Norovirus (>99%)
8 parasites	168 500	117 000	Toxoplasme et <i>Taenia</i> (99%)
Total	735 000 à 770 000	239 000 à 270 000 (32% à 35%)	Hospitalisés : 10 000 à 18 000 Mortalité : 230 à 700

Tableau IV
Nombre de cas hospitalisés et nombre de morts par an pour trois toxi-infections d'origine alimentaire zoonoses (INVS, 2004)

	Hospitalisés	morts
Salmonelles non Typhi	5 700 à 10 300	92 à 535
<i>Campylobacter</i>	2 600 à 3 600	13 à 18
Listériose	304	78

Tableau V
Statut juridique des zoonoses chez l'homme

Zoonoses à déclaration obligatoire M.D.O.	Zoonoses maladies professionnelles non M.D.O.
Botulisme, tétanos	Fièvre Q, hantaviroses
Brucellose, tuberculose, charbon	Rouget du porc, <i>Streptococcus suis</i>
Fièvre jaune, fièvres hémorragiques africaines	Maladie de Lyme, ornithose-psittacose
Fièvres paratyphoïdes, listériose, TIAC	Pasteurellose, « rickettsioses »
Peste, tularémie	Leptospirose
Rage, V.CJD	
Orthopoxviroses (cf. cow pox)	

2. EN SANTE PUBLIQUE VETERINAIRE ET SANTE ANIMALE

➤ Plusieurs critères combinés sont en général utilisés pour appréhender l'importance d'une maladie animale au plan national, communautaire ou mondial. Les listes prises en compte à ces trois niveaux sont donc différentes, mais elles incluent systématiquement les grandes maladies épizootiques strictement animales et les principales zoonoses où un animal domestique joue un rôle essentiel comme hôte réservoir ou hôte messenger vis-à-vis de l'homme. Les zoonoses prises en compte sont (ou ont été) à l'origine de pertes économiques significatives à tous les stades de la chaîne alimentaire de la production à la consommation (élevage, abattoir, transformation, distribution).

Elles constituent de très sérieux obstacles aux échanges nationaux, européens et internationaux.

A ce dernier niveau, l'Office international des épizooties est l'organisme édictant les règles sanitaires qui doivent être respectées dans le cadre des accords spécifiques de

l'Organisation mondiale du commerce (O.M.C.).

➤ En France, le Code rural reconnaît à certaines zoonoses une position particulière comme Maladie animale réputée contagieuse (M.A.R.C.) ou Maladie animale à déclaration obligatoire (M.A.D.O.) [cf. présentation J.P. Ganière], ce qui permet à l'Etat d'instaurer et de financer des mesures de surveillance (pour les M.A.D.O.) et des mesures de police sanitaire pour les M.A.R.C. Les succès les plus remarquables ont été obtenus pour la brucellose, la tuberculose et la rage.

On peut remarquer, notamment dans le cadre des T.I.O.A, que certains agents zoonotiques qui n'atteignent l'homme qu'au travers des D.A.O.A (comme les *Listeria* ou les trichines) pour lesquels « le portage sain » chez une ou plusieurs espèces animales peut être largement répandu, ne sont pas inclus dans la liste des M.A.R.C. ou des M.A.D.O.

Leur maîtrise relève à la fois d'une surveillance très intense et permanente de la contamination de la chaîne alimentaire (avec mesures systématiques de contrôle) et de mesures de

réduction de l'exposition potentielle de certains consommateurs. Elles comprennent des conseils aux consommateurs les plus sensibles et une mise en œuvre de retraits et de destruction des denrées alimentaires identifiées comme contaminées au cours de la surveillance.

➤ Les cycles épidémiologiques des agents zoonotiques ne cessant d'évoluer, il faut souligner l'importance du rôle de la faune sauvage dans certains d'entre eux. De nombreuses infections zoonotiques émergentes ont pour hôte réservoir des mammifères ou des oiseaux de la faune sauvage (maladie de Lyme, influenza aviaire en Asie, West Nile aux Etats-Unis, etc.) [Klempner et Shapiro, 2004].

Par ailleurs, certains réservoirs domestiques ayant été contrôlés, les zoonoses correspondantes chez l'homme continuent d'évoluer à partir d'autres réservoirs de la faune sauvage. C'est par exemple en France le cas de la trichinellose dont l'hôte réservoir domestique classique, le porc, est désormais indemne depuis plusieurs décennies, mais pour laquelle l'hôte réservoir correspondant dans la faune sauvage autochtone, le sanglier, reste significativement infesté.

Le contrôle d'un réservoir sauvage étant beaucoup moins facile que celui d'un réservoir domestique, on comprend aisément les difficultés associées au contrôle des zoonoses pour lesquelles hôte réservoir ou hôte messenger sont des animaux de la faune sauvage.

III - UN IMPERATIF : LA CONNAISSANCE DES CYCLES EPIDEMIOLOGIQUES POUR COMPRENDRE LES RELATIONS HOMME/ANIMAL DANS LES ZOOSES

Quelques exemples permettront d'illustrer cette nécessité au travers d'une évolution significative d'un cycle classique [Toma, 2000].

1. UNE EVOLUTION QUI PERMET D'IDENTIFIER UN NOUVEL HOTE MESSAGER : L'EXEMPLE DU COW-POX.

Le cow-pox (ou variole bovine) est une zoonose mineure liée à l'infection par un orthopoxvirus proche de la variole humaine (éradiquée) et du virus de la vaccine (qui serait le résultat d'une recombinaison génétique entre le virus de la variole humaine et celui du cow-pox lors des premières vaccinations de Jenner).

Elle est classiquement décrite comme une infection de la peau de la mamelle de la vache, en particulier des trayons, se traduisant par l'apparition de papules puis de vésiculopustules cicatrisant spontanément en moins de trois semaines. Chez l'homme, c'est une maladie comparable cliniquement à celle de la vache (« bouton de traite »), le plus souvent bénigne mais pouvant, très rarement, se généraliser ou provoquer une encéphalite démyélinisante.

Depuis trente ans ces deux maladies, chez l'homme et chez la vache, sont devenues de plus en plus rares, malgré la contagiosité bien connue de la maladie bovine au sein d'un troupeau atteint, par l'intermédiaire des équipements de traite mécanique.

La découverte à partir de 1983 de cas de cow-pox chez le chat en Grande-Bretagne, puis dans d'autres pays d'Europe continentale (Autriche, Allemagne, Pays-Bas et Pologne), a permis d'identifier une nouvelle source de contagion pour l'homme puisque dans certains de ces pays, des cas de transmission à l'homme ont été observés à partir du chat. Ils ont permis de comprendre l'existence de certains cas de cow-pox chez l'homme, sans source de contagion bovin identifiable [Toma, 1994 ; Pastoret *et al.*, 2000].

La source de virus pour le chat est constituée en Grande-Bretagne par des petits rongeurs de la faune sauvage (campagnol roussâtre et mulot sylvestre) dont les populations ont une dynamique parallèle à leur degré d'infection par le virus du cow-pox. Schématiquement, les pics de population de ces petits rongeurs sauvages coïncident avec des pics de séroconversion (signant une infection active) par rapport à la population présente ; on a pu ainsi s'interroger sur le rôle du cow-pox dans la régulation de ces populations [Pastoret *et al.*,

2000]. Chez le chat, la maladie se développe à partir d'un site d'inoculation initial puis se généralise, après une phase virémique, sous forme de nodules multiples sur l'ensemble du revêtement cutané qui vont s'ulcérer puis cicatrifier. La durée d'évolution est de quatre à six semaines. Les cas rencontrés chez les chats et les hommes sont beaucoup plus fréquents en automne, saison qui correspond aux pics de population des petits rongeurs infectés.

Les chats ne semblent pas néanmoins constituer un des hôtes réservoirs pour le cow-pox ; ils ne sont, très probablement comme la vache, qu'un hôte messager vers l'homme. Il reste encore peut-être à découvrir d'autres hôtes réservoirs, probablement dans la faune sauvage.

2. UN CAS APPAREMMENT SIMPLE : CELUI DE LA TUBERCULOSE A *MYCOBACTERIUM BOVIS* EN EUROPE

Ce cas illustre à la fois l'évolution possible du cycle épidémiologique d'une zoonose dans un pays développé (la Grande-Bretagne) et l'extrême hétérogénéité de la situation mondiale en terme de tuberculose humaine.

En effet, si *Mycobacterium bovis* n'est plus un agent associé à la tuberculose humaine dans la plupart des pays développés, on peut remarquer que près de 90% de la population humaine d'Asie ou d'Afrique vit dans des régions où la tuberculose bovine est enzootique ou non contrôlée.

Au sein de l'Union Européenne, de nombreux Etats Membres sont « officiellement indemnes » de tuberculose bovine, dont la France depuis 2000. Ceci ne veut pas dire que la tuberculose bovine n'y existe plus, mais que son niveau de prévalence est suffisamment faible (prévalence annuelle inférieure à 1 pour mille depuis six ans) pour qu'elle ne représente plus ni un risque pour la santé humaine ni un obstacle aux échanges, compte tenu des systèmes de contrôle en place qui peuvent continuer à identifier quelques foyers par an en maîtrisant toutes les conséquences pour la santé animale et la santé humaine [Badin de Montjoye *et al.*, 2004].

Dans cette perspective, le renforcement continu de la législation (1999, 2003) constitue un outil essentiel, compte tenu du classement comme M.A.R.C. de la tuberculose bovine, pour continuer à améliorer la situation du cheptel français en visant l'éradication [Toma et Dufour, 2004].

Elle prend en compte d'autres espèces d'animaux élevés sensibles (zébus, bisons, buffles, chèvres et cervidés d'élevage) ainsi que le réservoir constitué par les sangliers et cervidés de la faune sauvage.

En France, la régression très sensible de la tuberculose bovine est constatée au moment où le taux d'incidence de la tuberculose humaine connaît, après une décroissance continue pendant trois décennies, une stabilisation depuis 1997 [Che, 2004]. Celle-ci est essentiellement liée à des groupes de population à risque bien identifiés.

Le Royaume-Uni connaît lui une évolution paradoxale puisque après avoir constaté une diminution très significative de la prévalence de la tuberculose bovine au cours des années soixante-dix et quatre-vingt, il connaît une résurgence spectaculaire de la maladie depuis 1996 [Savey, 2004].

L'identification au milieu des années quatre-vingt d'un réservoir, le blaireau, dans la faune du sud-ouest de l'Angleterre a polarisé un débat qui n'a malheureusement pas permis la mise en oeuvre de mesures efficaces pour contrôler l'augmentation du nombre de cas et l'extension de la maladie bovine, maintenant quasi-généralisée à l'ensemble du territoire de la Grande-Bretagne. De très nombreuses voix s'élèvent maintenant dans le pays pour réclamer le retour de mesures plus contraignantes visant à empêcher l'extension de la maladie par contagion à l'intérieur de l'espèce bovine en contrôlant mieux les échanges et le statut des troupeaux [King, 2004]. Il est grand temps, car les premiers cas de tuberculose humaine à *Mycobacterium bovis* reconnus depuis 1990, ont été constatés cette année chez deux enfants d'un éleveur dont le troupeau avait été infecté.

3. LA NEUROCYSTICERCOSE : UNE MALADIE PLUS COMPLEXE QUE PREVU QUI SE DEVELOPPE DANS UN CONTEXTE SOCIAL PARTICULIER

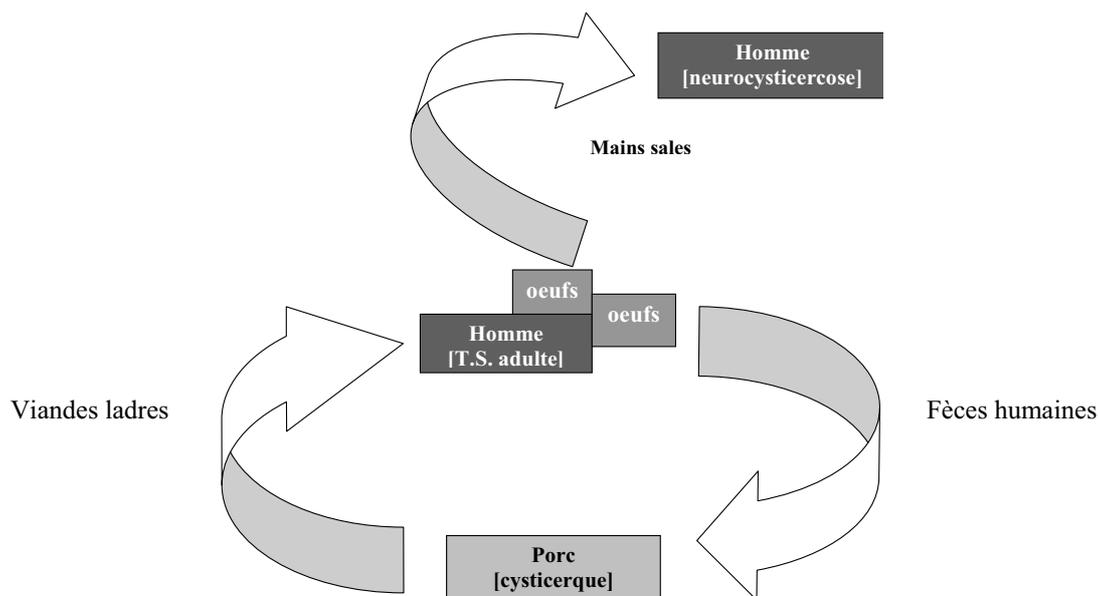
Le taeniasis est une zoonose banale chez l'homme et son cycle est très simple (figure 3). Les moyens de contrôle du taenia adulte (*Taenia solium*, T.S.) chez l'homme sont bien connus et leur efficacité prouvée [Maguire, 2004 ; Rajshekhar, 2004]. La maladie humaine a régressé dans les pays les plus développés au fur et à mesure que la combinaison de l'évolution des techniques d'élevage du porc (supprimant le contact entre le porc et un environnement pollué par les fèces humaines transportant les œufs de T.S.) et celles de

l'inspection des viandes (saisies ou assainissement des viandes lades) supprimait les possibilités d'infestation humaine, donc de contamination du porc. Le développement aux Etats-Unis, en particulier en Californie, de cas de neurocysticercose chez l'homme provoqués par la présence de cysticerques de T.S. dans le système nerveux central, a attiré l'attention sur un nouveau mode de contamination interhumaine permettant le développement de cette affection.

En effet, classiquement la forme larvaire (le cysticerque) de T.S. se développe chez le porc suite à l'ingestion d'œufs de T.S. ; c'est l'ingestion de ce cysticerque dans une viande lade qui permet le développement du tænia adulte dans l'intestin humain. La neurocysticercose est la conséquence d'une contamination interhumaine par des œufs

issus de T.S., ces œufs vont donner naissance à des cysticerques qui vont se développer dans le cerveau. On peut voir ainsi apparaître chez des individus qui n'ont jamais mangé de porc une maladie dans laquelle le porc reste un des deux hôtes réservoirs mais où l'homme, quand il est infesté par un tænia adulte, peut jouer le rôle d'hôte messager pour un autre homme qui va alors développer une neurocysticercose (cf. figure 3). Le contrôle de cette maladie grave repose, avant tout, sur l'hygiène (en particulier lors de la préparation des repas) et une éradication contrôlée [Rajshekhar, 2004] de *Taenia solium* chez l'homme, compte tenu du fait que les populations hôtes messagers vivent souvent dans des conditions qui ne permettent pas le contrôle hygiénique et sanitaire de l'infestation porcine.

Figure 3

Schéma de transmission de *Taenia solium* (T.S.)

IV - LES DIFFERENTS MOYENS DE CONTROLE ET DE PREVENTION DES ZOOSES CHEZ L'ANIMAL ET L'HOMME : CRITERES DE CHOIX

La diversité des cycles épidémiologiques des zoonoses, l'hétérogénéité de leur impact sur la santé humaine et la santé animale, tout comme la grande variabilité du positionnement de l'homme (hôte incident, hôte messager, hôte réservoir) permettent de comprendre la diversité des stratégies de contrôle qui peuvent

être proposées. La construction de ces stratégies suppose, d'une part, le recensement des possibilités théoriques et, d'autre part, la réponse à de nombreuses questions préalables.

1. LES POSSIBILITES THEORIQUES

Elles sont *a priori* très nombreuses d'un point de vue générique.

Lorsqu'on considère chacune des zoonoses en particulier, leur nombre se réduit beaucoup, compte tenu des limites ou des impossibilités liées, entre autres, aux caractéristiques de l'agent zoonotique, aux limites de la connaissance ou à la nature du réservoir.

On peut résumer les possibilités théoriques en les décrivant de l'amont/réservoir vers l'aval/homme. On peut ainsi agir sur :

- Le réservoir animal notamment les hôtes réservoirs et les vecteurs (ou les hôtes intermédiaires invertébrés) ;
- Les sources d'exposition de l'homme comme les hôtes messagers, certains vecteurs (arthropodes), les différents types d'exposition aux hôtes réservoirs ou aux hôtes messagers (contact direct, aérosol, morsures,...), sans oublier l'ingestion d'aliments (solides ou liquides) ;
- Le contrôle de l'infection de l'homme (vaccination, soustraction des groupes à risque,...) ;
- Le diagnostic (précocité et exactitude) et le traitement de l'homme (antimicrobien, antiparasitaire, immunisation post-exposition) infecté par un agent zoonotique.

Il existe de nombreuses possibilités de combinaisons.

2. LES QUESTIONS PREALABLES

Elles doivent permettre, d'une part, d'élaborer des critères pour identifier les zoonoses qui feront l'objet d'un effort particulier dans un contexte donné (au plan local, national, communautaire,...) et d'établir des priorités hiérarchisées (en terme de délai de mise en oeuvre et de moyens mobilisés), d'autre part, d'apprécier le cadre global (spatio-temporel et socio-économique) du développement des zoonoses prioritaires.

On peut ainsi mettre en perspective les évolutions constatées (émergence, réémergence, disparition, maintien) et tenter, sinon de les expliquer, au moins d'en saisir les déterminants essentiels et d'en prévoir les développements futurs.



Les exemples des évolutions divergentes du West Nile en Europe et aux Etats-Unis, de la tuberculose bovine en France et en Grande-Bretagne ou des tuberculoses bovine et humaine en France, montrent combien il est important de répondre aux questions préalables ; on peut ainsi, non seulement établir les nécessaires priorités, mais aussi et surtout choisir une stratégie de contrôle à la fois efficace, adaptée à la situation constatée et proportionnée aux enjeux actuels et futurs. C'est une des difficultés essentielles et l'un des enjeux majeurs de l'allocation optimale des moyens humains, scientifiques, techniques et financiers en matière de santé publique et donc en matière de zoonoses.

BIBLIOGRAPHIE

Acha P.N. et Szyfres B. - Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux (Deuxième édition). Office international des épizooties, 1989, 1063p.

Apetrei C. and Marx P.A. - Simian retroviral infections in human beings. *Lancet*, 2004, **364**(9429), 137-138; author reply 139-140.

Ashford R.W. - When is a reservoir not a reservoir? *Emerg. Infect. Dis.*, 2003, **9**(11), 1495-1496.

Badin de Montjoye Th., Thorel M.F. et Garin-Bastuji B. - L'évolution de tuberculose bovine en France : bilan 2002 et perspectives. *Bull. GTV*, 2004, **23**, 311-314.

Bénet J.J. et Haddad N. - Dangers, risques et prévention des zoonoses transmises à l'homme par morsure de chien et de chat. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*, 2004, **18**, 21-25.

Che O. - La tuberculose humaine en France, une maladie toujours d'actualité. *Bull. GTV*, 2004, **23**, 289-290.

- Chomel B. - Zoonoses bactériennes émergentes. *Point Vét.*, 2000, **31**, 195-202.
- Hahn B.H., Shaw G.M., De Cock K.M. and Sharp P.M. - AIDS as a zoonosis: scientific and public health implications. *Science*, 2000, **287**(5453), 607-614.
- Hantz S. et Darde M.L. - Comment prévenir les risques de zoonose pour le sujet immuno-déprimé. *Le nouveau praticien vétérinaire*, 2004, **18**, 41-43.
- Haydon D.T., Cleaveland S., Taylor L.H. and Laurenson - Identifying reservoirs of infection: a conceptual and practical challenge. *Emerg. Infect. Dis.*, 2002, **8**(12), 1468-1473.
- Hubalek Z. - Emerging human infectious diseases : anthroponoses, zoonoses, and sapronoses. *Emerg. Infect. Dis.*, 2003, **9**(3), 403-404.
- Institut de veille sanitaire - Définition des priorités dans le domaine des zoonoses non alimentaires, 2002, 40p.
- Institut de veille sanitaire – Morbidité et mortalité dues aux maladies infectieuses d'origine alimentaire en France, 2004, 192 p.
- King E. - Badgers and bovine TB. *Vet. Rec.*, 2004, **155**(19), 607-608.
- Klempner M.S. and Shapiro D.S. - Crossing the species barrier--one small step to man, one giant leap to mankind. *N. Engl. J. Med.*, 2004, **350**(12), 1171-1172.
- Maguire J.H. - Tapeworms and seizures--treatment and prevention. *N. Engl. J. Med.*, 2004, **350**(3), 215-217.
- Meslin F.X. - Global aspects of emerging and potential zoonoses : a WHO perspective. *Emerg. Infect. Dis.*, 1997, **3**(2), 223-228.
- Morens D.M., Folkers G.K. and Fauci A.S. - The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature*, 2004, **430**(6996), 242-249.
- Moutou F. - Une zoonose aux USA : la peste chez le chat. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire*, 2004, **18**, 58.
- Palmer S., Soulsby Lord. and Simpson DIH - Zoonoses : Biology, clinical practice and public health control. Oxford university press, 1998, 785p.
- Pastoret P.P., Bennett M., Brochier B., Akakpo A.J. - Animals, public health and the example of cowpox. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 2000, **19**(1), 23-32.
- Rajshekhkar V. - Purging the worm : management of *Taenia solium* taeniasis. *Lancet*, 2004, **363**(9413), 912.
- Roy C.J. and Milton D.K. - Airborne transmission of communicable infection--the elusive pathway. *N. Engl. J. Med.*, 2004, **350**(17), 1710-1712.
- Savey M. - Ruminants et santé publique (édit). *Point Vét.*, 1994, **26**, 827-828.
- Savey M. - ESB et tremblante, des risques mieux appréciés en Europe? (édit). *Bull. GTV.*, 2002, **13**, 5.
- Savey M. - La tuberculose bovine en Grande-Bretagne : une évolution qui ne cesse de se dégrader. *Bull. GTV.*, 2004, **23**, 321-322.
- Stebbing J., Gazzard B. and Douek D.C. - Where does HIV live ? *N. Engl. J. Med.*, 2004, **350**(18), 1872-1880.
- Toma B. - Principales zoonoses virales des ruminants. *Point Vét.*, 1994, **26**, 837-844.
- Toma B. - L'évolution des zoonoses. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.*, 2000, **19**, 302-309.
- Toma B. et al. - Les zoonoses infectieuses, Polycopié des Ecoles nationales vétérinaires, Mérial éd., 2004, 172 p.
- Toma B. et Dufour B. - La nouvelle réglementation de la tuberculose animale en France. *Bull. GTV.*, 2004, **23**, 315-319.
- Warrell M.J. and Warrell D.A. - Rabies and other lyssavirus diseases." *Lancet*, 2004, **363**(9413), 959-969.



Remerciements

A B. Toma pour les discussions constructives et son aide pour la finalisation de l'article et A.M. Hattenberger pour sa relecture attentive du texte initial.