

BIOSURVEILLANCE⁽¹⁾ DE LA FAUNE SAUVAGE

WILDLIFE BIOSURVEILLANCE

Par Eva WARNS-PETIT⁽²⁾, Marc ARTOIS⁽²⁾ et Didier CALAVAS⁽³⁾
(Communications présentées le 2 avril 2009)

RÉSUMÉ

La biosurveillance de la faune sauvage vise à appliquer à celle-ci une surveillance adaptée qui permettrait de mettre en évidence des phénomènes de santé potentiellement délétères pour celle-ci ou pour la santé de l'Homme ou des animaux domestiques. Compte tenu des contraintes particulières liées à la surveillance de ces animaux, trois approches complémentaires pourraient être développées : une surveillance basée sur une analyse de risque, une surveillance d'animaux sentinelles et une surveillance syndromique. Par ailleurs, la notification officielle d'agents pathogènes découlant de la surveillance sanitaire de la faune sauvage devrait être redéfinie, afin d'encourager l'échange d'informations entre les États, tout en les garantissant contre des conséquences injustifiées d'une telle déclaration.

Mots-clés : faune sauvage, maladies, biosurveillance, risque, sentinelles, syndromique, notification.

SUMMARY

The objective of wildlife biosurveillance is to detect health-related events potentially harmful for wild animals, man or domestic animals. Three complementary approaches could be developed to overcome the specific constraints associated with the surveillance of wildlife: monitoring based on a risk analysis, monitoring of sentinel animals and syndromic surveillance. Furthermore, the official notification of pathogens identified through such programmes should be redefined, to encourage countries to exchange information while protecting them against unjustified consequences of such notifications.

Key words: wildlife, diseases, biosurveillance, risk, sentinels, syndromic, notification.

(1) Dans cet article, le terme de biosurveillance est pris dans son sens large, d'origine américaine. Une autre acception, plus restreinte, est traitée dans le Bulletin épidémiologique hebdomadaire de l'Institut de veille sanitaire (www.invs.sante.fr/beh/2009/hs/160609/index.htm).

(2) Université J. Fourier, Laboratoire TIMC-IMAG, Unité Environnement et Prévision de la Santé des Populations F-38000 Grenoble; École nationale vétérinaire de Lyon, France; Tel/Fax: + 33 4 78 87 27 74.

(3) Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Lyon, France, Auteur pour la correspondance : e.petit@vet-lyon.fr

Les progrès de l'informatique médicale, la connexion des réseaux de santé, l'accroissement de la dimension de leurs bases de données ont conduit à la création d'une discipline nouvelle, la biosurveillance médicale (Wagner *et al.* 2006). Des données multiples sont enregistrées et stockées en continu; grâce à leur analyse, une augmentation du nombre ou de la fréquence des cas, détectée à l'aide d'un critère spatial, temporel ou selon le type de nuisance à laquelle le patient est exposé, peut révéler une anomalie, comme par exemple l'émergence d'une nouvelle pathologie.

Il existe désormais une importante littérature consacrée à la surveillance épidémiologique, qu'elle soit traditionnelle ou liée aux évolutions informatiques récentes, mais celle-ci est beaucoup moins fournie pour la surveillance vétérinaire (voir néanmoins : Dufour & Hendrikx, 2005), *a fortiori* pour les maladies de la faune sauvage.

Dans cet article, nous nous intéresserons aux particularités de la faune sauvage en tant qu'élément des problématiques de la santé publique vétérinaire, puis nous étudierons les difficultés de sa surveillance sanitaire, enfin nous examinerons les conséquences d'une déclaration officielle de maladie chez la faune sauvage.

Nous considérons ici comme faune sauvage les animaux d'espèces non domestiques, libres de leurs mouvements, ne dépendant pas quotidiennement et directement de l'homme pour se reproduire ou se nourrir. Les espèces sauvages en captivité peuvent occuper une place importante en matière de santé publique vétérinaire, mais ne constitueront pas le cœur de notre sujet.

SURVEILLANCE SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE : ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE

Pourquoi s'intéresser à la santé de la faune sauvage ?

Les principales raisons sont au nombre de cinq :

- les animaux sauvages sont porteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'homme. Bien que rares en Europe, les problèmes de santé inhérents aux zoonoses de la faune sauvage sont préoccupants et difficiles à régler (Blancou *et al.* 2005; Chomel *et al.* 2007) : rage vulpine, borréliose de Lyme et encéphalite à tique, échinococcose multiloculaire pour ne citer que des exemples européens;
- les animaux sauvages sont au contact direct ou indirect du bétail et de la volaille domestique et partagent avec ces espèces des agents pathogènes provoquant des maladies d'importance économique parfois majeure (Frolich *et al.* 2002; Gortázar *et al.* 2007) : maladie de Newcastle (Schelling *et al.* 1999), peste porcine classique (Rossi *et al.* 2006), tuberculose à *Mycobacterium bovis* (Delahay *et al.* 2001);
- exactement par les mêmes mécanismes, mais de façon moins perceptible et donc plus mal documentée, les animaux sauvages,

notamment ceux qui occupent les zones urbaines ou les banlieues, peuvent transmettre aux animaux de compagnie, ou recevoir de ceux-ci, des parasites ou des agents pathogènes néfastes pour leur santé : angiostrongylose (Bolt *et al.* 1992), gale (Baker *et al.* 2000; Soulsbury *et al.* 2007), helminthoses intestinales (Reperant *et al.* 2007), maladie de Carré (Williams 2001);

- le gibier est également exposé à des agents biologiques ou chimiques, naturels ou résultant de pollutions agricoles, industrielles ou urbaines, qui occasionnent une morbidité ou une mortalité parfois visible et par conséquent, préoccupante pour les chasseurs : syndrome du lièvre brun européen (EBHS), intoxication de pigeons par le furathiocarbe (Lamarque *et al.* 1996; Lamarque & Artois 1998; Lelievre *et al.* 2001);
- de plus, et bien que cela soit moins connu du public, une maladie, surtout si elle est nouvelle, peut occasionner localement la raréfaction ou la disparition d'une population d'animaux sauvages rares ou menacés : maladie de Carré des phoques en mer du Nord, pox virose de l'écureuil roux *Sciurus vulgaris* (Cleaveland *et al.* 2002).

Les populations animales sauvages peuvent donc être réservoir ou victime d'agents pathogènes partagés avec l'homme ou les animaux domestiques. Elles peuvent également être le révélateur de problèmes de santé qui résultent des pollutions ou des changements de l'environnement naturel et humain et donc, des indicateurs d'éventuelles menaces pour la santé des populations humaines et animales (Daszak *et al.* 2001; Vallat 2008).

Parmi cet ensemble de raisons de s'intéresser à la faune sauvage, les acteurs de santé publique sont principalement préoccupés par les deux premières, les animaux sauvages pouvant être réservoirs ou véhicules d'agents infectieux ou parasitaires transmissibles à l'homme ou aux animaux domestiques. Car des études récentes suggèrent que le risque de voir apparaître une maladie émergente infectieuse est considérablement plus élevé pour les populations humaines au contact avec un peuplement d'animaux sauvages (Taylor *et al.* 2001; Jones *et al.* 2008).

Aussi, ce danger est-il considéré avec attention par les organisations internationales telles que la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), l'OIIE (Organisation mondiale de la santé animale) ou l'OMS (Organisation mondiale de la santé).

La surveillance sanitaire de la faune sauvage

De façon générale, la connaissance de la situation sanitaire d'une population repose sur des approches multiples, aussi des pratiques et savoir-faire se mettent-ils progressivement en place dans divers pays, à partir de concepts différents. Ces concepts s'inspirent eux-mêmes d'éléments culturels qui sont propres à une région ou un pays (en particulier, en matière de faune sauvage, l'influence respective des idées favorables à la chasse ou à la protection des animaux peut exercer un rôle sur le choix des façons de procéder). Ces approches culturelles différentes peuvent entraîner des confusions et des malentendus entre pays. Ceci a abouti à mettre en place des normes européennes ou inter-

nationales, facilitant la coopération en matière de lutte et d'échanges d'informations (cf. notamment le travail analytique sur la réglementation européenne de Coroller 2002).

Une maladie dans une population animale sauvage peut être étudiée (Artois *et al.* 2009), soit par des enquêtes et des investigations de durée limitée, soit par la collecte continue de données que permet le suivi (ou monitoring) ou la surveillance (Toma *et al.* 2001). Le mot de surveillance, en particulier, prête à confusion car sa définition officielle est beaucoup plus restreinte que son acception dans le langage courant. Surveiller signifie « observer ou contrôler des personnes à distance » dans son emploi habituel ; la notion de menace et de prévention est bien présente dans les usages courants du terme, mais pas celle de maladie. On prête à Langmuir (1963) une première définition du mot dans son usage médical et son application en santé publique. En substance, cette définition comportait tous les éléments qui ont ensuite été codifiés par le CDC (Center for Disease Control and Prevention) d'Atlanta, l'OMS ou l'OIE. « Surveillance » implique :

- la vigilance continue, par enregistrement systématique de données sur la mortalité, la morbidité et d'autres données sur des phénomènes de santé,
- l'analyse de la répartition spatiale et des tendances temporelles,
- la diffusion des résultats aux contributeurs et à ceux qui ont besoin de ces données.

Toutefois, dès son origine, cette définition a soulevé la question de la responsabilité de la décision de gestion « qui traditionnellement a été et reste, sous la responsabilité des États ou des autorités locales de santé » (Langmuir 1963).

Dans ses définitions officielles, en effet, la surveillance implique « la récolte de données pour le contrôle et la prévention des maladies, ou pour l'information sur l'efficacité du contrôle et [de] la prévention » (OMS : <http://www.who.int/tobacco/surveillance/en/>). Dans la définition du Code zoosanitaire de l'OIE (2008), la référence aux mesures de gestion sanitaire est présente de façon moins explicite : « récolte systématique et continue de données, de sorte qu'une action puisse être menée ».

Artois *et al.* (2009) proposent finalement la définition synthétique suivante pour un système de surveillance sanitaire de la faune sauvage : « un réseau de collecte continue et d'analyse de données sur la santé de la faune sauvage et les risques qui lui sont associés, dans le but d'atteindre les objectifs du contrôle, voire de l'éradication, d'une maladie dans une population ou un peuplement d'animaux sauvages ».

La notion de risque est importante, puisqu'elle implique la probabilité de survenue d'un danger qui se mesure en pertes de vies humaines ou en dégâts économiques, voire en appauvrissement de la richesse écologique d'une région.

La nécessité d'étendre la collecte de données aux données sur la santé elle-même (et pas seulement aux maladies), puis aux

facteurs de risque, aussi bien des populations humaines, animales domestiques ou sauvages et enfin, peut-être plus tard, à la santé des écosystèmes (Karesh & Cook 2005), amène par conséquent à élargir la notion de surveillance sanitaire à celle de biosurveillance (Wagner *et al.* 2006).

Difficultés de la biosurveillance de la faune sauvage

Le premier obstacle, malaisé à contourner, tient au caractère farouche de la plupart des animaux sauvages qui sont difficiles à localiser, à observer et à manipuler, du moins si on les compare aux animaux de rente ou de compagnie. Il tient également au fait que les effectifs comme les compositions démographiques sont méconnus.

Une seconde difficulté porte sur l'échantillonnage d'événements rares : Hone & Pech, 1990 estiment par exemple qu'il n'y aurait virtuellement aucune chance de détecter à temps la fièvre aphteuse si elle se déclarait chez des cochons sauvages en Australie. Ces auteurs ont estimé par modélisation qu'il faudrait échantillonner régulièrement deux cochons/km² pour avoir une chance de détecter une épizootie qui se serait déclarée dans le mois qui précède. Il faut donc optimiser l'échantillonnage pour détecter les premiers cas et être en mesure d'en limiter les conséquences sanitaires et économiques ; le problème pourrait se poser en des termes similaires en Europe, si un foyer de cette maladie apparaissait chez des sangliers (*Sus scrofa*) en dehors de la période de chasse.

La lutte contre la rage des animaux sauvages terrestres s'est heurtée et se heurte encore à ces obstacles de détection : en étudiant la couverture des États-Unis par le réseau de surveillance de la rage des animaux, Childs *et al.* 2007 arrivent à la conclusion que cette couverture peut être insuffisante dans les zones faiblement peuplées. La résurgence inopinée de la rage du renard en Italie, à la fin de l'année 2008, montre que l'Europe n'est pas non plus à l'abri de ce type de problème.

Un troisième handicap tient à la grande diversité taxinomique de la faune, qui, compte tenu du manque d'éducation zoologique des professionnels de la santé animale, aboutit fréquemment à des dénominations incorrectes d'espèces animales impliquées dans un foyer (Moutou 2004), voire à l'absence de détail dans la désignation d'un cas chez un animal sauvage. Par exemple, la base de données WAHID (World Animal Health Information Database), qui permet la déclaration immédiate et en ligne de maladies listées par l'OIE, ne précise pas l'espèce concernée, lorsqu'elle est sauvage ; heureusement ce manque est en voie de résolution.

Une quatrième difficulté est de disposer de tests validés qui peuvent convenir au diagnostic d'une maladie chez des espèces sauvages parfois très différentes des espèces domestiques (Gardner *et al.* 1996 ; Hietala & Gardner, 1999).

Enfin, la dernière difficulté tient à la méconnaissance dans laquelle se trouvent les biologistes face aux agents pathogènes de la faune sauvage et aux troubles de santé qui l'affectent.

Méthodes et indicateurs épidémiologiques

La reconnaissance à distance de signes cliniques chez des animaux sauvages est difficile, pour les raisons que nous venons d'évoquer. La surveillance dite passive (ou surveillance de diagnostic) est donc limitée aux seules maladies qui s'expriment de façon visible chez les animaux sauvages atteints, par exemple la myxomatose, la kérato-conjonctivite infectieuse du chamois (*Rupicapra rupicapra*), l'influenza aviaire, voire qui font perdre aux animaux atteints leur crainte naturelle de l'homme (comme la gale sarcoptique, la rage).

La surveillance dite active (ou d'investigation) se heurte à une probabilité de détection réduite pour les maladies de faible prévalence, en raison des difficultés techniques et des contraintes économiques pour la mise en œuvre d'échantillonnages d'effectif suffisant. Dans ces circonstances, la probabilité de détecter un ou des cas de maladie chez la faune sauvage est faible. Par conséquent, il est difficile d'estimer une prévalence faible et de déclarer une zone ou une région indemne d'une telle maladie, *a fortiori* s'il s'agit d'une infection inapparente.

En France, la surveillance sanitaire, dite passive, de la faune sauvage repose sur plusieurs réseaux et programmes, dont les principaux sont :

- le réseau SAGIR (Barrat *et al.* 1995; Eichenlaub 1995; Lamarque *et al.* 2000) a été mis en place en 1986 (Anonyme 1986); ce réseau a pour objectif de recenser des cadavres (mammifères terrestres et oiseaux), puis de collecter les informations que donnent les analyses effectuées par des laboratoires vétérinaires départementaux sur la cause de la mort;
- des programmes de surveillance sanitaire des parcs nationaux de montagne existent également (Gauthier 1987).

Prise dans son ensemble, cette épidémiosurveillance vise principalement à suivre les phénomènes de santé connus dans la faune sauvage et à déterminer une éventuelle exposition des populations humaines ou animales à un danger sanitaire.

Certaines enquêtes épidémiologiques, de durée limitée, permettent d'estimer une prévalence, mais, en général, cette épidémiosurveillance de la faune sauvage ne fournit qu'une image déformée de la réalité qu'on souhaite étudier. Ses résultats ne peuvent être appréciés qu'avec le recul du temps, ou en comparant des résultats obtenus simultanément en plusieurs endroits et en faisant appel, pour leur interprétation, aux connaissances de biologistes ou de gestionnaires des populations animales sauvages.

Conséquence d'une déclaration officielle

En matière réglementaire, il faut distinguer deux types de maladies :

- a) les maladies à déclaration obligatoire auxquelles les animaux sauvages sont sensibles (**tableau 1**) et
- b) toutes les autres maladies et agents pathogènes qui ne font pas l'objet d'une réglementation ou de déclaration officielle.

Dans le premier cas, la notification doit souvent être faite immédiatement et peut entraîner des conséquences telles que des restrictions du commerce de produits ou d'animaux. Il n'est donc pas forcément de l'intérêt des pays de déclarer de tels cas. Dans le second cas, la déclaration, si elle doit être faite, se fait dans le bilan annuel, voire semestriel et n'a pas ou peu de conséquences sanitaires ou économiques.

De plus, si on reprend la définition de la surveillance dans son acception la plus restrictive, un contrôle sanitaire, en particulier un assainissement, doit suivre la déclaration d'un foyer, or dans beaucoup d'exemples, il n'est pas possible d'intervenir sur la faune sauvage elle-même.

LA SURVEILLANCE SANITAIRE DE LA FAUNE SAUVAGE : PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

L'émergence récente du SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère), puis de l'influenza aviaire H5N1 illustre la diversité du rôle épidémiologique de la faune sauvage dans les maladies infectieuses de l'homme (Anonym, 2004; Kuiken *et al.* 2005; Butler 2006) : source unique d'introduction fortuite d'un agent se transmettant entre humains ou réservoir d'une infection exceptionnelle chez l'homme. Comme nous l'avons mentionné à plusieurs reprises, les besoins d'amélioration des connaissances sur la situation sanitaire d'un grand nombre d'espèces et sur l'impact des maladies sur la dynamique de leurs populations (Daszak *et al.* 2000) restent donc considérables.

Mais le principal besoin qui nous préoccupe est en rapport avec la détection précoce d'agents pathogènes de toute nature, qui peuvent affecter la santé ou le bien-être de l'homme, des animaux de rente ou de compagnie. La faune peut constituer une espèce sentinelle, un traceur ou le réservoir de ces agents pathogènes ou tout à la fois. La question est alors d'améliorer la capacité de détection de ces agents; il s'agit tant de préciser la répartition géographique que de réduire le délai entre l'apparition de l'agent pathogène au sein de sa population hôte dans la nature et le moment où sa propagation est connue des responsables de santé publique (qu'il s'agisse de phénomènes endémiques ou épizootiques, voire de maladies émergentes).

Pour cela, il faut augmenter la sensibilité des systèmes de surveillance, leur spécificité, raccourcir les délais de transfert des informations et de leur analyse. Les améliorations techniques souhaitables vont dépendre des moyens financiers et humains qui sont mobilisables : meilleure utilisation des moyens de télécommunication, meilleurs tests diagnostiques, élargissement des populations animales et des agents pathogènes ciblés par ces études, amélioration de leur couverture spatiale (zones périurbaines, DOM/TOM). Il s'agit donc surtout d'augmenter la probabilité de détection d'un cas chez un animal sauvage.

Dénomination	Risque de nuire gravement au commerce international en cas de déclaration chez une espèce sauvage (Oui/Non)	Agent	Espèces sensibles citées dans le code rural
Brucellose	N	Toute <i>Brucella</i> autre que <i>Brucella ovis</i>	Toutes espèces de mammifères
Fièvre aphteuse	O	Virus de la fièvre aphteuse (Picornaviridae, Aphthovirus)	Toutes espèces animales sensibles
Fièvre catarrhale du mouton	O	Virus de la fièvre catarrhale du mouton (Reoviridae, Orbivirus)	Ruminants et camélidés
Fièvre charbonneuse	N	<i>Bacillus anthracis</i>	Toutes espèces de mammifères
Influenza aviaire HP	O	Virus de l'influenza aviaire (Orthomyxoviridae, Influenza A)	Toutes espèces d'oiseaux
Maladie d'Aujeszky	N	Herpèsvirus du porc 1 (Herpesviridae, Varicellovirus)	Toutes espèces de mammifères
Maladie de Newcastle	O	Virus de la maladie de Newcastle (Paramyxoviridae, Avulavirus)	Toutes espèces d'oiseaux
Maladie de Teschen	N	Virus de la maladie de Teschen (Picornaviridae, Enterovirus)	Suidés
Maladie hémorragique épizootique des cervidés	N	Virus de la maladie hémorragique épizootique des cervidés (Reoviridae, Orbivirus)	Cervidés
Maladie vésiculeuse du porc	N	Virus de la maladie vésiculeuse du porc (Picornaviridae, Enterovirus)	Suidés
Peste porcine africaine	O	Virus de la peste porcine africaine (Asfarviridae, Asfivirus)	Suidés
Peste porcine classique	O	Virus de la peste porcine classique (Flaviviridae, Pestivirus)	Suidés
Rage	N	Virus de la rage (Rhabdoviridae, Lyssavirus)	Toutes espèces de mammifères
Stomatite vésiculeuse	N	Virus de la stomatite vésiculeuse	Bovins, équidés et suidés
Tuberculose	N	<i>Mycobacterium bovis</i> et <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Toutes espèces de mammifères

Tableau 1 : Listes des maladies animales réputées contagieuses (Art. R. *223-21 du Code Rural), partagées par la faune sauvage, présentes ou pouvant survenir en France.

La surveillance fondée sur le risque

Dans cette approche, la surveillance basée sur l'analyse du risque peut permettre d'établir des priorités sur les dangers (maladies et facteurs de risque), les populations à enquêter, les zones et unités spatiales à prendre en compte, l'effectif à échantillonner et enfin, les tests diagnostiques à utiliser, pour avoir une confiance suffisante dans la probabilité de détecter un événement, *a fortiori* s'il est rare (McKenzie *et al.* 2007).

Si on suit, par exemple, l'analyse du risque d'émergence de maladies liées aux modifications climatiques en Europe (Dufour *et al.* 2008), cinq maladies, parmi les six considérées comme prioritairement à risque d'émergence ont un lien épidémiologique potentiel avec la faune sauvage en liberté en Europe; elles nécessitent ce que les auteurs appellent une « veille écologique » visant spécifiquement les réservoirs sauvages, c'est-à-dire les carnivores pour la leishmaniose, les oiseaux pour la fièvre du Nil

Occidental, les rongeurs pour la leptospirose ou les ruminants pour la fièvre catarrhale ovine et la fièvre de la vallée du Rift. Une sixième maladie, la Peste équine, pourrait être à nouveau introduite en Europe par un équidé sauvage africain, à l'occasion de l'importation dans une réserve ou un parc zoologique. Dans chacun de ces exemples, le risque est bien identifié et la surveillance peut être définie en fonction de celui-ci, de sorte que les échantillons (échantillonnage *ad hoc*) soient prélevés sur les espèces d'intérêt à l'occasion de divers programmes y donnant accès (par exemple, la chasse « sportive », les études ornithologiques comme le baguage, la lutte contre les ravageurs et la dératisation, les contrôles sanitaires avant importation).

C'est ce type d'approche qui a été utilisé pour cartographier en 2006 les zones humides d'Europe, de façon à y concentrer l'observation d'oiseaux éventuellement atteints par l'influenza aviaire. Toute analyse de risque comporte néanmoins un certain degré d'incertitude sur la probabilité de survenue des évé-

nements, résultant d'une connaissance imparfaite des facteurs de risque. Ainsi, par exemple, le recensement de « Wetland international » des zones humides d'Europe ne mentionne curieusement pas la Dombes (<http://ramsar.wetlands.org>, consulté le 24 avril 2009); en outre les premières cartes des zones humides à risque d'influenza, réalisées dans le cadre du plan européen de surveillance précoce de la « grippe aviaire », ne comportaient pas les étangs de Moselle (cf. http://agriculture.gouv.fr/spip/IMG/jpg/zones-humides_fev07.jpg consulté le 30 mars 2009), oubli corrigé à la suite de l'apparition de cas sur l'étang du Lindres, en Moselle, en juillet 2007 (cf. <http://www.grippe-aviaire.gouv.fr/IMG/bmp/zones.bmp>, site consulté ce même jour).

La surveillance fondée sur des « sentinelles »

Dans le domaine de la biosurveillance en santé publique, le terme de sentinelle prend principalement deux sens : celui d'un réseau de professionnels de santé, médecins ou laboratoires, qui transmettent à un serveur central des informations sur des cas, de sorte que si le nombre de nouveaux signalements dépasse un seuil critique, une alerte épidémique puisse être lancée (ex. : le réseau « Sentinelles » de surveillance d'indicateurs de la santé humaine, <http://www.sentiweb.org>). Le second sens s'appuie sur l'idée que des animaux, en particulier les animaux sauvages, peuvent être plus intensivement exposés ou plus sensibles que les humains à l'action de certains agents pathogènes, notamment ceux qui résultent de la pollution (**figure 1**). Un suivi ciblé de ces espèces permet de détecter l'apparition d'un agent pathogène ou de suivre l'évolution de son incidence (Moutou 1993; Berny 2007). Dans ce contexte, les prédateurs, occupant le sommet des chaînes alimentaires, concentrent les marqueurs de contamination ou d'infection et présentent, à ce titre, un intérêt tout particulier comme espèces sentinelles; cela a été mis en évidence pour certaines maladies infectieuses, notam-



Figure 1 : En Espagne, des études récentes montrent que les cigognes sont lourdement contaminées par les métaux lourds et l'arsenic (Baos et al. 2006) et révèlent ainsi une contamination environnementale dangereuse pour l'homme (cliché Jean Blancou).

ment celles dont le réservoir est une espèce proie de ces prédateurs. Ainsi, les « rodent borne » viroses (ROBOvirus, par analogie aux arbovirus) peuvent être efficacement pistées par des enquêtes sur les prédateurs [poxvirus : Bennett *et al.* (1989); hantavirus : Escutenaire *et al.* (2000)]. Des agents bactériens, comme le bacille de la peste, ont également fait l'objet de telles enquêtes (Smith 1994).

C'est pourquoi un système sentinelle de surveillance de la faune sauvage devrait être une application particulière d'une surveillance basée sur le risque : ce système sélectionnerait les espèces sauvages et les agents pathogènes à surveiller en fonction des priorités de danger pour la santé de l'homme ou l'économie de l'élevage; il devrait également se fonder sur l'exposition des animaux sauvages aux agents pathogènes choisis : ainsi, les espèces les plus fréquemment collectées par les utilisateurs de la nature, comme les chasseurs, pourraient permettre une gamme de recherches sélectionnées : le programme de surveillance sanitaire du sanglier ciblant les principales maladies du porc répondait ainsi à ce besoin (Rossi *et al.* 2006).

La surveillance syndromique

Un troisième et dernier champ d'amélioration de la surveillance est celui de la surveillance syndromique pour la détection d'anomalies de santé. Cette nouvelle approche de la surveillance, complémentaire des précédentes, est largement inspirée des travaux conduits aux États Unis à la suite des attentats du 11 septembre 2001, pour lutter contre le bioterrorisme (Wallenstein & Naus, 2004). Elle vise à exploiter des informations collectées en grand nombre, de manière routinière et continue, et à en analyser les tendances.

Cette approche s'est considérablement développée à la fois en raison de la facilité offerte par la codification systématique des informations médicales entrées dans les systèmes d'enregistrement de divers services sanitaires et en raison du développement des connexions informatiques entre ces services. La centralisation des informations enregistrées, par exemple, dans les services d'urgence des hôpitaux, selon des signes cliniques regroupés en syndromes, permet de mesurer une tendance dans l'espace ou dans le temps, engendrant une alerte lorsque le taux de signalement dépasse un seuil critique, généralement déterminé de façon rétrospective (par exemple la moyenne du nombre de cas au cours des saisons, des années ou d'autres périodes antérieures).

La surveillance syndromique est encore balbutiante en santé animale [(Vourc'h *et al.* 2006; Gibbens *et al.* 2008); AVSN (Alberta veterinary surveillance network), [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/afs10440](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/afs10440), consulté le 24 avril 2009; système DéSI du réseau caribéen de santé animale CaribVet <http://www.caribvet.net/upload/6-Surveillance%20system%20in%20Guadeloupe.pdf>, consulté le 24 avril 2009] et inexistante, à ce jour, en ce qui concerne la santé et les maladies de la faune sauvage.

Elle présente un intérêt majeur par rapport à une surveillance ciblant des maladies ou des agents pathogènes particuliers, car elle permet de détecter des maladies d'étiologie inconnue, potentiellement invasives ou émergentes. Elle offre également un avantage lorsque les tests de dépistage n'existent pas ou sont délicats à mettre en œuvre, longs à donner un résultat, excessivement coûteux ou inappropriés pour la faune sauvage.

Dans un système de surveillance syndromique, les syndromes d'intérêt peuvent être déterminés à partir des données de la littérature, en fonction de leur importance sanitaire et économique, comme c'est le cas pour les systèmes de surveillance syndromique de l'Homme ou des animaux domestiques (Henning 2004; Gibbens *et al.* 2008). Or les maladies de la faune sauvage sont souvent multifactorielles (Wobeser 2007) et mal définies, comme cela est expliqué plus haut. La description des lésions observées à l'autopsie sur les cadavres constitue alors l'information primaire la plus fiable concernant un processus pathologique (Leighton 1995). Pour la faune sauvage en France, ces « syndromes » peuvent ainsi être déterminés à partir des données collectées par le réseau SAGIR. Ils se définissent comme un ensemble de lésions apparaissant de manière concomitante sur certains organes chez des animaux sauvages. Ils s'avèrent statistiquement liés à un ou des phénomènes sanitaires (syndromes au sens large, intoxications, maladies) déjà décrits. Cette définition distingue le « syndrome » d'une maladie spécifique, puisque différentes maladies produisant les mêmes lésions correspondront au même « syndrome ». De plus un « syndrome » est indépendant d'une espèce donnée. Ceci est intéressant car certaines affections (par exemple les intoxications, les infections à germe opportuniste) peuvent toucher plusieurs espèces (Wagner 2006).

L'apparition, en 1986, en Europe, de l'EBHS a préfiguré ce que pourra être une surveillance syndromique de la faune sauvage : définition clinique et surtout lésionnelle du syndrome lors de ses premières occurrences en Europe, complétée d'une collecte des facteurs de risque géographiques et saisonniers liés à ces cas. L'ensemble a permis de définir une nouvelle pathologie et d'en suivre la propagation. Une étude ciblée, fondée sur des hypothèses étiologiques, a ensuite été mise en œuvre, puis l'origine virale de la maladie a été découverte (Gavier-Widen & Mörner, 1991).

Cet exemple illustre l'intérêt de l'approche syndromique mais en souligne les limites : pour être opérationnelle, la surveillance syndromique de la faune sauvage doit s'appuyer sur des maladies occasionnant une morbidité détectable et conduisant à un enregistrement des descriptions lésionnelles. En outre, dans le cas d'une surveillance qui vise à détecter précocement des maladies d'importance sanitaire pour l'Homme ou les animaux domestiques, la pathologie d'intérêt doit également induire un trouble détectable chez l'animal sauvage. Par conséquent, un réseau de surveillance syndromique de la faune sauvage doit être capable de recueillir en continu des échantillons en vue d'une autopsie et/ou d'une démarche diagnostique, et de transmettre rapidement les informations obtenues à un centre d'analyse de données.

Dépénaliser la biosurveillance et promouvoir une vigilance coopérative

Déjà bien avant la survenue du SRAS et de la « grippe aviaire », la réglementation sanitaire européenne avait largement intégré les besoins de réglementer les maladies animales à réservoir sauvage (Coroller 2002). Mais pour que la biosurveillance de la faune sauvage s'améliore encore, la déclaration officielle de maladies réglementées doit être facilitée, voire encouragée, donc ne pas nuire aux intérêts des pays ou des zones qui se déclareront atteints par une maladie importante. D'un côté, il faut satisfaire le besoin de connaissance pour améliorer l'information sur les risques sanitaires pour l'homme et les animaux domestiques et améliorer leur prévention. De l'autre, il faut encourager la déclaration officielle de ces maladies pour permettre une diffusion rapide des informations, sans que le déclarant ne soit excessivement pénalisé.

La première disposition est de faciliter les enquêtes épidémiologiques et les investigations scientifiques pour décrire et analyser l'origine, la persistance et la propagation d'agents pathogènes dans la faune sauvage et leur transmission aux populations victimes (Kuiken *et al.* 2005).

Lorsqu'une menace apparaît mais que les connaissances scientifiques ne permettent pas de caractériser son danger avec suffisamment de précision, le recours au principe de précaution devrait être évité au profit d'une réponse graduée, coordonnée par une cellule de crise pluridisciplinaire : suivre l'exemple de la fièvre du Nil occidental, plutôt que celui de la « grippe aviaire ». Il est risqué de maximiser le risque lui-même (Artois *et al.* 2007).

La deuxième disposition serait de limiter l'obligation de notification immédiate d'un agent pathogène détecté chez un animal ou dans une population sauvage, au cas où le danger de transmission directe à l'homme ou à une espèce domestique est bien documenté, notamment si l'agent est disséminé et risque de s'étendre rapidement (par exemple la rage des animaux terrestres).

Il faudrait par ailleurs encourager les États à partager les connaissances obtenues par la surveillance, en contrepartie d'un engagement de ne pas fermer leurs frontières aux échanges, tant que la certitude de contamination des filières domestiques ou des personnes n'a pas été confirmée par un dépistage ou par la découverte de cas dans ces filières ou chez ces personnes.

De plus, pour les espèces de la faune sauvage, auxquelles le rôle de sentinelle confère une importance particulière, des systèmes de détection précoce, intégrant les trois approches décrites ci-dessus, devraient être organisés en s'appuyant sur un concept de vigilance (Toma *et al.* 2001). Une nouvelle norme définissant l'épidémiologie de la faune sauvage pourrait être proposée, par exemple, dans le cadre de la mise en place de systèmes de production sous normes de biosécurité. En effet, l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE 2008) a développé deux concepts permettant de cloisonner les filières

de production, afin de préserver les échanges commerciaux et la santé animale : la compartimentation et le zonage. Tous deux reposent sur l'intégration des établissements de l'amont à l'aval des filières, du centre de sélection des animaux à la structure commercialisant le produit fini. Le principe de zonage est fondé essentiellement sur une délimitation géographique d'une aire par des barrières naturelles, artificielles ou réglementaires.

Le principe de compartimentation repose plus spécifiquement sur la définition d'un compartiment dont l'ensemble des établissements a élaboré un système de biosécurité commun (Scott *et al.* 2006 ; Goater 2007 ; Pavie *et al.* 2007).

Cette approche, prenant en compte la faune sauvage, permettrait de gérer avec plus de discernement les conséquences de l'apparition d'un phénomène de santé menaçant une filière.

REMERCIEMENTS

Le premier auteur remercie la Direction générale de l'alimentation du Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche de lui permettre d'effectuer ce travail dans le cadre d'une formation continue par la recherche. Les auteurs remercient également les relecteurs anonymes de leurs commentaires qui ont permis d'améliorer la clarté de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme 1986. Surveillance sanitaire de la faune sauvage - Mise en place en 1986 d'un nouveau système d'enquête permanente. Bulletin mensuel de l'Office National de la Chasse 103 : 36-37.
- Anonyme 2004. The leading edge: Getting out into the field, and forest. The Lancet Infectious Diseases 4 : 127.
- Artois, M., Bengis, R., Delahay, R.J., Duchene, M.J., Duff, J.-P., Ferroglio, E., Gortazar, C., Hutchings, M., Leighton, F.A., Mörner, T., Smith, G. 2009. Wildlife disease surveillance and monitoring. In *Management of Disease in Wild Mammals*. (Ed. R. Delahay, G. Smith & M. Hutchings), pp. 187-213. Springer, Tokyo, Berlin, Heidelberg, New-York.
- Artois, M., Bicoût, D., Coppalle, J., Doctrinal, D., Durand, I., Hars, J., Sabatier, P. 2007. Maladies émergentes de la faune sauvage en Europe: Leçons à retenir pour se prémunir d'un retour de l'influenza aviaire. Bulletin de l'Académie vétérinaire de France 160 : 215-222.
- Baker, P.J., Funk, S. M., Harris, S., White, P.C.L. 2000. Flexible spatial organization of urban foxes, *Vulpes vulpes*, before and during an outbreak of sarcoptic mange. *Animal Behaviour* 59 : 127-146.
- Baos, R., Jovani, R., Pastor, N., Tella, J.-L., Jiménez, B., Gómez, G., González, M.J., Hiraldo, F. 2006. Evaluation of genotoxic effects of heavy metals and arsenic in wild nestling white storks (*Ciconia ciconia*) and black kites (*Milvus migrans*) from southwestern Spain after a mining accident. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25 : 2794-2803.
- Barrat, J., Eichenlaub, C., Artois, M., Lamarque, F. 1995. Le réseau SAGIR de surveillance de l'état sanitaire de la faune sauvage en France. *Épidémiologie et santé animale* 27 : 93-104.
- Bennett, M., Gaskell, R.M., Gaskell, C.J., Baxby, D. Kelly, D.F. 1989. Studies on poxvirus infection in cats. *Archives of virology* 104 : 19-33.
- Berny, P. 2007. Pesticides and the intoxication of wild animals. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 30 : 93-100.
- Blancou, J., Chomel, B.B., Belotto, A., Meslin, F.X. 2005. Emerging or re-emerging bacterial zoonoses: factors of emergence, surveillance and control. *Veterinary Research* 36 : 507-522.
- Bolt, G., Monrad, J., Henriksen, P., Dietz, H.H., Koch, J., Bindseil, E. & Jensen, A.L. 1992. The fox (*Vulpes vulpes*) as a reservoir for canine angiostrongylosis in Denmark. Field survey and experimental infections. *Acta veterinaria Scandinavica* 33 : 357.
- Butler, D. 2006. Disease surveillance needs a revolution. *Nature* 440 : 6.
- Childs, J.E., Krebs, J.W., Real, L.A., Gordon, E.R. 2007. Animal-based national surveillance for zoonotic disease: Quality, limitations, and implications of a model system for monitoring rabies. *Preventive Veterinary Medicine* 78 : 246-261.
- Chomel, B., Belotto, A., Meslin, F.-X. 2007. Wildlife, Exotic Pets, and Emerging Zoonoses. *Emerging Infectious Diseases* 13 : 507-522.
- Cleaveland, S., Hess, G.R., Dobson, A.P., Laurenson, M.K., McCallum, H.I., Roberts, M.G., Woodroffe, R., 2002. The role of pathogens in biological conservation. In *The ecology of wildlife diseases*. (Ed. P. J. Hudson, A. Rizzoli, B. T. Grenfell, J. A. P. Heesterbeek & A. P. Dobson), pp. 139-150. Oxford University Press, Oxford.
- Coroller, F. 2002. *Aspects sanitaires de la réglementation française concernant la faune sauvage*. Thèse Med. Vet. Lyon. 142 p.
- Daszak, P., Cunningham, A.A. & Hyatt, A.D. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife-Threats to biodiversity and human health. *Science* 287 : 443-449.
- Daszak, P., Cunningham, A.A. & Hyatt, A.D. 2001. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica* 78 : 103-116.
- Delahay, R.J., Cheeseman, C.L., Clifton-Hadley, R.S. 2001. Wildlife disease reservoirs: the epidemiology of *Mycobacterium bovis* infection in the European badger (*Meles meles*) and other British mammals. *Tuberculosis* 81 : 43-49.
- Dufour, B. & Hendrikx, P. 2005. *Epidemiological surveillance in animal health. La surveillance épidémiologique en santé animale*. Association pour l'Étude de l'Épidémiologie des Maladies Animales, Maisons Alfort, 295p.
- Dufour, B., Moutou, F., Hattenberger, A.M., Rodhain, F. 2008. Changements globaux. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE* 27 : 529-540.
- Eichenlaub, C. 1995. *Le réseau SAGIR de surveillance sanitaire de la faune sauvage en France : bilan de 7 ans de fonctionnement*. Thèse Med. Vet., Lyon 233 p.
- Escutenaire, S., Pastoret, P.P., Sjolander, K.B., Heyman, P., Brochier, B., Lundkvist, A. 2000. Evidence of Puumala hantavirus infection in red foxes (*Vulpes vulpes*) in Belgium. *The Veterinary Record* 147 : 365-366.
- Frolich, K., Thiede, S., Kozikowski, T., Jakob, W. 2002. A Review of Mutual Transmission of Important Infectious Diseases between Livestock and Wildlife in Europe. *Annals of the New York Academy of Sciences* 969 : 4-13.
- Gardner, I.A., Hietala, S.K., Boyce, W.M. 1996. Validity of using serological tests for

diagnosis of diseases in wild animals. *Revue scientifique et technique - Office International des Epizooties* 15: 323–335.

- Gauthier, D. 1987. Parcs Nationaux de France: organisation et surveillance sanitaire. In *Faune sauvage d'Europe. Surveillance sanitaire et pathologie des Mammifères et des Oiseaux*. (Ed. R. Rosset), pp. 397–404. Informations techniques des services vétérinaires, Paris.
- Gavier-Widen, D. & Mörner, T. 1991. Epidemiology and diagnosis of the European brown hare syndrome in Scandinavian countries: a review. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties* 10: 453.
- Gibbens, J.C., Robertson, S., Willmington, J., Milnes, A., Ryan, J.B.M., Wilesmith, J.W., Cook, A.J.C., David, G.P. 2008. Use of laboratory data to reduce the time taken to detect new diseases: VIDA to FarmFile. *The Veterinary Record* 162: 771–776.
- Goater, E. 2007. Zonage et compartimentation en élevage de sélection avicole. *Magvet* 58: 34–38.
- Gortázar, C., Ferroglio, E., Höfle, U., Frölich, K., Vicente, J. 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research* 53: 241–256.
- Henning, K.J. 2004. What is syndromic surveillance? *Morbidity Mortality Weekly Report* Sep. 24: 5–11.
- Hietala, S.K. & Gardner, I.A., 1999. Validity of using diagnostic tests that are approved for use in domestic animals for nondomestic species. In *Zoo and Wild animal medicine - Current therapy*. (Ed. M. E. Fowler and R. E. Miller), pp. 55–58. W. B. Saunders Co., Philadelphia
- Hone, J. & Pech, R. 1990. Disease surveillance in wildlife with emphasis on detecting foot and mouth disease in feral pigs. *Journal of Environmental Management* 31: 173–184.
- Jones, K.E., Patel, N.G., Levy, M.A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J.L., Daszak P. 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451: 990–993.
- Karesh, W.B. & Cook, R.A. 2005. The Human - Animal Link. *Foreign Affairs* 84: 38–50.
- Kuiken, T., Leighton, F.A., Fouchier, R.A.M., LeDuc, J.W., Peiris, J.S.M., Schudel, A., Stöhr, K. & Osterhaus, A.D.M.E. 2005. Pathogen Surveillance in Animals. *Science* 309: 1680–1681.
- Lamarque, F. & Artois, M. 1998. L'EBHS du lièvre (*Lepus europaeus*): À propos d'une épi-zootie récente. *Gibier faune sauvage* 15: 491–506.
- Lamarque, F., Barrat, J., Moutou, F. 1996. Principal diagnoses for determining causes of mortality in the European brown hare (*Lepus europaeus*) found dead in France between 1986 and 1994. *Gibier faune sauvage (France)* 13: 53–72.
- Lamarque, F., Hatier, C., Artois, M., Berny, P., Diedler, C. 2000. Le réseau SAGIR, réseau national de suivi sanitaire de la faune sauvage française. *Épidémiologie santé animale* 37: 21–30.
- Langmuir, A.D. 1963. The surveillance of communicable diseases of national importance. *The New England Journal of Medicine* 268: 182–192.
- Leighton, F.A. 1995. Surveillance of wild animal diseases in Europe. *Rev Sci Tech.* 14: 819–830.
- Lelievre, F., Berny, P., Buronfosse, F., Pineau, X., Frejat, A., Lamarque, F. 2001. La toxicovigilance animale en France: exemple du suivi de la mortalité de pigeons par intoxication au furathiocarbe. *Revue de médecine vétérinaire* 152: 835–842.
- McKenzie, J., Simpson, H., Langstaff, I. 2007. Development of methodology to prioritise wildlife pathogens for surveillance. *Preventive Veterinary Medicine* 81: 194–210.
- Moutou, F. 1993. Les animaux sauvages sentinelles de la pollution. *Point vétérinaire* 24: 11–25.
- Moutou, F. 2004. Même en épidémiologie, un peu de zoologie ne peut pas faire de mal. *Épidémiologie et santé animale* 45: 121–123.
- OIE 2008. Code sanitaire pour les animaux terrestres. http://www.oie.int/fr/normes/mcode/fr_sommaire.htm.
- Pavie, T., Poletto, A.Y., Goater, E., Le Bouquin-Leneveu, S. 2007. La compartimentation en élevage de sélection avicole: une nouvelle approche pour la gestion des risques sanitaire dans le commerce international. In *Comptes-rendus des Septièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours, pp. 460–464.
- Reperant, L.A., Hegglin, D., Fischer, C., Kohler, L., Weber, J.M., Deplazes, P. 2007. Influence of urbanization on the epidemiology of intestinal helminths of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Geneva, Switzerland. *Parasitology research* 101: 605–611.
- Rossi, S., Hars, J., Louguet, Y., Masse-Provin, N., Pol, F., Le Potier, M.F. 2006. Gestion d'un réservoir sauvage: la peste porcine du sanglier (*Sus scrofa*). *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France* 159: 389–392.
- Schelling, E., Thuè, B., Griot, C., Audige, L. 1999. Epidemiological study of Newcastle disease in backyard poultry and wild bird populations in Switzerland. *Avian Pathology* 28: 263–272.
- Scott, A., Zepeda, C., Garber, L., Smith, J., Swayne, D., Rhorer, A., Kellar, J., Shimshony, A., Batho, H., Caporale, V. 2006. The concept of compartmentalisation. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 25: 873–879.
- Smith, C.R. 1994. Wild carnivores as plague indicators in California - a cooperative inter-agency disease surveillance program. In *Proceedings of the 16th vertebrate pests conferences*, University of Nebraska, Lincoln, pp. 192–199.
- Soulsbury, C.D., Iossa, G., Baker, P.J., Cole, N., Funk, S.M., Harris, S. 2007. The impact of sarcoptic mange *Sarcoptes scabiei* on the British fox (*Vulpes vulpes*) population. *Mammal Review* 37: 278–296.
- Taylor, L.H., Latham, S.M., Woolhouse, M.E.J. 2001. Risk factors for human disease emergence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences* 356: 983–989.
- Toma, B., Dufour, B., Sanaa, M., Bénet, J.J., Shaw, A., Moutou, F., Louza, A. 2001. *Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*. Association pour l'Étude de l'Épidémiologie des Maladies Animales Maisons-Alfort. 696 p.
- Vallat, B. 2008. Surveiller la faune sauvage pour mieux la protéger et pour nous prémunir des maladies qu'elle nous transmet. *Bulletin de l'OIE* 3: 1–3.
- Vourc'h, G., Bridges, V.E., Gibbens, J., De Groot, B.D., McIntyre, L., Poland, R., Barnouin, J. 2006. Detecting emerging diseases in farm animals through clinical observations. *Emerging Infectious Diseases* 12: 204–210.
- Wagner, M.M., Moore, A.W., Aryel, R.M. 2006. *Handbook of biosurveillance*. Elsevier Academic Press, Amsterdam. 605 p.
- Wallenstein, S. & Naus, J. 2004. Scan statistics for temporal surveillance for biologic terrorism. *Morbidity Mortality Weekly Report, CDC Surveillance Summaries* 53 (suppl): 74–78.
- Williams, E.S. 2001. Canine distemper. In *Infectious diseases of wild mammals* (Ed. Williams, E. S. & Barker, I. K.) pp. 50–63, Manson Publishing/The veterinary Press. Ames, Iowa.
- Wobeser, G.A. 2007. *Diseases in wild animals. Investigation and management*. Springer, Berlin, Heidelberg. 393p.