



Surveillance des maladies infectieuses émergentes : une perspective canadienne

David Roth^a

Sommaire

- Les méthodes de surveillance des zoonoses émergentes sont moins au point que celles des maladies traditionnelles clairement définies.
- Les zoonoses récemment observées au Canada incluent la grippe, le virus du Nil occidental (VNO), la maladie de Lyme (ML), le syndrome pulmonaire à hantavirus (SPH) et quelques zoonoses alimentaires, la grippe étant celle qui a le plus d'impact sur les populations humaines.
- La surveillance des zoonoses émergentes a pour fonction de détecter tant l'extension de l'aire de répartition et de la gamme d'hôtes et de vecteurs des pathogènes connus que l'émergence de nouveaux pathogènes dont on ne connaît pas forcément les agents étiologiques, les réservoirs et les vecteurs.
- La surveillance des zoonoses émergentes peut se faire par les méthodes suivantes :
 - surveillance syndromique ou système d'alerte rapide;
 - surveillance informatisée;
 - surveillance sentinelle;
 - surveillance en laboratoire.
- Une des difficultés, peut-être la plus importante, de la surveillance des zoonoses émergentes est l'absence de définition de cas précise ou d'agent étiologique connu dans la chasse aux maladies émergentes.

Public visé

La surveillance des zoonoses émergentes est intrinsèquement interdisciplinaire, en ce qu'elle nécessite une coopération entre santé publique, médecine clinique, médecine vétérinaire et écologie. Chacune de ces disciplines apporte une base de connaissances particulière et se concentre en général soit sur la santé animale, soit sur la santé humaine, mais rarement sur les deux. La présente analyse est destinée aux praticiens et décideurs de la santé publique, dont certains peuvent avoir l'impression de ne disposer que de connaissances limitées sur la surveillance des zoonoses, et elle s'en tient à un examen des zoonoses et de leur surveillance dans le contexte canadien.

^a School of Population and Public Health, Université de la Colombie-Britannique

Introduction

Zoonoses émergentes

Les zoonoses sont des maladies qui se transmettent des animaux à l'homme et réciproquement¹. Elles sont causées par divers agents biologiques (virus, bactéries, champignons, prions)². Les zoonoses émergentes sont les zoonoses nouvellement découvertes, celles dont l'incidence s'est accrue ou celles qui ont étendu leur aire géographique ou leur gamme d'hôtes ou de vecteurs³⁻⁵. Environ 60 % des maladies infectieuses humaines sont d'origine animale⁶, et 75 % des maladies infectieuses émergentes sont des zoonoses⁷. Les zoonoses se transmettent par contact direct avec des animaux, par inhalation de fines particules fécales ou de gouttelettes de liquide organique (sang, salive, urine), par morsure ou piqûre d'un arthropode vecteur ou par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés (fig. 1)². Les zoonoses peuvent être à l'origine de maladies graves chez les humains, et si bon nombre d'entre elles ne sont pas transmises de personne à personne, d'autres sont susceptibles de transmission épidémique au sein des populations humaines². Parmi les exemples de zoonoses émergentes, citons celles qui sont causées par le virus du Nil occidental (VNO), le virus de l'immunodéficience humaine (VIH), le virus d'Ebola et les hantavirus, ainsi que la grippe aviaire, le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) et la pandémie grippale de 2009^{8,9}.

Le rythme d'émergence des zoonoses s'est considérablement accéléré depuis les années 1940⁶. Cela s'explique probablement par une combinaison de facteurs tels que l'évolution démographique, les changements dans l'utilisation des sols, l'urbanisation, la multiplication des voyages internationaux, la transformation des pratiques agricoles et l'empiètement de l'homme sur l'habitat de la faune^{10,11}. Outre leurs effets sur la santé humaine, les zoonoses ont aussi des conséquences économiques. Ainsi, au Canada, les flambées d'encéphalopathie bovine spongiforme ont coûté 6,3 milliards de dollars¹², les zoonoses alimentaires coûtent chaque année jusqu'à 1,3 milliard de dollars¹³ et l'épidémie de grippe aviaire qui a frappé la Colombie-Britannique en 2004 s'est soldée par des pertes atteignant les 380 millions de dollars¹⁴.

Zoonoses émergentes ayant touché le Canada au cours des dernières années

Grippe pandémique H1N1 et grippe aviaire H5N1

La grippe a probablement touché plus d'êtres humains que n'importe quelle autre zoonose : à elle seule, la pandémie de grippe espagnole de 1918 a fait de 40 à 100 millions de morts dans le monde¹⁵. Le virus de la grippe proviendrait à l'origine d'oiseaux aquatiques et ses variantes seraient le résultat d'un réassortiment génétique entre souches aviaires et humaines survenant souvent chez le porc, qui est l'hôte idéal de cette recombinaison appelée « cassure antigénique »¹⁶. Au printemps 2009, un virus grippal a émergé au Mexique à partir d'une souche présente chez le porc et a touché les jeunes enfants dans une proportion plus grande que les adultes¹⁷. Comme beaucoup de souches grippales, celle-ci a évolué à partir de la recombinaison d'une souche H3N2 d'origine typiquement porcine et d'une souche eurasiennne de l'influenza aviaire H1N1¹⁸. Après une mutation lui conférant une capacité de transmission interhumaine efficace, et bien que son taux d'attaque (estimé à 27 %) ait été inférieur à celui des pandémies précédentes¹⁸, le virus H1N1 a causé une flambée de grippe qui aura entraîné le décès d'au moins 410 personnes au Canada jusqu'à fin 2009 et d'au moins 18 449 personnes dans le monde jusqu'en août 2010¹⁹. La pandémie de grippe H1N1

a donc fait moins de dégâts que prévu, mais une grippe aviaire particulièrement létale se manifeste de temps à autre depuis 2003 chez les populations humaines d'Asie du Sud-Est, de Chine, du Moyen-Orient, d'Europe de l'Est et de certaines parties d'Afrique²⁰, après avoir provoqué des flambées à Hong Kong (1997)²¹ et aux Pays-Bas (2003)²². Toutefois, après le franchissement de la barrière d'espèce, la transmission interhumaine de cette souche reste rare.

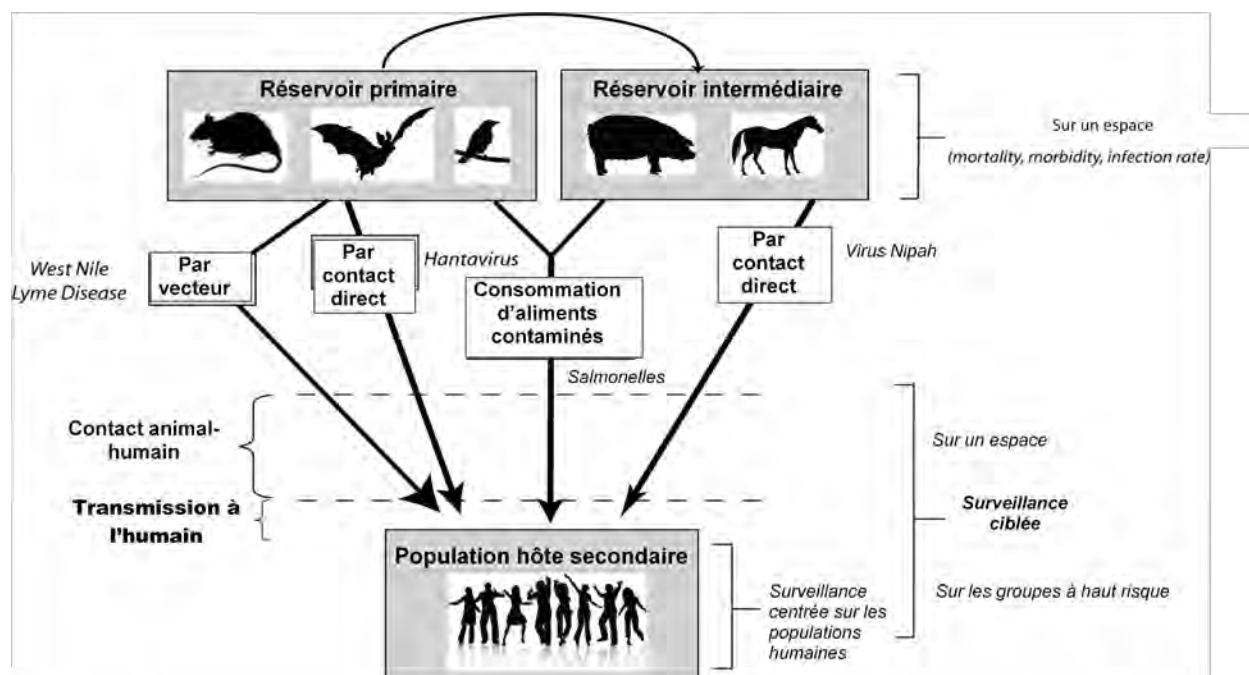


Figure 1 : Voies de transmission des zoonoses. Adapté d'après Childs et al. (2007)²³

Virus du Nil occidental

Pendant l'été 1999, la ville de New York a connu 59 cas déclarés de neuropathies graves, dont sept se sont avérés fatals. Cela a coïncidé avec la mort en série de corbeaux sauvages et d'oiseaux exotiques dans un jardin zoologique avoisinant, mais les services de santé publique n'ont pas tout de suite reconnu le lien étiologique entre ces deux phénomènes²⁴. On a ensuite déterminé que ces morts humaines et animales avaient été causées par le VNO²⁵⁻²⁷, un flavivirus transmis d'un réservoir aviaire à l'autre par des arthropodes vecteurs.

Le VNO est un micro-organisme peu spécialisé dont la présence a été détectée chez 59 espèces de moustiques et 248 espèces d'oiseaux rien qu'en Amérique du Nord^{28,29}. Il trouve un réservoir naturel chez les oiseaux, qui jouent vraisemblablement un rôle important dans sa dispersion^{30,31}, tout en présentant eux-mêmes une susceptibilité variable à l'infection : certains y succombent rapidement, alors que d'autres ne manifestent aucun symptôme³². Le VNO se transmet de l'oiseau à l'homme par la piqûre d'un moustique infecté. En Amérique du Nord, les principaux vecteurs sont les moustiques du genre *Culex*^{28,29}. Chez l'humain, la plupart des infections sont asymptomatiques; la fièvre du Nil occidental se manifeste chez environ 20 % des personnes touchées et moins de 1 % d'entre elles développent une maladie neurologique grave comme la méningite ou l'encéphalite^{27,33}. Depuis 1999, il y a eu plus de 30 000 cas confirmés d'infection par le VNO aux États-Unis³⁴ et plus de 4 500 au Canada³⁵; cependant, ces chiffres ne sont guère représentatifs des taux d'infection réels, car la plupart des personnes touchées surmontent l'infection sans présenter de symptômes ni consulter de

médecin. Depuis 2007, le VNO se manifeste très peu au Canada, avec à peine 54 cas humains signalés de 2008 à 2010³⁴.

Maladie de Lyme

La maladie de Lyme (ML) a été découverte en tant que syndrome particulier en 1976³⁶, suite à l'observation d'un nombre anormal de cas d'arthrite juvénile par des mères du village de Lyme (Connecticut). L'agent pathogène responsable, une bactérie spirochète nommée *Borrelia burgdorferi* (*B. burgdorferi*), a été identifié en 1981³⁶. *B. burgdorferi* se transmet entre rongeurs de différentes espèces, plus particulièrement la souris à pattes blanches et le tamia rayé, puis à l'homme par l'intermédiaire de tiques à corps dur aux stades larvaire et nymphal. En Amérique du Nord, les principaux vecteurs sont les espèces *Ixodes scapularis* (dans l'Est) et *I. pacificus* (dans l'Ouest)³⁷.

La maladie de Lyme est la plus courante des maladies véhiculées par les tiques aux États-Unis, avec plus de 20 000 cas humains déclarés par an³⁸. Elle entraîne des éruptions cutanées, des douleurs articulaires, de la fatigue et des troubles neurologiques potentiellement graves³⁷. Dans l'Est du Canada, l'incidence de la maladie de Lyme a généralement été inférieure à 15 cas par an jusqu'à récemment; cependant, elle est en augmentation et les modèles estimatifs prédisent que, dans la pire des éventualités, elle pourrait atteindre 8 000 cas par an dans le centre-sud et le sud-est du Canada d'ici 2050³⁹. Elle est moins élevée dans l'Ouest que dans l'Est du Canada³⁹, probablement à cause de différences dans les taux d'infection des vecteurs et des réservoirs^{40,41}. Aux États-Unis, on constate une différence similaire entre les États du nord-est (réservoir compétent, taux élevé d'infection des vecteurs) et ceux du sud (réservoir incompétent, faible taux d'infection)⁴².

Hantavirus

Le syndrome pulmonaire à hantavirus (SPH) a été découvert en Amérique du Nord en 1993, chez un groupe de patients appartenant aux Premières nations de la région des Four Corners (Arizona, Colorado, Nouveau-Mexique et Utah)⁴³. À l'issue de cette flambée, 59 patients avaient souffert de détresse respiratoire aiguë, de céphalées, de myalgies et d'hypotension hypovolémique; ces symptômes conduisent au décès dans 40 à 50 % des cas^{43,44}. L'analyse génétique a permis d'identifier une nouvelle souche d'hantavirus, baptisé par la suite « virus *Sin nombre* » (VSN)⁴⁵.

Le VSN est transporté par certaines espèces de muridés et se transmet à l'homme par inhalation de leurs excréments^{43,46,47}. Sur le continent nord-américain, le principal vecteur est la souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus*), un rongeur omniprésent au sud de la limite septentrionale des arbres. Au Canada, la majorité des cas sont associés à des activités agricoles ou domestiques dans un cadre rural⁴⁸, et l'infection résulte probablement de la présence de souris sylvestres à proximité immédiate des victimes.

Bien que le VSN soit peu répandu au Canada, il pose un problème de santé publique vu la gravité de l'affection. Il n'y a aucun traitement connu, mais le diagnostic précoce et une prise en charge immédiate des symptômes pulmonaires et hémodynamiques sont d'une importance capitale.⁴⁷ Les données sérologiques disponibles indiquent la présence de rongeurs porteurs du VSN dans toutes les provinces du Canada à l'exception de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse⁴⁸, mais la plupart des cas d'infection humaine ont été enregistrés au Manitoba, en Saskatchewan, en Alberta et en Colombie-Britannique⁴⁸, avec un seul cas au Québec⁴⁹. En 2010, il y a eu plus de 70 cas confirmés au Canada⁴⁹.

Zoonoses alimentaires

Les zoonoses peuvent aussi être propagées par l'eau et les aliments lorsqu'ils sont contaminés par des bactéries, protistes, parasites ou virus provenant des animaux. On estime à trente-cinq millions le nombre annuel de cas de gastro-entérite au Canada. Parmi les causes d'intoxication alimentaire les plus fréquentes, on compte de nombreux agents d'origine zoonotique⁵⁰⁻⁵² tels que campylobactéries, salmonelles, *Toxoplasma gondii* et *Escherichia coli* O157:H7, pour n'en nommer que quelques-uns⁵³. Par ailleurs, on découvre chaque année en moyenne deux nouveaux pathogènes alimentaires, et ils sont en majorité d'origine zoonotique⁵³. Bien que les voies de transmission des zoonoses alimentaires soient nombreuses et variées (beaucoup d'agents zoonotiques en empruntent plusieurs), elles sont souvent causées par une contamination fécale de l'eau ou des aliments (cryptosporidies, campylobactéries, leptospires, *Escherichia coli*, *Coxiella burnetii*)⁵⁴⁻⁵⁶. D'autres zoonoses se transmettent par le lait (brucellose, tuberculose, coxiellose)⁵⁶ ou sont provoquées par des parasites présents dans la viande crue (trichines) ou des bactéries présentes dans les œufs crus (salmonelles)⁵⁶.

Surveillance des zoonoses émergentes

Méthodes de surveillance des zoonoses émergentes

Les méthodes de surveillance traditionnelles visent à détecter des tendances à long terme dans l'évolution de maladies clairement définies⁵⁷. La surveillance des zoonoses émergentes vise quant à elle à détecter à la fois l'extension de l'aire géographique ou de la gamme d'hôtes ou de vecteurs des virus connus et l'émergence de nouveaux pathogènes dont on ne connaît pas forcément les agents étiologiques, les réservoirs ou les vecteurs. Il faut donc adopter des méthodes de surveillance novatrices en fonction des connaissances dont on dispose sur l'écologie de la maladie (voir la figure 2, adaptée d'après Buckeridge et al. [2006])⁵⁸.

La **surveillance syndromique** et les **systèmes d'alerte rapide** reposent sur la détection d'un groupe de symptômes plutôt que sur un diagnostic clinique ou de laboratoire^{59,60}. Ce type de surveillance utilise une définition très générale des cas qui est censée permettre une détection précoce des flambées⁶⁰. La surveillance syndromique comporte plusieurs avantages : à propos et exhaustivité des données, possibilité de s'assurer de l'absence effective de flambées dans une localité particulière en cas d'inquiétudes suscitées par la présence de flambées en d'autres lieux, et capacité à détecter les maladies émergentes, car elle se concentre sur les symptômes cliniques⁶⁰. En revanche, la sensibilité accrue offerte par une définition générale des cas se traduit par une faible spécificité et donc par un nombre élevé de faux positifs⁶⁰.

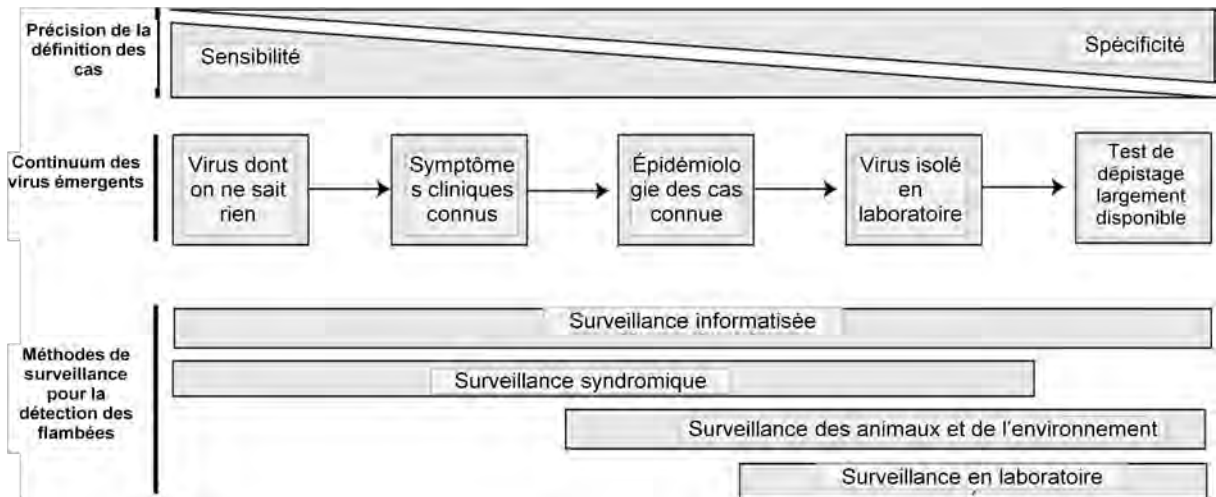


Figure 2 : Le continuum de la surveillance des maladies émergentes. Adaptée d'après Buckeridge et al. (2006)⁵⁸.

La **surveillance informatisée** est une méthode de surveillance passive qui vise à détecter les flambées en agrégeant des données recueillies par courriel et sur Internet. Le réseau ProMED et le Réseau mondial d'information en santé publique (RMISP) sont deux exemples de systèmes de surveillance informatisée^{58,61}. ProMED est un réseau international de notification des maladies infectieuses composé de plus de 45 000 membres situés dans 165 pays qui diffuse des informations provenant de différentes sources, telles que reportages de presse, rapports officiels, comptes rendus d'observateur local, etc.^{58,62}. Le RMISP est quant à lui un système de veille automatisé qui scrute le Web à la recherche de mots clés associés aux maladies émergentes⁶¹. Son principal avantage est la rapidité que lui confère son indépendance de toute bureaucratie gouvernementale et de toute autorité territoriale⁶¹. Ces systèmes souffrent tous deux de leur définition générale des cas et des nombreux faux positifs que cela entraîne⁵⁸; toutefois, 65 % des 578 flambées enregistrées par l'OMS de juillet 1998 à août 2001 ont d'abord été repérées par des sources non officielles, et signalées par le RMISP dans 56 % des cas (à noter toutefois qu'il ne s'agissait pas toujours de maladies **émergentes**)⁶³. Parmi les autres exemples récents de systèmes de surveillance informatisée, on compte HealthMap, qui recueille les données de 20 000 sources et les actualise toutes les heures de manière à intégrer, filtrer et présenter des informations sur les maladies infectieuses émergentes^{64,65}, et EpiSPIDER, qui met en œuvre des moyens conventionnels de mise en forme des données pour faciliter leur utilisation par d'autres logiciels et services et qui offre une représentation visuelle des données diffusées sur ProMED⁶⁶.

La **surveillance sentinelle** consiste à concentrer les ressources sur des échantillons (sites ou groupes) représentatifs d'une population plus importante afin de réduire les coûts⁶⁷. Ainsi, on utilise des troupeaux sentinelles pour surveiller les maladies des bovins et des porcs⁶⁸ et des populations de poulets sentinelles pour surveiller le risque longitudinal d'infection des humains par le VNO⁶⁹. La surveillance sentinelle convient le mieux dans les situations où il n'est pas nécessaire d'obtenir un décompte précis des cas ou lorsqu'un seul cas ne justifierait pas une intervention⁶⁷. Cette méthode de surveillance est particulièrement efficace quand elle est utilisée conjointement avec une méthode de **surveillance ciblée** ou **fondée sur les risques** qui augmente au maximum les chances de détecter les zoonoses lorsque les ressources sont limitées⁷⁰. Les zoonoses émergent normalement

là où animaux et humains se côtoient ou dans les régions présentant de grandes populations de réservoirs ou de vecteurs (par exemple dans les exploitations agricoles)¹¹. Concentrer la surveillance sur ces zones particulières peut améliorer le potentiel de détection. On pourrait par exemple centrer la surveillance sur les personnes immunodéprimées qui ont des animaux de compagnie⁷¹, ou encore sur les ouvriers agricoles, les éleveurs de volailles, les gardiens de zoo ou les employés d'abattoir². De même, on pourrait poser des pièges destinés aux vecteurs du VNO dans les régions où ils abondent de façon à détecter plus facilement les arbovirus en circulation⁷². Les modèles prédictifs destinés à cerner les zones présentant un risque élevé d'émergence de zoonoses permettent de cibler encore mieux les moyens de surveillance nationaux et internationaux⁶.

La surveillance des zoonoses dans les populations animales peut servir à les détecter avant la contamination des populations humaines de manière à réduire leur incidence au minimum. Ces approches peuvent être coûteuses, car les réservoirs infectés peuvent être asymptomatiques et cela oblige à effectuer des tests de dépistage sur des animaux apparemment sains²³. Toutefois, les efforts de modélisation indiquent que les approches de ce type peuvent s'avérer rentables, malgré les coûts initiaux. Dans certains cas, la **surveillance de la mortalité animale** peut servir de système d'alerte précoce pour l'émergence des zoonoses. La surveillance de la mortalité des oiseaux a joué un rôle initial important dans celle du VNO⁷³; de même, la mort en série de chiens de prairie peut signaler une flambée de peste⁷⁴.

Les **réseaux de laboratoires**, qui utilisent des définitions de cas et procédures de dépistage normalisées, sont de puissants moyens de surveillance des zoonoses⁷⁵, surtout lorsque l'agent étiologique est connu et que les méthodes de diagnostic sont bien établies. Cependant, il est rare que les définitions de cas soient normalisées, ce qui réduit l'efficacité de la surveillance des zoonoses émergentes. Même ainsi, les méthodes de laboratoire permettent encore d'éliminer les causes potentielles d'une maladie clinique dès le premier stade de l'enquête épidémiologie. Les principaux laboratoires intervenant dans la surveillance des zoonoses en Amérique du Nord sont notamment : pour les États-Unis, le National Animal Health Laboratory Network (NAHLN), le Laboratory Response Network (LRN) et le Food Emergency Response Network (FERN); et pour le Canada, le Réseau canadien de surveillance zoosanitaire (RCSZ), le Centre canadien coopératif de la santé de la faune (CCCSF), le Réseau des laboratoires de santé publique du Canada, C-EnterNet et le Programme national de surveillance des maladies entériques (PNSME).

Difficultés de la surveillance des zoonoses émergentes

- **Collaboration intersectorielle requise pour faire face à la transmission inter-espèces.** Les zoonoses se transmettent entre espèces : les animaux sauvages⁷⁶, de compagnie^{77,78} et d'élevage⁷⁹ peuvent tous servir de réservoirs d'infection. La surveillance des zoonoses émergentes requiert donc une collaboration entre professionnels de la santé animale et de la santé humaine, notamment dans les secteurs de l'agriculture, de la médecine vétérinaire et de la santé publique.
- **Absence de réglementation sur le partage des données.** Les procédures de déclaration et de notification des maladies sont en général bien distinctes selon qu'il s'agit d'humains ou d'animaux⁶², et l'efficacité de la surveillance des zoonoses est souvent limitée par l'absence de réglementation officielle régissant le partage des données entre les différents

secteurs^{23,80}. Selon une étude réalisée en 2006, seuls huit des 43 États américains examinés obligeaient les vétérinaires à avertir les organismes de santé publique en cas de zoonose à déclaration obligatoire, et dans deux de ces États la seule zoonose à déclaration obligatoire était la rage⁷¹.

- **Sous-déclaration des flambées de zoonoses.** De nombreux organismes publics interdisent de communiquer des informations sur les flambées non confirmées, ce qui restreint l'efficacité des systèmes d'alerte précoce⁸¹. De plus, il n'existe aucune mesure d'ordre économique visant à inciter les laboratoires ou élevages privés à partager leurs propres données de surveillance avec les organismes de santé publique⁸². En fait, les facteurs économiques tendent plutôt à dissuader certains éleveurs et certains pays de déclarer les flambées de zoonoses qui pourraient avoir un impact sur l'agriculture ou le tourisme⁸³.
- **Accent sur les animaux plutôt que sur l'homme.** La surveillance des maladies animales se concentre habituellement sur les animaux d'élevage et, dans une moindre mesure, sur la faune sauvage, pour repérer l'infection chez les réservoirs avant qu'elle n'ait franchi la barrière d'espèce; elle pourrait permettre de prendre des mesures de prévention rentables réduisant efficacement l'incidence des maladies humaines⁸⁴. Pourtant, la détection précoce et la prévention des maladies animales ne relèvent pas habituellement de la médecine humaine, si bien que les systèmes de surveillance des zoonoses émergentes se concentrent souvent sur les maladies humaines, qui deviennent alors des indicateurs de flambées zoonotiques⁸⁰.
- **Compréhension limitée de la maladie au moment de son émergence et manque de définition des cas.** La plus grande difficulté de la surveillance des zoonoses émergentes pourrait bien être l'absence de définition de cas précise ou d'agent étiologique connu dans la chasse aux nouvelles maladies. Cette incertitude oblige la surveillance des zoonoses émergentes à se reposer sur des symptômes épidémiologiques ou cliniques plutôt que sur l'identification du pathogène en laboratoire, ce qui risque de poser problème, puisque les signes et symptômes des zoonoses émergentes sont souvent non spécifiques et peuvent varier en fonction des souches virales et des caractéristiques génétiques de l'hôte⁵⁸.

Études de cas : la surveillance des zoonoses émergentes au Canada

Les paragraphes qui suivent donnent un aperçu des systèmes de surveillance des zoonoses émergentes au niveau national et provincial. Les activités de surveillance et les listes de maladies à déclaration obligatoire variant d'une province à l'autre, les études de cas présentées ici visent à illustrer les différentes méthodes plutôt qu'à rendre compte de l'intégralité des mesures de surveillance des zoonoses émergentes d'une province particulière.

Surveillance nationale

La surveillance de la santé publique et la lutte contre les flambées relèvent des autorités provinciales, et de nombreuses zoonoses sont endémiques à certaines régions du pays seulement. Par

conséquent, la surveillance des zoonoses émergentes au Canada a surtout une portée provinciale, chacune des provinces exécutant des activités de surveillance qui lui sont propres. Toutefois, les organismes fédéraux jouent quand même un rôle dans la déclaration et la détection des zoonoses au Canada.

L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) est le principal organisme fédéral responsable de la santé animale. Certaines zoonoses « à déclaration obligatoire », parce qu'elles peuvent avoir un impact sur la santé humaine ou animale, doivent être déclarées immédiatement à un vétérinaire de district de l'ACIA pour qu'on puisse prendre des mesures de lutte contre la maladie⁸⁵. Les autres zoonoses peuvent être des « maladies à notification immédiate », qui sont pour la plupart des maladies exotiques que les laboratoires sont tenus de signaler à l'ACIA, ou des « maladies à notification annuelle », qui n'entrent pas dans les deux catégories précédentes, mais pour lesquelles le Canada doit présenter un rapport annuel à l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE); les listes complètes de ces maladies figurent sur le site Web de l'ACIA⁸⁵. L'ACIA assure également la direction du RCSZ, un réseau de laboratoires de diagnostic des maladies animales qui regroupe les données de surveillance obtenues auprès de nombreuses sources pour améliorer la capacité du Canada à faire face aux zoonoses⁸⁶. Toutefois, ce réseau ne se concentre sur les zoonoses que pour ce qui concerne la sécurité sanitaire des aliments d'origine animale et de la production animale⁸⁷.

Le Centre canadien coopératif de la santé de la faune (CCCSF) est un organisme englobant toutes les facultés de médecine vétérinaire du Canada⁸⁸ et regroupant dans une banque de données nationale toutes les données sur la faune sauvage recueillies ou produites par lui-même et par d'autres organismes. Il est également intervenu dans la surveillance active de zoonoses telles que la fièvre du Nil occidental, la grippe aviaire et la maladie débilante chronique⁸⁸. Enfin, l'Agence de santé publique du Canada (ASPC), de concert avec le Laboratoire national de microbiologie (situé à Winnipeg), recueille certaines données sur les zoonoses, tout en répertoriant les données communiquées par les différentes provinces. L'ASPC assure notamment la direction du Programme national de surveillance des maladies entériques (PNSME), qui quantifie l'incidence des intoxications alimentaires, y compris celles d'origine zoonotique.

Alberta

L'Alberta Veterinary Surveillance Network (AVSN) est un système de surveillance des zoonoses émergentes intégré au sein d'un programme de surveillance de la volaille et du bétail bien développé. Cet organisme, qui relève de la Food Safety and Animal Health Division, surveille en continu la sécurité sanitaire des élevages bovins et avicoles et des aliments connexes afin de détecter précocement les événements précurseurs d'une flambée épidémique et de permettre ainsi une intervention rapide et efficace^{89,90}. L'AVSN se compose d'un système de surveillance des cabinets vétérinaires (système VPS, pour Veterinary Practice Surveillance), d'un programme de consultation sur les pathologies du bétail (LPCP, pour Livestock Pathology Consultation Program) et d'un réseau d'enquête sur les maladies du bétail (LDIN, pour Livestock Disease Investigation Network)⁹⁰.

Le système VPS héberge une plateforme de déclaration en ligne des maladies du bétail, tandis que le LPCP se compose d'une équipe de pathologistes vétérinaires qui enquêtent sur les problèmes de santé animale. Le LDIN est un groupement d'épidémiologistes et vétérinaires spécialisés qui sont chargés d'enquêter sur les flambées de maladies dans les élevages⁹⁰. L'AVSN assure la surveillance

syndromique de tous les élevages de bovins de la province; les données qu'il recueille et analyse sont ensuite communiquées aux vétérinaires participants. Ce système intègre surveillance en laboratoire et surveillance syndromique pour détecter les augmentations d'incidence pouvant signaler une flambée. Lorsqu'il détecte des cas de mortalité anormale causée par des maladies d'étiologie inconnue, il mène une enquête épidémiologique comprenant un examen pathologique visant à établir un diagnostic ainsi qu'une analyse d'identification du pathogène au Laboratoire national de microbiologie de Winnipeg (Manitoba). Les données fournies par les vétérinaires participants sont transmises par Internet vers une banque de données permettant aux différents participants de générer et consulter rapidement les comptes rendus. Le système exécute également une analyse automatique des données et envoie automatiquement des alertes en cas d'événements suspects. Les maladies figurant dans la liste fédérale des zoonoses à déclaration obligatoire sont signalées à l'ACIA lorsqu'elles sont détectées⁹⁰.

Québec

Pour faciliter la surveillance des maladies animales, la Direction de la santé animale et de l'inspection des viandes (DSAIV) du Québec a mis en place le **Réseau d'Alerte et d'Information ZOosanitaire (RAIZO)**⁹¹. Ce réseau regroupe des vétérinaires régionaux, des réseaux de sentinelles, des services de surveillance des zoonoses et un réseau de laboratoires. Il est chargé de surveiller en continu la santé des populations de bétail du Québec. Le réseau de surveillance sentinelle se compose de vétérinaires, spécialistes et pathologistes à l'emploi du gouvernement qui communiquent par téléconférences périodiques afin de détecter les augmentations d'incidence ou de gravité des maladies chez les poulets, porcs, chevaux, bovins, ovins, abeilles et poissons d'élevage, ainsi que chez les animaux sauvages⁹¹. Chaque groupe régional est représenté par un seul vétérinaire, qui est chargé de mener l'enquête épidémiologique et de prélever des échantillons biologiques dans les cas de zoonose potentielle⁹². Les données sur les zoonoses potentielles recueillies lors de ces enquêtes sont partagées conformément à une entente passée entre les autorités de santé publique et les organismes de santé animale⁹². Le réseau comprend trois laboratoires : le Laboratoire d'épidémiosurveillance animale du Québec (LEAQ), le Laboratoire d'expertise en pathologie animale (LEPAQ) et le Centre régional en pathologie animale (CRP)⁹³. Les données sont traitées par le système informatique SILAB, qui centralise toutes les données des laboratoires et abattoirs de la province. Les programmes de surveillance se concentrent en particulier sur la grippe aviaire, les salmonelles chez le porc, *Salmonella enteritidis* chez la poule, la rage chez le raton laveur et la mouffette, ainsi que la surveillance passive de la résistance aux antibiotiques⁹¹.

Colombie-Britannique

Le Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique (British Columbia Centre for Disease Control, ou BCCDC) est chargé du suivi des cas potentiels de zoonose : il repère les groupes de symptômes inhabituels chez l'homme et retrace l'historique des déplacements des victimes et de leurs contacts avec des animaux⁹⁴. Cette méthode de surveillance passive peut servir au repérage efficace des nouvelles maladies, comme l'a démontré la détection d'une flambée d'infection par la levure *Cryptococcus gattii* en Colombie-Britannique en 1999⁹⁵. À l'heure actuelle, la surveillance ne fait pas partie de la mission des autorités de santé animale de la province, si bien que les mesures de surveillance sont prises soit à la demande du gouvernement fédéral, soit dans le cadre de collaborations avec le secteur privé⁹⁶. Le centre de santé animale (Animal Health Centre, ou AHC) du ministère de l'Agriculture de la Colombie-Britannique fait office de laboratoire provincial de diagnostic vétérinaire et collabore avec le secteur de l'agriculture, le CCCSF, les zoos et les aquariums pour

diagnostiquer les maladies à partir d'échantillons ou de cadavres d'animaux⁹⁴. La surveillance de la faune sauvage en Colombie-Britannique s'effectue sous l'égide du ministère de l'Environnement, de concert avec le CCCSF et le Centre for Coastal Health, avec les priorités suivantes : suivi des tendances dans la santé des animaux sauvages; problèmes émergents, tels que la maladie débilitante chronique; grippe aviaire; tuberculose bovine; maladies endémiques chez les espèces prioritaires; et maladies transmissibles entre animaux sauvages et domestiques⁹⁷.

Les gripes H5 et H7 sont actuellement les seules maladies animales à déclarer obligatoirement aux autorités de santé publique, et il a été souligné que la communication entre professionnels de la santé humaine et de la santé animale était un point faible à renforcer dans la surveillance provinciale des zoonoses émergentes. On est en train de rendre obligatoire la déclaration de 14 autres maladies animales, dont le VNO⁹⁸. Le comité consultatif sur les zoonoses de la Colombie-Britannique, formé de représentants des ministères provinciaux de l'Agriculture et de l'Environnement, du BCCDC et de l'ACIA, se réunit tous les trois mois pour faciliter la prévention des zoonoses. De même, des réunions annuelles sur les zoonoses sont organisées pour renforcer les canaux de communication entre santé publique, santé animale, chercheurs, fonctionnaires et étudiants. Enfin, la Colombie-Britannique s'est récemment dotée d'un système intégré de surveillance des salmonelles englobant la santé animale, la sécurité sanitaire des aliments et la santé humaine⁹⁹, qui peut constituer un point de départ idéal pour les futures initiatives de surveillance intégrée des zoonoses émergentes.

Lacunes actuelles dans la surveillance des zoonoses émergentes au Canada

- **Obligation légale d'assurer la surveillance de la santé animale⁸⁰.** Le manque de surveillance de la santé animale, en particulier en dehors du milieu agricole, réduit l'efficacité de la surveillance des zoonoses et de la lutte contre celles-ci. Pour vraiment prévenir les maladies, la santé publique doit se concentrer davantage sur la détection des zoonoses émergentes avant le franchissement de la barrière d'espèce.
- **Obligation légale de conclure une entente de partage des données entre autorités de santé animale et de santé humaine.** Les ententes juridiquement contraignantes de partage des données, similaires à celles qui existent au Québec⁹³, devraient devenir pratique courante.
- **Financement adéquat.** Il est plus facile d'obtenir un financement pour des interventions d'urgence coûteuses que pour la surveillance préventive⁶². Les gouvernements et les organismes de financement doivent reconnaître qu'il y a des économies à réaliser en prenant des mesures de surveillance et de prévention précoce des zoonoses¹⁰⁰. Il faut également admettre qu'il peut s'avérer nécessaire de prendre des mesures de partage des coûts pour accéder aux données de surveillance de la santé animale recueillies par les laboratoires privés.
- **Normalisation des méthodes et des critères d'évaluation.** L'absence de normalisation des méthodes de surveillance des zoonoses émergentes découle en partie de

l'absence d'évaluation des systèmes existants. Il est nécessaire de procéder à une évaluation critique des méthodes actuelles pour améliorer les efforts de surveillance futurs⁸⁰.

Conclusion

Il est difficile de surveiller les zoonoses émergentes avec les moyens limités dont dispose la santé publique⁸³. Le groupe de travail *Sustaining Global Surveillance and Response to Emerging Zoonotic Diseases* (Maintien de la surveillance et de la lutte contre les zoonoses émergentes à l'échelle mondiale) n'a réussi à trouver « (dans le monde) aucun exemple de système de surveillance des zoonoses intégrant santé humaine et santé animale et fonctionnant bien⁶² ». De plus, 30 % seulement des systèmes de surveillance des zoonoses émergentes évalués par des pairs se concentrent effectivement sur les pathogènes inconnus⁸⁰.

Des améliorations s'imposent pour résoudre les problèmes de la surveillance des zoonoses émergentes au Canada indiqués plus haut. Cependant, il y a peu de chances que les changements nécessaires soient apportés rapidement, et à l'heure actuelle, la détection des zoonoses émergentes est souvent l'œuvre d'un clinicien ou d'un expert en santé animale habile qui, remarquant une grappe anormale de cas de maladie, consulte ses homologues en santé animale ou humaine. En conséquence, l'efficacité de la surveillance des zoonoses émergentes dépend de la solidité des relations entre les professionnels de la santé publique, de la médecine clinique, de la médecine vétérinaire et de l'agriculture. En Colombie-Britannique, la surveillance des zoonoses émergentes pourrait être améliorée par la mise en œuvre obligatoire d'un système de partage des données entre les autorités de santé humaine et animale, comme celui qui existe au Québec. En outre, la surveillance permanente des animaux d'élevage et de certaines espèces d'animaux sauvages (notamment celles qui sont des vecteurs ou réservoirs connus de plusieurs agents pathogènes) peut servir de système d'alerte précoce en cas d'émergence d'une nouvelle zoonose ou d'extension de l'aire géographique ou de la gamme de vecteurs ou d'hôtes d'un pathogène connu. Cependant, de tels systèmes nécessiteront un financement stable.

Malgré les difficultés, on peut s'attendre à des améliorations dans la surveillance des zoonoses émergentes grâce à l'essor de doctrines appelant à l'amélioration de la communication interdisciplinaire (*One Health*¹⁰¹, *One Medicine*¹⁰², *Conservation Medicine*¹⁰³ et *EcoHealth*¹⁰⁴). Enfin, il faut aussi reconnaître que la qualité des infrastructures de santé publique et animale existantes détermine le potentiel de détection rapide, de suivi des cas, de lutte et de surveillance future qui réduira au minimum l'impact des zoonoses émergentes. Un financement ininterrompu des systèmes de santé publique et animale, complété par une définition claire de la surveillance des maladies infectieuses à déclaration obligatoires, garantira l'existence des infrastructures nécessaires à la surveillance des zoonoses émergentes dans le futur.

Remerciements

David Roth tient à remercier le programme Bridge de l'Université de la Colombie-Britannique et les Instituts de recherche en santé du Canada pour leur soutien.

References

1. World Health Organization. Zoonoses and veterinary public health (VPH). Geneva, Switzerland: WHO; 2011. Disponible à : <http://www.who.int/zoonoses/en/>.
2. Leslie MJ, McQuiston JH. Infectious disease surveillance. Malden, MA: Blackwell Publishing Ltd; 2007.
3. Lederberg J, Shope RE, Oaks SC. Emerging infections: microbial threats to health in the United States. Washington, DC: National Academies Press; 1992. Disponible à : http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=2008.
4. Smolinski MS, Hamburg MA, Lederberg J. Microbial threats to health: emergence, detection, and response. Washington, DC: National Academies Press; 2003.
5. Cavaljuga S, Seric-Haracic S, Vasilj, Scharninghausen J, Faulde M, Fejzic N. Development of communicable diseases surveillance infrastructure for zoonoses in Bosnia and Herzegovina - a common approach? HealthMed. 2009;3(2):183-9.
6. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, et al. Global trends in emerging infectious diseases. Nature. 2008;451(7181):990-3.
7. Taylor LH, Latham SM, Woolhouse MEJ. Risk factors for human disease emergence. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2001 Jul;356(1411):983-9.
8. Merianos A. Surveillance and response to disease emergence. Curr Top Microbiol Immunol. 2007;315:477-509.
9. Metzgar D, Baynes D, Myers CA, Kammerer P, Unabia M, Faix DJ, et al. Initial identification and characterization of an emerging zoonotic influenza virus prior to pandemic spread. J Clin Microbiol. 2010 Nov;48(11):4228-34.
10. McMichael AJ. Environmental and social influences on emerging infectious diseases: past, present and future. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2004 Jul;359(1447):1049-58.
11. Morse S. Factors and determinants of disease emergence. Rev Sci Tech. 2004 Aug;23(2):443-51.
12. Mitura V, Di Piéto L. Canada's beef cattle sector and the impact of BSE on farm family income. Ottawa, ON: Statistics Canada; 2004. Disponible à : <http://www.statcan.gc.ca/pub/21-601-m/21-601-m2004069-eng.pdf>.
13. Stephen C, Artsob H, Bowie WR, Drebot M, Fraser E, Leighton T, et al. Perspectives on emerging zoonotic disease research and capacity building in Canada. Can J Infect Dis Med Microbiol. 2004 Nov-Dec;15(6):339-44.
14. Boves VA. After the outbreak: How the British Columbia commercial poultry industry recovered after H7N3 HPAI. Avian Dis. 2007 Mar;51(1 Suppl):313-6.
15. Johnson NP, Mueller J. Updating the accounts: global mortality of the 1918-1920 "Spanish" influenza pandemic. Bull Hist Med. 2002;76(1):105-15.
16. Ma W, Lager KM, Vincent AL, Janke BH, Gramer MR, Richt JA. The role of swine in the generation of novel influenza viruses. Zoonoses Public Hlth. 2009 Aug;56(6-7):326-37.
17. Fraser C, Donnelly CA, Cauchemez S, Hanage WP, Van Kerkhove MD, Hollingsworth TD, et al. Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1): Early findings. Science. 2009;324(5934):1557-61.
18. Girard MP, Tam JS, Assossou OM, Kieny MP. The 2009 A (H1N1) influenza virus pandemic: A review. Vaccine. 2010;28(31):4895-902.
19. Public Health Agency of Canada. An international outbreak of human salmonellosis associated with animal-derived pet treats--Canada and Washington state, 2005. Can Commun Dis Rep. 2006;32(13):150-5.
20. World Health Organization. Global Alert and Response (GAR): Situation updates - Avian influenza. Geneva, Switzerland: WHO; 2011. Disponible à : http://www.who.int/influenza/human_animal_interface/avian_influenza/archive/en/index.html.
21. Chan PKS. Outbreak of avian influenza A (H5N1) virus infection in Hong Kong in 1997. Clin Infect Dis. 2002 May;34(Suppl 2):S58-S64.

22. Koopmans M, Wilbrink B, Conyn M, Natrop G, van der Nat H, Vennema H, et al. Transmission of H7N7 avian influenza A virus to human beings during a large outbreak in commercial poultry farms in the Netherlands. *Lancet*. 2004;363(9409):587-593.
23. Childs JE. Pre-spillover prevention of emerging zoonotic diseases: What are the targets and what are the tools? *Curr Top Microbiol Immunol*. 2007;315:389-443.
24. Centers for Disease Control and Prevention. Update: West Nile-like viral encephalitis --New York, 1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 1999;48(39):890-2.
25. Hayes CG. West Nile virus: Uganda, 1937, to New York City, 1999. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;951:25-37.
26. Komar N, Langevin S, Hinten S, Nemeth NM, Edwards E, Hettler D, et al. Experimental infection of North American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. *Emerg Infect Dis*. 2003;9(3):311-22.
27. Mostashari F, Bunning ML, Kitsutani PT, Singer DA, Nash D, Cooper MJ, et al. Epidemic West Nile encephalitis, New York, 1999: results of a household-based seroepidemiological survey. *Lancet*. 2001;358(9278):261-4.
28. Hayes EB, Komar N, Nasci RS, Montgomery SP, O'Leary DR, Campbell GL. Epidemiology and transmission dynamics of West Nile virus disease. *Emerg Infect Dis*. 2005;11(8):1167-73.
29. Kramer LD, Styer LM, Ebel GD. A global perspective on the epidemiology of West Nile virus. *Annu Rev Entomol*. 2007;53:61-81.
30. Rappole JH, Derrickson SR, Hubálek Z. Migratory birds and spread of West Nile virus in the Western Hemisphere. *Emerg Infect Dis*. 2000 Jul-Aug;6(4):319-28.
31. Owen J, Moore F, Panella N, Edwards E, Bru R, Hughes M, et al. Migrating birds as dispersal vehicles for West Nile virus. *Ecohealth*. 2006;3(2):79-85.
32. Wheeler SS, Barker CM, Fang Y, Armijos MV, Carroll BD, Husted S, et al. Differential impact of West Nile virus on California birds. *Condor*. 2009;111(1):1-20.
33. Hayes EB, Gubler DJ. West Nile virus: Epidemiology and clinical features of an emerging epidemic in the United States. *Annu Rev Med*. 2006;57:181-94.
34. Centers for Disease Control and Prevention. West Nile virus - West Nile virus data and maps. Atlanta, GA: CDC; 2010. Disponible à : <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/>.
35. Public Health Agency of Canada. West Nile virus monitor. Ottawa, ON: Health Canada; 2010. Disponible à : <http://www.phac-aspc.gc.ca/wnv-vwn/index-eng.php>.
36. Steere AC, Coburn J, Glickstein L. The emergence of Lyme disease. *J Clin Invest*. 2004 Apr;113(8):1093-101.
37. Steere AC. Lyme disease. *N Engl J Med*. 2001;345(2):115-25.
38. Bratton RL, Whiteside JW, Hovan MJ, Engle RL, Edwards FD. Diagnosis and treatment of Lyme disease. *Mayo Clin Proc*. 2008 May;83(5):566-71.
39. Ogden NH, Lindsay LR, Morshed M, Sockett PN, Artsob H. The rising challenge of Lyme borreliosis in Canada. *Can Commun Dis Rep*. 2008 Jan;34(1):1-19.
40. Brown RN, Lane RS. Lyme disease in California: A novel enzootic transmission cycle of *Borrelia burgdorferi*. *Science*. 1992;256(5062):1439-42.
41. Lane RS, Quistad GB. Borreliacidal factor in the blood of the western fence lizard (*Sceloporus occidentalis*). *J Parasitol*. 1998 Feb;84(1):29-34.
42. Barbour AG, Fish D. The biological and social phenomenon of Lyme disease. *Science*. 1993 Jun;260(5114):1610-6.
43. Kruger DH, Ulrich R, Lundkvist AA. Hantavirus infections and their prevention. *Microbes Infect*. 2001 Nov;3(13):1129-44.
44. Hjelle B, Glass GE. Outbreak of hantavirus infection in the Four Corners region of the United States in the wake of the 1997-1998 El Niño-southern oscillation. *J Infect Dis*. 2000 May;181(5):1569-73.
45. Nichol ST, Spiropoulou CF, Morzunov S, Rollin PE, Ksiazek TG, Feldmann H, et al. Genetic identification of a hantavirus associated with an outbreak of acute respiratory illness. *Science*. 1993 Nov;262(5135):914-7.
46. Muranyi W, Bahr U, Zeier M, van der Woude FJ. Hantavirus infection. *J Am Soc Nephrol*. 2005;16(12):3669-79.
47. Weir E. Hantavirus: 'tis the season. *Can Med Assoc J*. 2005 Jul;173(2):147.

48. Drebot MA, Artsob H, Werker D. Hantavirus pulmonary syndrome in Canada, 1989-1999. *Can Commun Dis Rep.* 2000 Apr;26(8):65-9.
49. Public Health Agency of Canada. It's your health: Hantavirus. Ottawa, ON: Health Canada; 2009. Disponible à : <http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/diseases-maladies/hantavirus-eng.php>.
50. Thomas MK, Majowicz SE, Pollari F, Sockett PN. Burden of acute gastrointestinal illness in Canada, 1999-2007: Interim summary of NSAGI activities. *Can Commun Dis Rep.* 2008 May;34(5):8-15.
51. Fisman DN, Laupland K. Guess who's coming to dinner? Emerging foodborne zoonoses. *Can J Infect Dis Med Microbiol.* 2011;21(1):8-10.
52. Busani L, Scavia G, Luzzi I, Caprioli A. Laboratory surveillance for prevention and control of foodborne zoonoses. *Ann Ist Super Sanita.* 2006;42(4):401-4.
53. Tauxe RV. Emerging foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol.* 2002 Sep;78(1-2):31-41.
54. Shakespeare M, Kayne SB, Jepson MH. Food borne zoonoses. *Veterinary Pharmacy.* New York, NY: Pharmaceutical Press; 2004.
55. Caprioli A, Morabito S, Brugère H, Oswald E. Enterohaemorrhagic Escherichia coli: Emerging issues on virulence and modes of transmission. *Vet Res.* 2005;36(3):289-311.
56. Shakespeare M. Zoonoses. New York, NY: Pharmaceutical Press; 2002.
57. Green MS, Kaufman Z. Surveillance for early detection and monitoring of infectious disease outbreaks associated with bioterrorism. *Isr Med Assoc J.* 2002 Jul;4(7):503-6.
58. Buckeridge D, Cadieux G. Surveillance for newly emerging viruses. *Persp Med Virol.* 2006;16:325-43.
59. Yan P, Zeng D, Chen H. A review of public health syndromic surveillance systems. *Intelligence Security Inform.* 2006;3975:249-60.
60. Hope K, Durrheim DN, d'Espaignet ET, Dalton C. Syndromic surveillance: Is it a useful tool for local outbreak detection? *J Epidemiol Community Health.* 2006 May;60(5):374-5.
61. Mykhalovskiy E, Weir L. The Global Public Health Intelligence Network and early warning outbreak detection: a Canadian contribution to global public health. *Can J Public Health.* 2006 Jan-Feb;97(1):42-4.
62. Keusch GT, Pappaioanou M, Gonzalez MC, Scott KA, Tsai P. Sustaining global surveillance and response to emerging zoonotic diseases. Washington, DC: National Academies Press; 2009.
63. Heymann DL, Rodier GR, others. Hot spots in a wired world: WHO surveillance of emerging and re-emerging infectious diseases. *Lancet Infect Dis.* 2001 Dec;1(5):345-53.
64. Freifeld CC, Mandl KD, Reis BY, Brownstein JS. HealthMap: global infectious disease monitoring through automated classification and visualization of Internet media reports. *J Am Med Inform Assoc.* 2008;15(2):150-7.
65. Banaszek A. Tracking infectious diseases in cyberspace. *Can Med Assoc J.* 2011:Can Med Assoc--109.
66. Keller M, Blench M, Tolentino H, Freifeld CC, Mandl KD, Mawudeku A, et al. Use of unstructured event-based reports for global infectious disease surveillance. *Emerg Infect Dis.* 2009 May;15(5).
67. Teutsch SM, Churchill RE. Principles and practice of public health surveillance. New York, NY: Oxford University Press; 2000.
68. Raclou V, Griot C, Stark KDC. Sentinel surveillance systems with special focus on vector-borne diseases. *Anim Health Res Rev.* 2006 Jun-Dec;7(1-2):71-9.
69. Kwan JL, Kluh S, Madon MB, Nguyen DV, Barker CM, Reisen WK. Sentinel chicken seroconversions track tangential transmission of West Nile virus to humans in the Greater Los Angeles area of California. *Am J Trop Med Hyg.* 2010 Nov;83(5):1137-45.
70. Stark KDC, Regula G, Hernandez J, Knopf L, Fuchs K, Morris RS, et al. Concepts for risk-based surveillance in the field of veterinary medicine and veterinary public health: Review of current approaches. *BMC Health Serv Res.* 2006;6:20.
71. Kahn LH. Confronting zoonoses, linking human and veterinary medicine. *Emerg Infect Dis.* 2006;12(4):556-61.
72. Gu W, Unnasch TR, Katholi CR, Lampman R, Novak RJ. Fundamental issues in mosquito surveillance for arboviral transmission. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2008;102(8):817-22.

73. Mostashari F, Kulldorff M, Hartman JJ, Miller JR, Kulasekera V. Dead bird clusters as an early warning system for West Nile virus activity. *Emerg Infect Dis.* 2003 Jun;9(6):641-6.
74. M'Ikanatha NM, Lynfield R, Van Beneden CA, de Valk H, editors. *Infectious disease surveillance.* Malden, MA: Blackwell Publishing Ltd; 2007.
75. Lynn T, Marano N, Treadwell T, Bokma B. Linking human and animal health surveillance for emerging diseases in the United States. *Ann N Y Acad Sci.* 2006 Oct;1081:108-11.
76. Kruse H, Kirkemo AM, Handeland K. Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerg Infect Dis.* 2004 Dec;10(12):2067-72.
77. Robertson ID, Irwin PJ, Lymbery AJ, Thompson RCA. The role of companion animals in the emergence of parasitic zoonoses. *Int J Parasitol.* 2000 Nov;30(12-13):1367-77.
78. Reaser JK, Clark Jr EE, Meyers NM. All creatures great and minute: A public policy primer for companion animal zoonoses. *Zoonoses Public Hlth.* 2008 Oct;55(8-10):385-401.
79. Slingenbergh J, Gilbert M, Balogh K, Wint W. Ecological sources of zoonotic diseases. *Rev Sci Tech.* 2004 Aug;23(2):467-84.
80. Vrbova L, Stephen C, Kasman N, Boehnke R, Doyle-Waters M, Chablitt-Clark A, et al. Systematic review of surveillance systems for emerging zoonoses. *Transbound Emerg Dis.* 2010 Jun;57(3):154-61.
81. Dudley JP. Global zoonotic disease surveillance: An emerging public health and biosecurity imperative. *Bioscience.* 2004;54(11):982-3.
82. Blancou J, Chomel BB, Belotto A, Meslin FX. Emerging or re-emerging bacterial zoonoses: factors of emergence, surveillance and control. *Vet Res.* 2005;36(3):-522.
83. Cash RA, Narasimhan V. Impediments to global surveillance of infectious diseases: Consequences of open reporting in a global economy. *Bull World Health Organ.* 2000;78(11):1358-67.
84. Childs JE, Gordon ER. Surveillance and control of zoonotic agents prior to disease detection in humans. *Mt Sinai J Med.* 2009;76(5):421-8.
85. Canadian Food Inspection Agency. Reportable diseases, immediately notifiable and annually notifiable diseases. Ottawa, ON: CFIA; 2011. Disponible à : <http://inspection.gc.ca/english/animal/diseases/guidee.shtml>.
86. Canadian Food Inspection Agency. The Canadian Animal Health Surveillance Network (CAHSN). Ottawa, ON: CFIA; 2010. Disponible à : <http://www.inspection.gc.ca/english/agen/broch/sciwortrav4e.shtml#tc42a>.
87. Kloeze H, Mukhi S, Kitching P, Lees VW, Alexandersen S. Effective animal health disease surveillance using a network-enabled approach. *Transbound Emerg Dis.* 2010;57(6):414-9.
88. Canadian Cooperative Wildlife Health Centre. About CCWHC. Saskatoon, SK: CCWHC; 2011. Disponible à : http://www.ccwhc.ca/about_us.php.
89. Berezowski J. Alberta Veterinary Surveillance Network. 9th Annual Symposium on Zoonotic and Communicable Diseases - Emerging Zoonoses Sentinel Animal Health Surveillance Symposium; Nov 23; University of British Columbia, Vancouver, BC: Animal Health Centre, BC Ministry of Agriculture and Lands, and the BC Centre for Disease Control; 2009.
90. Agriculture and Rural Development. Alberta Veterinary Surveillance Network (AVSN). Edmonton, AL: Government of Alberta; 2010. Disponible à : [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/afs10440](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/afs10440).
91. Bergeron L, editor. Quebec's Animal Health Surveillance Network: Le RAIZO. 9th Annual Symposium on Zoonotic and Communicable Diseases - Emerging Zoonoses Sentinel Animal Health Surveillance Symposium; 2009; University of British Columbia, Vancouver, BC: Animal Health Centre, BC Ministry of Agriculture and Lands and the BC Centre for Disease Control.
92. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Alert Network and Animal Health Information (RAIZO). Quebec, QC: Government of Quebec; 2010. Disponible à : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/santeanimale/raizo/Pages/raizo.aspx>.
93. Bergeron L. *Revue de l'infrastructure de la santé animale.* Québec, QC: Agriculture Pêcheries et Alimentation du Québec; 2010.
94. Leslie M, (DVM; MPH; Provincial Veterinarian; BC Animal Health Centre; Abbotsford; British Columbia; Canada). Personal communication. In: Roth D, (British Columbia Centre for Disease Control; Vancouver; British Columbia; Canada), editors. 2011.

95. Kidd SE, Hagen F, Tscharke RL, Huynh M, Bartlett KH, Fyfe M, et al. A rare genotype of *Cryptococcus gattii* caused the cryptococcosis outbreak on Vancouver Island (British Columbia, Canada). *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004 Dec;101(49):17258-63.
96. Ministry of Agriculture. Animal health policy in British Columbia: A consultation paper. Victoria, BC: Government of British Columbia; 2010 Nov. Disponible à : http://www.agf.gov.bc.ca/ahc/ahb/animal_health_policy_in_BC.pdf.
97. Canadian Cooperative Wildlife Health Centre. Report on the Canadian Cooperative Wildlife Health Centre: National program workshop. Saskatoon, SK: CCWHC; 2008.
98. British Columbia Centre for Disease Control. West Nile virus activity in British Columbia 2010 surveillance program results. BCCDC, Epidemiology Services; 2011.
99. Galanis E, Parmley J, others. Integrated surveillance of *Salmonella* along the food chain using existing data and resources in British Columbia, Canada. *Food Res Int*. 2011;Epub Apr 21.
100. Zinsstag J, Schelling E, Roth F, Bonfoh B, De Savigny D, Tanner M. Human benefits of animal interventions for zoonosis control. *Emerg Infect Dis*. 2007 Apr;13(4):527-31.
101. One Health initiative. *One Health*; 2011. Disponible à : <http://www.onehealthinitiative.com/>.
102. Kahn RE, Clouser DF, Richt JA. Emerging infections: A tribute to the One Medicine, One Health Concept. *Zoonoses Public Hlth*. 2009;56(6-7):407-28.
103. Daszak P, Tabor GM, Kilpatrick AM, Epstein J, Plowright R. Conservation medicine and a new agenda for emerging diseases. *Ann N Y Acad Sci*. 2004 Oct;1026:1--11.
104. Wilcox BA, Aguirre AA, Daszak P, Horwitz P, Martens P, Parkes M, et al. EcoHealth: A transdisciplinary imperative for a sustainable future. *Ecohealth*. 2004;1:3-5.

Le présent document a été produit par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE), basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, en Décembre 2011.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement.

La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Les vues exprimées dans ce document ne reflètent pas nécessairement les vues de l'Agence ou du Centre.

ISBN: 978-1-926933-34-4

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2011

400 East Tower
555 W 12th Avenue
Vancouver, BC V5Z 3X7

Tel.: 604-707-2445
Fax: 604-707-2444
contact@ccnse.ca

www.ncceh.ca



National Collaborating Centre
for Environmental Health
Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

Pour soumettre des commentaires sur ce document, allez sur le site

www.ccnse.ca/fr/document_feedback