

humaine, lié à l'extension du réservoir animal. Une sensibilisation du corps médical au diagnostic précoce permettrait d'optimiser encore la prise en charge de cette affection.

Remerciements

FrancEchino est un réseau soutenu financièrement par l'Institut de veille sanitaire. Nous remercions l'ensemble des participants au réseau, notamment A. Gérard, J. Watelet (CHU Nancy), J. Dumortier (CHU E. Herriot, Lyon), A. Abergel, J. Beytout (CHU Clermont-Ferrand), C. Godet (CH Charleville-Mezière), A. Minello (CHU Dijon), B. Guérin (CH Rodez), K. Bardonnnet, S. Cappelle, P. Evrard, B. Kantelip, Y. Remond (CHU Besançon) et tous les cliniciens, biologistes, pharmaciens ayant contribué au signalement des cas et à la collecte des données.

Références

- [1] Bresson Hadni S, Piarroux R, Bartholomot B, Miguet JP, Manton G, Vuitton DA. Echinococcose alvéolaire. EMC Hépatogastroentérologie.2005;2:86-104.
- [2] Craig P. *Echinococcus multilocularis*. Curr Opin Infect Dis.2003;16:437-44.
- [3] Brunetti E, Kern P, Vuitton DA; Writing Panel for the WHO-IWGE. Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. Acta Trop. 2010;114:1-16.
- [4] Piarroux M, Bresson-Hadni S, Capek I, Knapp J, Watelet J, Dumortier J, et al. Surveillance de l'échinococcose alvéolaire en France : bilan de cinq années d'enregistrement 2001-2005. Bull Epidemiol Hebd. 2006;(27-28):206-8.
- [5] Boué F, Combes B, Giraudoux P, Umhang G. *Echinococcus multilocularis* chez le renard et les carnivores domestiques : vers une nouvelle donne épidémiologique ? Bull Epidemiol Hebd. 2010;(Hors-Série, 14 septembre) ; 21-3.

La tuberculose bovine dans la faune sauvage en France

Jean Hars¹, Céline Richomme (celine.richomme@anses.fr)², María-Laura Boschirolí³

1/ Office national de la chasse et de la faune sauvage, Unité sanitaire de la faune, Gières, France

2/ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy, France

3/ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Laboratoire de santé animale de Maisons-Alfort, France

Résumé / Abstract

Depuis 50 ans, la tuberculose à *Mycobacterium bovis* (TB) est décrite dans la faune sauvage de plusieurs pays, celle-ci pouvant être, selon les cas, sentinelle ou réservoir de l'infection pour les bovins et/ou l'Homme. En France, la TB a été découverte en 2001 chez des ongulés sauvages en forêt de Brotonne (Normandie). Malgré des mesures de lutte adaptées, l'infection touchait encore, en 2006, 20% des cerfs et 30% des sangliers. Aussi, l'élimination totale du cerf, considéré comme réservoir primaire, a été décidée exceptionnellement et semble être efficace. En Côte-d'Or, on assiste depuis 2002 à une forte recrudescence de la tuberculose chez les bovins et, parallèlement, à des cas groupés chez les sangliers depuis 2007 et chez les blaireaux depuis 2009. Par précaution, une forte réduction des densités de ces espèces est entreprise afin de diminuer les risques de re-contamination des bovins. Ailleurs en France, la détection sporadique de cas chez des sangliers semble être révélatrice d'une persistance d'infections bovines et/ou environnementales. Dans chaque situation, les mêmes génotypes de *M. bovis* sont retrouvés chez les animaux sauvages et domestiques en contact, ce qui indique que la TB évolue dans un système multi-hôte et complique la gestion sanitaire de cette maladie animale réputée contagieuse pourtant en voie d'éradication chez les bovins.

Mots clés / Key words

Mots-clés : Tuberculose, *Mycobacterium bovis*, épidémiologie, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, France / Tuberculosis, *Mycobacterium bovis*, epidemiology, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, France

La tuberculose provoquée par *Mycobacterium bovis* est une maladie animale réputée contagieuse, transmissible à l'Homme à partir de bovins infectés par ingestion de lait, de viande ou d'abats contaminés, ou par voie respiratoire. La transmission par manipulation de gibier infecté a également été prouvée [1].

Depuis la fin des années 1960, la tuberculose bovine (TB) a été décrite dans la faune sauvage de plusieurs pays dans le monde. Il est généralement admis que l'origine des foyers sauvages est bovine. Mais, dans certaines conditions démographiques et environnementales, les populations de mammifères sauvages infectées peuvent ensuite entretenir à elles seules *M. bovis*, devenant ainsi des hôtes réservoirs du bacille (réservoirs primaires), et éventuellement retransmettre

Bovine tuberculosis in wildlife in France

For 50 years now, tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* (TB) has been described in wildlife species of several countries throughout the world. Depending on the context, wild animals can be considered as sentinel or reservoirs for cattle and/or humans. In France, TB was discovered in 2001 in wild ungulates in the Brotonne Forest, Normandy. Despite the implementation of adapted control measures, the infection was still present in 2006 in 20% of red deer and 30% of wild boars. Thus, total depopulation of wild red deer, considered as the main reservoir of TB, was exceptionally decided, implemented and seems to be effective. In Burgundy, where TB in cattle has re-emerged since 2002, grouped cases have been identified in wild boars since 2007 and in badgers since 2009. As a preventive measure, a strong reduction of these species' populations was decided to reduce the risk of spillback to cattle. Elsewhere in France, sporadic detection of TB-cases in wild boars seems to reveal the persistence of the infection either in cattle and/or in the environment. In each of these situations, the same genotypes of *M. bovis* strains isolated from wildlife and cattle were disclosed, showing that TB evolves in a multi-host system, hampering the sanitary management of this notifiable disease, which has nevertheless nearly been eradicated from cattle.

la TB aux bovins (transmission retour). C'est le cas du blaireau (*Meles meles*) au Royaume-Uni [2], du phalanger renard (*Trichosurus vulpecula*) en Nouvelle-Zélande [3] ou du sanglier (*Sus scrofa*) dans certaines régions d'Espagne [4]. Dans d'autres situations, les mammifères sauvages peuvent constituer des réservoirs secondaires de l'infection, celle-ci disparaissant naturellement si le réservoir primaire est éradiqué. C'est le cas du sanglier en Australie [5;6] ou du furet (*Mustela furo*) en Nouvelle-Zélande [7]. Enfin, les animaux sauvages peuvent être des culs-de-sac épidémiologiques, incapables d'entretenir ni de transmettre la maladie – cas des carnivores sauvages [8] ou du sanglier en Italie [9]. Dans tous les cas, l'installation d'un réservoir sauvage persistant met en péril les programmes de lutte chez les bovins.

Nous décrivons ici la situation française, en présentant les méthodes utilisées pour détecter la TB dans la faune sauvage ainsi que les différents contextes épidémiologiques connus à ce jour en les discutant.

Méthodes de dépistage et de diagnostic de la tuberculose dans la faune sauvage

En France, la tuberculose des animaux sauvages est détectée soit sur des animaux morts ou mourants, grâce au réseau Sagir¹, soit par la découverte fortuite de lésions évocatrices de tuberculose lors de l'éviscération d'animaux chassés, soit lors d'enquêtes épidémiologiques mises en œuvre dans des régions où la maladie sévit dans les cheptels bovins. Dans ce cas, un échantillon d'animaux tués à la chasse est examiné et fait l'objet de prélèvements systématiques de ganglions (céphaliques, pulmonaires et mésentériques) et d'organes suspects pour analyses. La culture bactérienne, qui permet l'isolement et l'identification de la mycobactérie jusqu'à l'espèce, demeure l'outil diagnostique de référence. La méthode alternative pour la détection directe est la PCR (amplification en chaîne par polymérase), qui est très spécifique mais moins sensible que la bactériologie. Elle permet de compléter l'analyse bactériologique, notamment pour les prélèvements détériorés, inexploitable en mycobactériologie classique [10]. D'autres techniques moléculaires, telles que le spoligotypage [11] ou le typage par VNTR (*Variable Number Tandem Repeats*) [12], sont par ailleurs utilisées pour caractériser finement les souches de *M. bovis* et réaliser des enquêtes épidémiologiques.

Tuberculose et faune sauvage : différentes situations épidémiologiques en France

En Normandie

En 2001, le premier foyer de TB dans la faune sauvage non captive a été découvert en France sur des cerfs élaphe (*Cervus elaphus*) tués à la chasse en forêt de Brotonne (Seine-Maritime et Eure). L'enquête épidémiologique conduite après cette découverte a révélé des prévalences d'infection très élevées chez les sangliers (*Sus scrofa*) et les cerfs (tableau 1), avec des lésions le plus souvent limitées aux ganglions mésentériques chez le cerf et aux ganglions céphaliques chez le sanglier. La présence de la même souche bactérienne (spoligotype SB0134 – VNTR 7454) que celle des cheptels bovins infectés proches de cette forêt (une dizaine depuis 1986), laisse supposer qu'il existe un lien épidémiologique entre les cas domestiques et sauvages. Un programme de lutte a alors été mis en œuvre par les services vétérinaires : réduction des densités d'ongulés sauvages, ramassage et destruction des viscères d'animaux chassés afin de limiter le recyclage du bacille par des espèces omnivores et carnivores charognards, interdiction de l'agraine à poste fixe pour éviter les concentrations artificielles d'animaux. Malgré ces mesures, les prévalences apparentes n'ont pas diminué entre 2001 et 2005, à la fois chez les cerfs et les sangliers (tableau 1), et le tableau lésionnel s'est aggravé, en particulier chez le sanglier où des lésions pulmonaires ouvertes ont été observées chez trois animaux [13;14]. Face à cette situation, un abattage total de la population de cerfs, considérée comme le réservoir primaire de l'infection, a été décidé, ainsi qu'une réduction drastique de la population de sangliers, *a priori* réservoir secondaire [15]. En 2010, il ne reste probablement en forêt de Brotonne qu'une vingtaine de cerfs. Les effectifs de sangliers ont été significativement réduits et la prévalence d'infection chez cette espèce diminue régulièrement (tableau 1). Aucun foyer bovin n'a été observé depuis 2006. Enfin, depuis 2001, seul un blaireau, un chevreuil et un renard, parmi plusieurs dizaines d'animaux testés pour chaque espèce, ont été trouvés infectés par *M. bovis* dans cette forêt, toutefois sans présenter de lésion visible pouvant laisser craindre une excrétion bactérienne.

En Bourgogne

Suite à l'apparition en Côte-d'Or d'une épizootie de tuberculose bovine (spoligotype SB0134 – VNTR 5355) en 2002 dans la région de Pouilly-en-Auxois, puis, à partir de 2003, dans la région de Vénarey-Vitteaux (SB0120 – VNTR 5544), des enquêtes successives ont été menées dans la faune sauvage. Entre 2003 et 2007, seuls un cerf (n=284) et deux sangliers (n=160), mais aucun blaireau (n=63), présentaient des lésions tuberculeuses. Toutefois, dans un contexte où la situation bovine s'aggravait, la surveillance de la faune sauvage a été maintenue et a révélé, en 2007-2008, sept sangliers infectés (n=99) – dont un jeune

Tableau 1 Évolution des prévalences apparentes de tuberculose bovine chez les cerfs et les sangliers en forêt de Brotonne (Normandie), France / Table 1 Trends in bTB apparent prevalence rates in red deer and wild boar of the Brotonne Forest (Normandy), France

	Cerfs % – [intervalle de confiance à 95%] – (nombre d'individus analysés en bactériologie)	Sangliers % – [intervalle de confiance à 95%] – (nombre d'individus analysés en bactériologie)
2001-2002	14 [± 8] (77)	28 [± 10] (84)
2005-2006	23 [± 7] (145)	37 [± 8] (155)
2006-2007	10 [± 5] (149)	31 [± 5] (255)
2007-2008	23 [± 13] (44)	19 [± 5] (199)
2008-2009	1 infecté (19)	11 [± 6] (200)
2009-2010	2 infectés (19)	<5% (n = 162)*

* Prévalence lésionnelle car analyses en cours

atteint d'une tuberculose évolutive –, et 23 en 2008-2009 (n=150) – dont six jeunes avec des lésions évolutives (figure 4). À noter que la prévalence apparente semblait plus élevée dans la zone de Pouilly-en-Auxois (16,5% ; n=103) que dans la zone de Vénarey-Vitteaux (6,4% ; n=47), la première zone étant beaucoup plus dense en sangliers que la seconde. Par ailleurs, depuis juin 2009, 16 cas de tuberculose chez des blaireaux (n=250) vivant à proximité d'exploitations bovines infectées dans cette dernière zone ont été découverts, impliquant la même souche bactérienne. Il s'agit des premiers cas multiples de tuberculose décrits en France chez cette espèce.

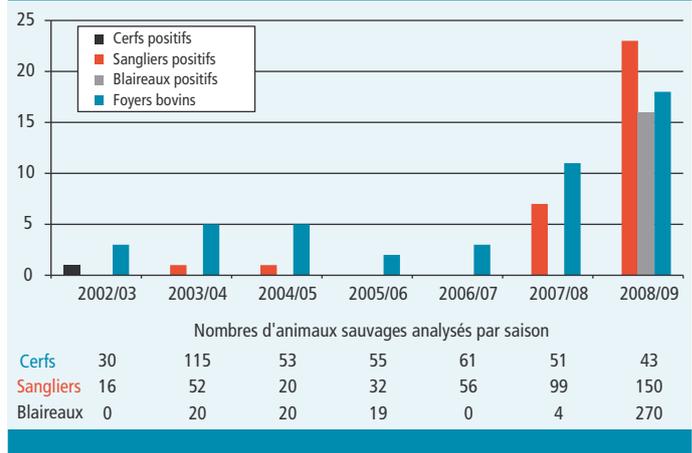
Ailleurs en France

Dans les Pyrénées-Atlantiques, après la découverte par le réseau Sagir d'un premier sanglier tuberculeux en 2005, des enquêtes menées durant les deux saisons de chasse suivantes dans ce département et son voisin les Landes, ont permis de détecter trois autres cas (n = 227) impliquant des souches bactériennes également isolées dans les récents foyers bovins (SB1005 et SB0821). De même, en Corse, depuis 2003, neuf sangliers infectés par *M. bovis* ont été identifiés et présentaient des souches bactériennes (SB0120 – VNTR 4654 et SB0840) identiques à celles isolées dans les foyers domestiques bovins et porcins des mêmes zones [16]. À noter que sur l'île, un cas de TB chez un caprin a été identifié. Enfin, en Dordogne, on assiste comme en Côte-d'Or à une recrudescence de la tuberculose dans les cheptels bovins depuis 2004. *M. bovis* n'avait jamais été isolé sur près de 500 cerfs, chevreuils et sangliers analysés dans le département, jusqu'en janvier 2010 où un cerf a été trouvé infecté avec des lésions pleurales et mésentériques.

Discussion

Alors que la France était parvenue, au début des années 2000, à acquérir le statut « officiellement indemne de tuberculose bovine », on assiste d'une part à

Figure 1 Évolution des cas de tuberculose bovine détectés chez les mammifères sauvages et dans les cheptels bovins en Côte-d'Or entre 2002 et 2009, et nombres d'animaux sauvages analysés par saison / Figure 1 Number of bTB cases in wild mammals and cattle between 2002 and 2009 in Côte-d'Or (histogram), and number of wild deer, wild boar and badgers analyzed per season.



¹ Réseau généraliste national de surveillance des maladies de la faune sauvage basé sur l'analyse des causes de mortalité (ONCFS – FNC – FDC).

une réémergence de l'infection dans les cheptels bovins de plusieurs départements et, d'autre part, à la découverte dans la faune sauvage de cas ou de foyers installés ou en voie d'installation, posant la question du risque de re-contamination des animaux domestiques et/ou de transmission à l'Homme. Ce risque est toutefois à considérer localement, le recul que nous avons depuis 2002 nous permettant de distinguer des situations épidémiologiques très différentes.

La forêt de Brotonne (Normandie) est le seul site où, à ce jour, un véritable réservoir sauvage de *M. bovis* a été révélé en France. Sa constitution a sans doute été favorisée par le contexte géographique très individualisé de cette forêt, qui constitue une entité épidémiologique autonome et qui réduit les possibilités d'extension de l'épizootie et de re-contamination des bovins. Ceci a également permis de prendre une mesure originale et exceptionnelle : l'élimination totale de la population de cerfs, considérée comme le réservoir primaire du fait qu'il développe plus souvent que le sanglier des formes évolutives de tuberculose laissant supposer une forte excrétion bactérienne [15]. La nette et régulière diminution de la prévalence chez les sangliers, très réceptifs à *M. bovis* mais considérés comme un réservoir secondaire [6;17], est encourageante et tend à démontrer l'efficacité du plan de lutte. Il est enfin intéressant de constater que, tel qu'il l'a déjà été décrit [18], le chevreuil ne semble pas exposé (de par son comportement) et/ou réceptif à l'infection.

En Côte-d'Or, la situation est plus préoccupante : entre 2002 et 2009, plus de 12 000 bovins ont été abattus dans 63 cheptels et, même s'il est admis que l'origine de l'épizootie est interne à la filière bovine, la question est aujourd'hui de savoir si un réservoir sauvage est en voie de constitution et si un risque de transmission « retour » aux bovins existe. La tuberculose, qui a mis du temps à se développer chez le sanglier (figure 1), a sans doute profité d'un contexte de forte augmentation des densités attestée par un fort accroissement des tableaux de chasse depuis 2007, en particulier dans la région de Pouilly-en-Auxois. La découverte de blaireaux tuberculeux à proximité immédiate de cheptels bovins récemment infectés complique par ailleurs la situation, de par la capacité de cette espèce à entretenir l'infection (cf. situation au Royaume-Uni). Les paysages de la Côte-d'Or, mosaïque de prairies et de forêts, avec également un parcellaire de pâtures très morcelé et donc une imbrication des animaux de différents cheptels, augmentent les risques de transmissions interspécifiques et rendent la lutte plus difficile qu'en forêt de Brotonne. Ainsi, du fait que les sangliers sont susceptibles de devenir des réservoirs de tuberculose à partir d'un certain seuil de densité [4], une réduction importante des effectifs est en cours dans ce département. Bien que l'on ignore aujourd'hui le rôle du blaireau dans l'épidémiologie de la maladie en France, par mesure de précaution la même mesure lui est appliquée en 2010. Dans les Pyrénées-Atlantiques et en Corse, la présence de sangliers infectés confirme sans doute la capacité de cette espèce à constituer une sentinelle épidémiologique des infections bovines et de la contamination de l'environnement par *M. bovis* [19]. En Corse, les systèmes d'élevage en libre parcours, qu'ils soient bovin, caprin, ovin ou porcin, instaurent de plus une situation singulière puisque offrant toutes les possibilités de transmission interspécifiques, mais aussi de constitution de multiples compartiments infectés, tant domestiques que sauvages, qui demeurent actuellement mal connus.

Enfin, le cas de la Dordogne illustre une épizootie bovine d'une ampleur comparable à celle de la Côte-d'Or, dans un contexte d'élevage allaitant et de paysages assez proches, où pourtant la faune sauvage semblerait, jusqu'à présent, être moins affectée. Des nouvelles campagnes de surveillance sont néanmoins nécessaires pour réévaluer la situation actuelle tant que l'épizootie bovine n'est pas éteinte.

Conclusion

Les expériences étrangères montrent que la tuberculose bovine est très difficile à éradiquer une fois installée dans la faune sauvage, quels que soient les écosystèmes et les espèces touchés. Aussi, la découverte d'animaux sauvages infectés par *M. bovis* en France préoccupe de plus en plus les services vétérinaires, les organisations agricoles et le milieu cynégétique.

En France, la tuberculose de la faune sauvage n'a pour l'instant été observée que dans des secteurs où la maladie est présente dans des cheptels bovins. Elle a donc très probablement pour origine une contamination bovine plus ou moins ancienne, suivie d'un développement dans certains sites amplifié par l'explosion des densités de grand gibier. L'abandon sur place, après la chasse, des viscères des animaux tués et la pratique de l'agrainage pourraient représenter des facteurs de risque. L'amélioration des dispositifs d'épidémiosurveillance explique aussi

pour partie la détection de l'infection des populations d'animaux sauvages. Toutefois, la connaissance actuelle du niveau de cette infection demeure partielle, et les facteurs épidémiologiques favorisant l'émergence et la persistance de la maladie chez les animaux sauvages devront être explorés localement, en fonction des systèmes multi-hôtes domestiques-sauvages concernés. À ce titre, le rôle du blaireau dans l'épidémiologie de la tuberculose en France est encore méconnu. Le contexte local conditionnera par ailleurs les mesures applicables à la gestion de la tuberculose en milieu sauvage. Si la réduction des densités d'animaux, notamment des sangliers, à travers le plan national de maîtrise des effectifs instauré en 2009, peut contribuer à la prévention de l'installation de foyers sauvages, les mesures de dépopulation totale resteront dans tous les cas exceptionnelles. Le développement de vaccins efficaces et adaptés aux animaux sauvages est quant à lui en cours, mais encore à un stade expérimental, dans plusieurs pays (Royaume-Uni, Nouvelle-Zélande, États-Unis, Espagne) [20]. Leur utilisation sera toujours réservée à des situations où l'éradication de la TB s'avère impossible par d'autres mesures de lutte. De manière plus générale, il convient donc de poursuivre ou de mettre en œuvre une veille épidémiologique dans les zones où des foyers bovins réapparaissent alors que toute origine interne à la filière bovine semble être exclue.

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes physiques ou morales qui ont contribué à produire les données présentées dans cet article, notamment le réseau Sagir, les Directions départementales des services vétérinaires (désormais Directions départementales en charge de la population), les Laboratoires vétérinaires départementaux de Seine-Maritime, de Savoie, de Côte-d'Or, de Dordogne et du Bas-Rhin, les vétérinaires A. Duvauchelle, S. Maeder, L. Riquelme, F. Petitpas, M. Sigaud, M. Fermé et S. Barbier, les chasseurs, les agents de l'ONCFS et de l'ONF, ainsi que G. Zanella et B. Garin-Bastuji.

Références

- [1] Wilkins MJ, Meyerson J, Bartlett PC, Spieldenner SL, Berry DE, Mosher LB, et al. Human *Mycobacterium bovis* infection and bovine tuberculosis outbreak, Michigan, 1994-2007. *Emerg Infect Dis.* 2008;14: 657-60.
- [2] Delahay RJ, Cheeseman CL, Clifton-Hadley RS. Wildlife disease reservoirs: the epidemiology of *Mycobacterium bovis* infection in the European badger (*Meles meles*) and other British mammals. *Tuberculosis (Edinb).* 2001;81(1-2):43-9.
- [3] de Lisle GW, Mackintosh CG, Bengis RG. *Mycobacterium bovis* in free-living and captive wildlife, including farmed deer. *Rev Sci Tech.* 2001;20(1):86-111.
- [4] Naranjo V, Gortazar C, Vicente J, de la Fuente J. Evidence of the role of European wild boar as a reservoir of *Mycobacterium tuberculosis* complex. *Vet Microbiol.* 2008;127(1-2):1-9.
- [5] Corner LA. The role of wild animal populations in the epidemiology of tuberculosis in domestic animals: How to assess the risk. *Vet Microbiol.* 2006;112(2-4):303-12.
- [6] McInerney J, Small KJ, Caley P. Prevalence of *Mycobacterium bovis* infection in feral pigs in the northern territory. *Aust Vet J.* 1995;72:448-51.
- [7] Ryan TJ, Livingstone PG, Ramsey DS, de Lisle GW, Nugent G, Collins DM, et al. Advances in understanding disease epidemiology and implications for control and eradication of tuberculosis in livestock: the experience from New Zealand. *Vet Microbiol.* 2006;112(2-4):211-9.
- [8] Delahay RJ, De Leeuw AN, Barlow AM, Clifton-Hadley RS, Cheeseman CL. The status of *Mycobacterium bovis* infection in UK wild mammals: a review. *Vet J.* 2002;164(2):90-105.
- [9] Serraino A, Marchetti G, Sanguinetti V, Rossi MC, Zanoni RG, Catozzi L, et al. Monitoring of transmission of tuberculosis between wild boars and cattle: genotypical analysis of strains by molecular epidemiology techniques. *J Clin Microbiol.* 1999;37(9):2766-71.
- [10] Hénault S, Karoui C, Boschirolu ML. A PCR-based method for tuberculosis detection in wildlife. *Dev Biol (Basel).* 2006;126:123-32.
- [11] Kamerbeek J, Schouls L, Kolk A, van Agterveld M, van Soolingen D, Kuijper S, et al. Simultaneous detection and strain differentiation of *Mycobacterium tuberculosis* for diagnosis and epidemiology. *J Clin Microbiol.* 1997;35: 907-14.
- [12] Skuce RA, McDowell SW, Mallon TR, Luke B, Breadon EL, Lagan PL, et al. Discrimination of isolates of *Mycobacterium bovis* in Northern Ireland on the basis of variable numbers of tandem repeats (VNTRs). *Vet Rec.* 2005;157(17):501-4.
- [13] Hars J, Boschirolu ML, Duvauchelle A, Garin-Bastuji B. La tuberculose à *Mycobacterium bovis* chez le cerf et le sanglier en France : émergence et risque pour l'élevage bovin. *Bull Acad Vet France.* 2006;159:393-401.
- [14] Zanella G, Duvauchelle A, Hars J, Moutou F, Boschirolu ML, Durand B. Patterns of bovine tuberculosis lesions in wild red deer and wild boar. *Vet Rec.* 2008;163:43-7.
- [15] Zanella G, Durand B, Hars J, Moutou F, Garin-Bastuji B, Duvauchelle A, et al. *Mycobacterium bovis* in wildlife in France. *J Wildl Dis.* 2008;44(1):99-108.
- [16] Richomme C, Boschirolu ML, Hars J, Casabianca F, Ducrot C. Bovine tuberculosis in livestock and wild boar on the Mediterranean Island, Corsica. *J Wildl Dis.* 2010;46(2):627-31.
- [17] Afssa - Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur l'évaluation du risque relatif à la tuberculose de la faune sauvage dans la forêt de Brotonne, 2009. Saisine n°2008-A-0331; 17p.
- [18] Balseiro A, Oleaga A, Orusa R, Robetto S, Zoppi S, Dondo A, et al. Tuberculosis in roe deer from Spain and Italy. *Vet Rec.* 2009;164(15):468-70.
- [19] Nugent G, Whitford J, Young N. Use of released pigs as sentinels for *Mycobacterium bovis*. *J Wildl Dis.* 2002;38(4):665-77.
- [20] Buddle BM, Wedlock DN, Denis M. Progress in the development of tuberculosis vaccines for cattle and wildlife. *Vet Microbiol.* 2006;112(2-4):191-200.