

ROLE DU SANGLIER (*SUS SCROFA*) DANS L'EPIDEMIOLOGIE DE LA TUBERCULOSE DANS LA FORET DE BROTONNE (FRANCE). RESULTATS DE L'ENQUETE EPIDEMIOLOGIQUE 2006-2007 *

Stéphanie Maeder ¹, Jean Hars ², Thomas Rambaud ³, Yvette Game ⁴
et Maria-Laura Boschioli ⁵

RESUME

En 2001, alors que la France est déclarée officiellement indemne de tuberculose, le premier cas de tuberculose chez des ongulés sauvages en liberté est découvert dans la forêt de Brotonne (Seine-Maritime et Eure). Des enquêtes épidémiologiques successives mettent alors en évidence des prévalences apparentes d'infection élevées dues à une souche de *M. bovis* du même génotype que celui isolé dans les foyers bovins proches.

L'infection étant souvent asymptomatique, le diagnostic passe par la mise en culture de ganglions rétropharyngiens, pulmonaires et mésentériques. En 2006-2007, 28,6% ± 5% des sangliers étaient porteurs de lésions d'allure tuberculeuse, majoritairement calcifiées (83,6%), dont 78% étaient localisées aux ganglions rétropharyngiens. La prévalence de l'infection était de 31% ± 5,7%. Cette valeur très élevée et stable depuis la découverte du foyer, montre que les effets des mesures mises en place ne sont pas encore visibles dans cette espèce, contrairement à ce qui a été observé chez le Cerf cette même année. Les résultats de cette étude montrent l'importance de poursuivre la surveillance de la tuberculose chez les ongulés sauvages de la forêt de Brotonne, mais aussi dans d'autres sites du territoire français, plus particulièrement là où la maladie n'est pas encore totalement éradiquée dans les cheptels bovins.

Mots-clés : Tuberculose, *Mycobacterium bovis*, épidémiologie, *Sus scrofa*, France.

SUMMARY

In 2001, while France was declared officially free from bovine TB, the first case of *M. bovis* infection in free-living wild ungulates was found in the Brotonne forest (Normandy). Subsequent epidemiological surveys showed a high prevalence of TB infection and the presence in wild boars (*Sus scrofa*) of a *M. bovis* strain of the same genotype as that of strains isolated from infected cattle. In neighbouring areas

.../..

* Texte de la communication orale présentée lors des Journées AEEMA, 22-23 mai 2008

¹ Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 7 avenue du général de Gaulle 94700 Maisons-Alfort, France

² Office national de la chasse et de la faune sauvage. Unité sanitaire de la faune. 5 Allée de Bethléem, 38610 Gières, France

³ Laboratoire agro-vétérinaire départemental, avenue du grand cours, 76100 Rouen, France

⁴ Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires, 321 chemin des Moulins, 73000 Chambéry, France

⁵ Unité zoonoses bactériennes, Laboratoire d'études et de recherches en pathologie animale et zoonoses, Afssa, 23 avenue du Général de Gaulle, 94706, Maisons-Alfort Cedex, France

.../..

As infection is often asymptomatic, diagnostic is obtained by bacterial culture of lymph nodes. In 2006-2007, 28.6% \pm 5% of wild boar showed tuberculous lesions, mostly calcified (83.6%), and 78% were located in retropharyngeal lymph nodes. The high prevalence of infection (31% \pm 5,7%) reveals that the measures that have been taken since 2001 were not efficient enough to control tuberculosis in this species.

It is not only necessary to continue the surveillance of tuberculosis in wild ungulates in the Brotonne forest but also in other regions where bovine TB is not eradicated yet.

Keywords : Tuberculosis, *Mycobacterium bovis*, Epidemiology, *Sus scrofa*, France.



I - INTRODUCTION

La tuberculose bovine est une maladie infectieuse et contagieuse, d'évolution chronique, transmissible à l'Homme et à de nombreuses espèces animales, due à *Mycobacterium bovis*, une mycobactérie appartenant au complexe de *Mycobacterium tuberculosis*. Cette maladie bactérienne représente un fléau majeur pour l'élevage bovin dont les pertes avaient été estimées à 3% des productions animales avant la mise en oeuvre en 1955 du programme de lutte et d'éradication.

En France, ce plan de lutte collective, dirigé et subventionné par l'Etat, a permis d'obtenir le statut « officiellement indemne » de la Commission Européenne en 2000. Cependant, cette maladie est aujourd'hui en recrudescence dans certains départements français ; c'est le cas en Dordogne (24), en Côte-d'Or (21), en Pyrénées-Atlantiques (64) ainsi qu'en Seine-Maritime (76) et dans l'Eure (27) notamment, où, entre 1999 et 2007 une dizaine de foyers de tuberculose sont apparus dans les cheptels bovins se situant autour de la forêt de Brotonne. La découverte fortuite dans cette forêt, en 2001, d'une biche infectée, suivie d'enquêtes épidémiologiques, a permis de conclure à l'existence d'un réservoir sauvage de tuberculose, au moins chez les cerfs élaphe [Hars *et al.*, 2007]. Ce cas constitue le premier foyer de tuberculose découvert en France chez des animaux sauvages en liberté.

L'émergence de la tuberculose bovine au sein de la faune sauvage a déjà été décrite chez de nombreux mammifères sauvages dans le monde et le risque d'inter-transmission avec les animaux d'élevage est constamment évoqué. Dès les années 70, des cas ont été décrits chez les blaireaux (*Meles meles*) en Grande-Bretagne [Collins, 2006 ; More et Good, 2006] ainsi qu'en Irlande, et chez le possum (*Trichosurus vulpecula*) en Nouvelle-Zélande [Clifton-Hadley *et al.*, 2000 ; De Lisle, 2001]. De même, des cas ont été répertoriés chez le buffle (*Syncerus caffer caffer*) en Afrique du sud depuis le début des années 90 et chez le grand koudou (*Tragelaphus strepsiceros*) depuis 1996 [Bengis *et al.*, 1996 ; De Lisle *et al.*, 2002]. Au Canada et aux Etats-Unis d'Amérique, le bison (*Bison bison*) et le wapiti (*Cervus elaphus canadensis*) représentent un réservoir de *M. bovis* [Tessaro *et al.*, 1990]. Dans l'Etat du Michigan, l'infection du cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) par *M. bovis* a été détectée depuis 1997. Chez les sangliers, elle a été signalée dans plusieurs pays (Espagne [Vicente *et al.*, 2006 ; Gortazar *et al.*, 2005], Australie [Coleman, 2001], Europe centrale [Machackova *et al.*, 2003] et Italie [Serraino *et al.*, 1999]), mais le rôle de cette espèce dans l'épidémiologie de la maladie est difficile à cerner.

Depuis 2003, *Mycobacterium bovis* a également été isolé chez un cerf et six sangliers en Côte-d'Or, chez quatre sangliers

dans les Pyrénées-Atlantiques et chez 10 sangliers en Corse. La découverte de cette maladie dans la faune sauvage survient à une époque où l'éradication de la tuberculose bovine arrive à son terme, ce qui montre la vulnérabilité du statut indemne. En effet, la maladie maîtrisée chez les animaux domestiques pourrait connaître, dans certains sites, un nouveau développement dû à des recontaminations d'origine sauvage. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître le rôle de chaque espèce infectée pour pouvoir adapter les mesures de prévention et de lutte.

Le but de l'enquête épidémiologique menée en 2006-2007 en forêt de Brotonne était de mieux connaître le rôle des sangliers dans la persistance et/ou la transmission de *M. bovis*. Par la réalisation de prélèvements de ganglions et l'inspection de venaisons, elle devait permettre d'estimer la prévalence réelle de l'infection chez le sanglier, de décrire le tableau lésionnel, d'apprécier le niveau de l'excrétion de *M. bovis* dans l'environnement par les animaux infectés et enfin de tenter de révéler le niveau de contamination du milieu extérieur.

II - MATERIEL ET METHODES

1. L'ORGANISATION DE L'ENQUETE EPIDEMIOLOGIQUE

De nombreux organismes sont impliqués dans la surveillance de la tuberculose dans la faune sauvage des forêts de Brotonne et de Mauny, témoignant de l'importance économique, hygiénique et sanitaire de cette maladie.

Sous l'égide de la direction générale de l'alimentation, les Directions des services vétérinaires de la Seine-Maritime (76) et de l'Eure (27) assurent la maîtrise d'oeuvre du programme. L'Office national des forêts (ONF), principal gestionnaire des territoires chassés en forêt de Brotonne, était chargé d'organiser, avec la Fédération départementale des chasseurs, la collecte des prélèvements. L'Unité sanitaire de la faune de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) a élaboré le projet et a participé au suivi du programme ainsi qu'à l'analyse des résultats. Le Laboratoire agrovétérinaire départemental de la Seine-Maritime et le Laboratoire départemental d'analyses vétérinaires de la Savoie étaient chargés de la mise en culture des prélèvements et le Laboratoire national de référence (LNR) (Unité des zoonoses bactériennes du LERPAZ) à l'AFSSA de Maisons-Alfort, du typage des souches.

2. LA PERIODE ET LE LIEU DE L'ETUDE

L'étude s'est déroulée pendant la période de chasse officielle, soit du 24 septembre 2006 au 28 février 2007, à laquelle se sont ajoutées des battues administratives en mars 2007. L'examen clinique des animaux a pu se faire dès septembre et jusqu'en mars ; les

prélèvements, par contre, n'ont débuté qu'en novembre.

La forêt de Brotonne-Mauny, située en Seine-Maritime et dans l'Eure est divisée en forêts domaniales (6 734 ha, 7 lots de chasse), communales (386 ha) et privées (818 ha dans l'Eure et 1 040 ha en Seine-Maritime).

3. LES POPULATIONS ETUDIEES ET L'ECHANTILLONNAGE

Afin d'estimer la prévalence avec une bonne précision, 300 sangliers devaient être soumis à des prélèvements. Pour détecter une éventuelle contamination des chevreuils (avec une prévalence d'environ 5% et un risque d'erreur de 5%), l'objectif minimal, tenant compte des contraintes de terrain, était de prélever 50 animaux. Tous les cerfs abattus (soit 120 à 150 cerfs estimés) devaient être examinés. Les animaux ont fait l'objet d'un échantillonnage aléatoire, les animaux étant soumis à des prélèvements au fur et à mesure de leur présentation et sans tenir compte de la présence ou non de lésions macroscopiques, afin de ne pas biaiser l'échantillon.

La participation à l'enquête n'étant pas obligatoire, les prélèvements ont été faits dans les lots où les chasseurs étaient volontaires. La plupart des prélèvements ont été réalisés en forêt domaniale (85% du massif global).

4. LES PRELEVEMENTS REALISES

L'examen macroscopique des ganglions rétro-pharyngiens, mésentériques, pulmonaires et l'examen rapide de l'aspect général des

venaisons ainsi que des principaux organes permettent d'avoir une idée de l'état général de l'animal. Les prélèvements ont été faits comme indiqué dans le tableau 1. Dans la mesure où il existe une forte corrélation entre le portage de lésions chez le cerf et l'isolement de *M. bovis* (risque relatif = 23,9 [7,8 - 73,1]) [Duvauchelle, 2007], il a été décidé de ne pas prélever de ganglions pour mise en culture chez cette espèce, mais d'inspecter uniquement les ganglions et la venaison.

Chaque type de ganglion ou d'organe a été collecté dans des sacs de prélèvements séparés et fermés par une soudure à chaud afin de ne pas contaminer les autres prélèvements durant le transport vers le

laboratoire d'analyses. Pour évaluer l'excrétion de *M. bovis* par les sangliers et cerfs porteurs de lésions évocatrices de tuberculose, nous avons prélevé des fèces directement dans le rectum ou le gros intestin, et réalisé un écouvillonnage oro-pharyngé. Nous avons prélevé l'utérus gravide des biches, chevrettes ou des laies présentant des lésions étendues et évolutives de tuberculose. Chaque prélèvement était identifié par le numéro de sa fiche d'accompagnement. Chaque animal étant identifié par un bracelet (excepté les sangliers chassés dans l'Eure), ce numéro devait être reporté sur la fiche afin d'avoir une traçabilité optimale des prélèvements.

Tableau 1
Prélèvements à réaliser durant l'enquête 2006-2007

Espèce	Type de prélèvements	Nombre à prélever
Sanglier	Ganglions*	300
	Autre organe abcédé	Fonction du nombre d'animaux prélevés à lésions
	Fœtus si mère avec lésions	
	Ecouvillon** si lésions	
Cerf	Fèces si lésions	Fonction du nombre d'animaux à lésions
	Fœtus si mère avec lésions	
	Ganglions	
Chevreuil	Autre organe abcédé	Fonction du nombre d'animaux prélevés à lésions
	Fœtus si mère avec lésions	
	Ecouvillon** si lésions	
	Fèces si lésions	

* Ganglions : ganglions rétropharyngiens + ganglions mésentériques + ganglions pulmonaires.

** Ecouvillon : écouvillon oro-pharyngé.

En complément des prélèvements faits sur animaux, nous avons réalisé 50 prélèvements d'eau et 100 prélèvements de terre sur des places fréquentées par le gibier, répartis sur l'ensemble de la forêt (communale + domaniale).

5. LES ANALYSES DE LABORATOIRE

5.1. LA MISE EN CULTURE

Chaque type de ganglion et les foies de foetus étaient traités séparément par ensemencement sur des milieux de culture adaptés à la croissance de mycobactéries :

- trois milieux de Löwenstein-Jensen étaient ensemencés à raison d'une oëse, une goutte et trois gouttes de suspension et incubés à (37 ± 2) °C pendant 3 mois ;
- un milieu de Coletsos était ensemencé avec trois gouttes de suspension et incubé à (37 ± 2) °C pendant 3 mois.

L'incubation des tubes s'effectue en position inclinée sur un plateau, sans visser entièrement les bouchons pour permettre l'évacuation de l'eau de condensation en veillant toutefois à une dessiccation limitée du milieu de culture.

Le protocole prévoit normalement l'ensemencement sur deux milieux Löwenstein-Jensen supplémentaires à incuber à (30 ± 2) °C et à (42 ± 2) °C, mais pour des raisons logistiques et en accord avec l'AFSSA, ils ont été éliminés du protocole. La température de 37°C a été choisie car *M. bovis* pousse facilement dans ces conditions.

Les tubes sont ensuite observés tous les 15 jours. Si certains étaient contaminés, une décontamination du prélèvement ou des souches était réalisée avant une nouvelle mise en culture. Lorsqu'une colonie de mycobactéries avait poussé, tous les tubes présentant une culture aussi faible soit-elle et correspondant au prélèvement suspect étaient envoyés au LNR de l'AFSSA de Maisons-Alfort. Les souches isolées ont été identifiées et par le biais d'une technique de PCR (voir 5.2.), et celles identifiées comme *M. bovis* ont été caractérisées par spoligotyping (voir 5.3.).

5.2. LA PCR

Les amorces utilisées ciblent la séquence d'insertion IS6110 afin d'identifier *M. bovis*, la séquence d'insertion IS1245 afin d'identifier *M. avium* et des amorces ciblant le gène hsp65, afin d'identifier *Mycobacterium sp.* Le programme d'amplification comprenait 5 cycles d'une minute à 94°C, 30 secondes à 65°C, et 2 minutes à 72°C, puis 35 cycles à 94°C pendant 1 minute, une minute à 60°C, une minute à 72°C étendu à 10 minutes à 72°C. Les amplifiats étaient visualisés par électrophorèse sur gel d'agarose au bromure d'éthidium.

L'amplification d'ADN a été faite dans le thermocycleur avec un tampon de *Taq polymerase* de Promega.

Pour mettre en évidence la présence éventuelle d'inhibiteurs, l'amplification des échantillons a été faite avec des primers procaryotes universels d'ARN 16Sr : BS1/BS2.

5.3. LE TYPAGE MOLECULAIRE DES SOUCHES

La technique de « spoligotyping » (spacer oligo typing) est faite sur toutes les souches de *M. bovis* mises en évidence dans la faune sauvage et dans les élevages bovins où la tuberculose a sévi. Cette méthode de typage moléculaire permet de savoir si la souche qui infecte les animaux sauvages est d'origine bovine et depuis combien de temps elle est présente sur le territoire. Il s'agit d'une technique d'hybridation qui assure, en une seule étape, l'identification des bacilles de la tuberculose et le typage génomique. Elle est fondée sur la caractérisation de la région de « Direct Repeats » (DR) spécifique du génome des mycobactéries du complexe de *M. tuberculosis*.

5.4. LES ANALYSES D'EAU

Différents protocoles d'extraction d'ADN ont été expérimentés avant de pouvoir effectuer les analyses d'eau. Le kit « Mobio soil » a été conçu pour réaliser des extractions à partir des prélèvements contenant de la terre. Il inclut une phase de lyse avec des billes et un traitement avec un tampon qui élimine l'effet inhibiteur sur la taq polymerase exercé par les acides humiques. Différents témoins ont été mis en œuvre. Ainsi, l'ADN d'une souche de *M. avium* et celui d'une souche de *M. bovis* ont servi de témoins positifs. Un contrôle du mélange réactionnel de la PCR et de l'extraction a été validé par des témoins négatifs. Un dernier témoin a été obtenu par l'extraction d'ADN à partir de l'eau artificiellement contaminée avec une culture de *M. bovis* ayant suivi le protocole d'extraction (utilisé comme contrôle positif aussi). Les amorces pour réaliser la PCR sont ceux décrits précédemment (5.2.)

5.5. L'ANALYSE STATISTIQUE

Le traitement statistique des données a été effectué à l'aide du test du χ^2 . Les différences sont considérées comme significatives quand $p < 0,05$. Lorsque les effectifs étaient inférieurs à 5, nous avons utilisé le test de Fischer. Les intervalles de confiance ont été calculés à 5% de risque.

III - RESULTATS

Aucune modification de comportement, ni de l'aspect extérieur n'ont été observés chez les sangliers qui ont été abattus. Les objectifs d'échantillonnage ont été atteints dans toutes les espèces (tableau 2). Nous disposons actuellement de 261 résultats d'analyses en raison de la longue durée de mise en culture (3 mois), pour permettre la croissance des mycobactéries. Sur ces 261 résultats, 255 ont pu être interprétés.

1. LES LÉSIONS OBSERVEES

1.1. LA PREVALENCE DES LÉSIONS

Le tableau 2 permet de constater que 26,3% ± 3,9% (127/483) des sangliers examinés étaient porteurs de lésions évocatrices de tuberculose. Parmi les 261 sangliers analysés (dont 255 interprétés), 34 mâles et 39 femelles soit 73 animaux, présentaient des lésions macroscopiques (tableau 3).

Ainsi, 30,7% des femelles et 26,7% des mâles de l'échantillon ont présenté des lésions (écart non significatif).

Tableau 2

Répartition des animaux abattus, prélevés/examinés par rapport aux objectifs d'échantillonnage

	Sangliers	Cerfs	Chevreaux
Total abattus	772	172	104
Objectifs d'échantillonnage	300	Animaux à lésions	50 minimum
Total examinés	483	149	59
% d'animaux examinés	62,6	86,6	56,7
Total prélevés	310	12	53
Total lésions	127	15	3
Lésions parmi les animaux prélevés	94	12	3
Ecouvillons	70	9	2
Fèces	76	12	2
Fœtus	10	7	1

Tableau 3

Répartition des mâles et des femelles en fonction de la présence ou de l'absence de lésions

	Présence de lésions macroscopiques	Absence de lésions macroscopiques	Total
Mâles	34	94	128
Femelles	39	88	127
Total	73 (28,6%)	182 (71,4%)	255

L'estimation de l'âge ne peut être faite qu'après incision et mise en évidence des molaires, ce qui s'avère difficile à réaliser lors de l'inspection d'un grand nombre d'animaux sur le terrain. Pour avoir une estimation de l'infection en fonction de l'âge, nous avons

considéré les individus de moins de 50 kg comme étant âgés de moins d'un an et ceux de plus de 50 kg comme des individus de plus d'un an. Dans notre échantillon (tableau 4), 20,4% (31/152) des « jeunes » ont été trouvés porteurs de lésions, contre 40,8% chez les

animaux « plus âgés ». L'écart entre ces deux catégories est significatif au seuil de 5% ($p = 0,0004$).

La prévalence globale des lésions évocatrices de tuberculose dans la population de sangliers est estimée à $28,6\% \pm 5\%$ (73 animaux à

lésions sur 255 animaux analysés, interprétables). Le portage de lésions ne dépend pas du sexe de l'animal. Par contre, les animaux les plus « plus âgés » sont plus souvent porteurs de lésions.

Tableau 4
Répartition des sangliers porteurs de lésions en fonction du poids (inférieur ou supérieur à 50 kg)

	Présence de Lésions	Absence de lésions	Total
Egal ou inférieur à 50 kg	31	121	152
Supérieur à 50 kg	42	61	103
Total	73	182	255

1.2. LES LOCALISATIONS PREFERENTIELLES DES LESIONS

Le tableau 5 permet de constater que les lésions sont principalement localisées dans les ganglions rétropharyngiens. Sur 73 animaux à

lésions, 57 ont des lésions des ganglions rétropharyngiens (78%), 10 des ganglions mésentériques (14%) et 14 (19%), des ganglions pulmonaires/médiastinaux ou des poumons.

Tableau 5
Localisation des lésions chez les sangliers

Localisation	GM	GR	GPM/Poumons	GR/GM	GR/poumons	GR/GM/GPM/poumons	Muscle	Total
Nombre d'animaux	3	48	12	7	1	1	1	73

GM : ganglions mésentériques ; GR : ganglions rétropharyngiens ; GPM : ganglions pulmonaires/médiastinaux

On note également que 48 sangliers ont des lésions uniquement localisées dans les ganglions rétropharyngiens (soit 67,5%). Ceci permet une fois de plus de souligner l'importance de l'examen clinique de la tête des sangliers.

Chez 78% des sangliers à lésions, les ganglions rétropharyngiens sont atteints.

1.2. La description des lésions

Les ganglions rétropharyngiens, généralement très hypertrophiés (taille pouvant être multipliée par 10 : figure 1) présentaient majoritairement des lésions de type caséo-

calcaire. Ces ganglions, très durs à la palpation, prennent un aspect granuleux parfois visible par transparence avant incision et crissant sous le couteau lors de la coupe (figure 2). La coloration des ganglions calcifiés varie d'un blanc cassé au jaune pâle. Les abcès étaient constitués d'un pus crémeux jaune verdâtre.

Les ganglions mésentériques n'étaient lésés que chez huit animaux et ils étaient tous caséo-calcaires. Dans notre échantillon, huit sangliers avaient des lésions pulmonaires. Il s'agissait de nodules caséo-calcaires de taille variable, allant de quelques millimètres à huit cm de diamètre (figure 3). Seuls deux sangliers présentaient une pleuropneumonie.

Figure 1

Aspect caséo-calcaire de ganglions rétropharyngiens d'un sanglier tuberculeux

(cliché : Maeder S.)

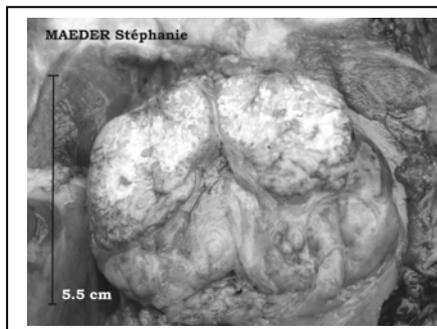


Figure 2

Aspect granuleux d'un ganglion rétropharyngien de sanglier après incision

(cliché : Maeder S.)

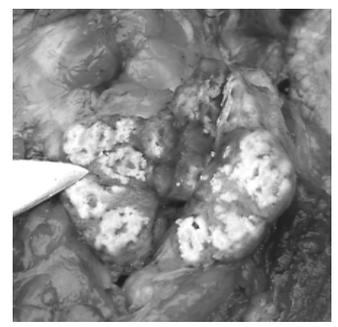
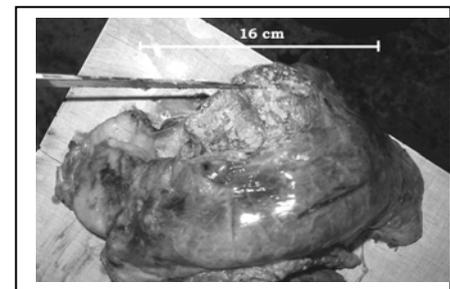


Figure 3

Nodules pulmonaires de sanglier

(cliché : Maeder S.)



Les lésions calcifiées sont très largement majoritaires et représentent 83,6% des lésions des sangliers infectés de l'échantillon. Ceci confirme le caractère chronique de la maladie.

2. L'INFECTION A *M. BOVIS*

2.1. LA PREVALENCE DE L'INFECTION A *M. BOVIS*

La culture et le typage des souches ont révélé la présence de *M. bovis*, *M. avium* et *M. spp*

(tableau 6). Les infections par les mycobactéries autres que *M. bovis* étant secondaires par rapport aux objectifs de notre enquête, nous ne nous intéresserons qu'à l'infection à *M. bovis* qui a été isolé chez 79/255 sangliers, soit 31% (tableau 6). L'écart entre l'infection des mâles et des femelles n'est pas significatif ($p = 0,85$) (tableau 7).

Sur 73 animaux à lésions, 55 étaient infectés par *M. bovis* (tableau 7), soit 75,3%.

Tableau 6

Répartition des données obtenues en fonction du sexe

	Mâles	Femelles	Total
Nombre d'animaux analysés	133	128	261
Nombre d'animaux infectés par <i>M. bovis</i>	39	40	79
Nombre d'animaux infectés par <i>M. avium</i>	5 dont 1 infecté par <i>M. spp</i>	12 dont 2 infectées par <i>M. bovis</i>	17
Nombre d'animaux infectés par des mycobactéries atypiques	18 dont 2 infectés par <i>M. bovis</i> et 1 par <i>M. avium</i>	14 dont 1 infecté par <i>M. bovis</i> et 1 par <i>M. avium</i>	32
Nombre d'animaux à résultats négatifs	70	66	136
Ininterprétable	4	1	5
Absence de <i>M. bovis</i>	89	87	176

Tableau 7
Répartition des mâles et des femelles en fonction de la présence de lésions et de l'infection à *M. bovis*

		Présence de <i>M. bovis</i>	Absence de <i>M. bovis</i>	Total
Présence de lésions macroscopiques (p = 0,84)	Mâles	26	8	34
	Femelles	29	10	39
Absence de lésions macroscopiques (p = 0,79)	Mâles	13	81	94
	Femelles	11	77	88
Total		79	176	255

2.2. LA CORRELATION ENTRE L'INFECTION A *M. BOVIS* ET LA PRESENCE DE LESIONS

L'isolement de *M. bovis* à partir de tous les ganglions abcédés évoquerait que les mycobactéries sont plus présentes dans ce type de lésion. Les sangliers porteurs de lésions ont plus souvent permis l'isolement de *M. bovis* (RR=1,4 [0,91 - 2,25]; p < 0,05) (tableau 8). La présence ou l'absence de

lésions calcifiées est peu corrélée à l'isolement de *M. bovis* (53 / 73 = 73%) (tableau 9).

Il y a 30,4% d'animaux infectés sans lésion (24/79). Inversement, 24,7% des animaux (18 animaux sur 73) portaient des lésions évocatrices de tuberculose mais n'ont pas permis l'isolement de *M. bovis*.

Tableau 8

Relation entre l'infection à *M. bovis* et l'observation de lésions (2006-2007)

Lésions \ Infection	Infection		Total
	+	-	
+	55	18	73
-	24	158	182
Total	79	176	255

On peut estimer la prévalence d'infection à *M. bovis* dans la population étudiée à 31% ± 5,7% et que l'infection ou la présence de lésions ne dépend pas du sexe de l'animal.

75,3% ± 9,9% des animaux à lésions sont infectés par *M. bovis*.

30,4% ± 10,1% des animaux trouvés porteurs de *M. bovis* n'ont pas de lésion macroscopique.

Il y a donc une mauvaise corrélation entre infection et lésions, d'où l'importance de compléter l'examen visuel par les cultures bactériologiques.

Tableau 9

Relation entre lésions calcifiées et isolement de *M. bovis*

Lésions calcifiées \ Isolement	Isolement		Total
	+	-	
+	46	11	57
-	9	7	16
Total	55	18	73

83,6% ± 4% des lésions chez les animaux porteurs de lésions et ayant permis l'isolement de *M. bovis* sont des lésions caséo-calcaires.

Ces résultats soulignent l'importance de l'examen et de la mise en culture de tous les ganglions, et tout particulièrement des ganglions rétropharyngiens qui peuvent être seuls porteurs de lésions, dans une proportion élevée de cas. Mais, en l'absence de lésion visible sur ces ganglions, il est possible de révéler des lésions sur les seuls ganglions pulmonaires (7 cas sur 52), voire médiastinaux seuls (2 cas sur 52). Les lésions des ganglions pulmonaires suggèrent que la contamination

peut avoir lieu par la voie respiratoire. Cependant, la localisation majoritaire aux seuls ganglions rétropharyngiens suggère que la voie d'entrée peut être orale et/ou respiratoire. Les atteintes ganglionnaires multiples peuvent être le reflet soit de contaminations multiples, soit d'une extension de l'infection avec des localisations secondaires. Cependant, ces cas de localisations multiples sont minoritaires.

2.3. L'INFECTION PAR *M. BOVIS* EN FONCTION DE L'AGE

Sur les 79 sangliers infectés, 44 se trouvent

dans la catégorie de plus de 50 kg (tableau 11), soit 55,7%.

Les sangliers de moins de 50 kg sont vraisemblablement moins fréquemment porteurs de *M. bovis*. Les sangliers de plus de 50 kg ont 1,9 fois plus de chances d'être infectés (tableau 11).

Tout comme pour les lésions, les animaux âgés de plus d'un an sont significativement plus infectés.

Tableau 11

Infection par *M. bovis* en fonction du poids (p = 0,008)

	Infection à <i>M. bovis</i>	Absence de <i>M. bovis</i>	Total
Moins de 50 kg	35	117	152
Plus de 50 kg	44	59	103
Total	79	176	255

2.4. EVALUATION DE LA TRANSMISSION DE *M. BOVIS* AU FŒTUS

Sur les sept fœtus analysés (dont cinq de mère infectées), aucun n'a permis l'isolement de *M. bovis*, mais le faible effectif ne permet pas de réaliser d'analyse statistique.

3. EVALUATION DE L'EXCRETION DE *M. BOVIS* ET PERSISTANCE DANS L'ENVIRONNEMENT

3.1. ISOLEMENT DE *M. BOVIS* DANS LES PRELEVEMENTS DE FECES ET ECOUVILLONS ORO-PHARYNGES

A la date de rédaction de cet article, les analyses sur écouvillons et prélèvements de fèces sont en cours.

3.2. IDENTIFICATION DE *M. BOVIS* DANS LES PRELEVEMENTS D'EAU

Aucun prélèvement ne contenait d'acide nucléique de *M. bovis*, du moins pas en quantité suffisante pour pouvoir être détecté. A *contrario*, toutes les eaux étaient « positives » pour *Mycobacterium sp.*, dont 16 contenaient également *M. avium*. Ce résultat n'est pas surprenant étant donné que ces mycobactéries

sont ubiquitaires (disséminées *via* des fientes d'oiseaux notamment pour *M. avium*). Le fait d'avoir trouvé d'autres mycobactéries a permis de valider cette technique. Au vu de ces résultats, nous pouvons inférer qu'il n'y a pas de transmission de *M. bovis* par le biais des eaux de mares, et que leur rôle épidémiologique de ces dernières semble être peu probable.

3.3. ISOLEMENT DE *M. BOVIS* DANS LES PRELEVEMENTS DE TERRE

De même que pour les écouvillons et les fèces, les analyses des prélèvements de terre sont en cours.

4. LE SPOLIGOTYPAGE

Le spoligotype déterminé sur les sangliers (et chez les cerfs) est toujours le même depuis le début des enquêtes épidémiologiques. Il s'agit du spoligotype SB0134. Ce spoligotype est le même que celui isolé chez les bovins dans les cheptels infectés depuis 2001 à proximité de la forêt de Brotonne. L'isolement de cette souche commune confirme la circulation du bacille entre les animaux sauvages et les bovins.

5. LES AUTRES ESPECES

5.1. LES CERVIDES

Sur les 149 cervidés examinés, 15 étaient porteurs de lésions. Compte tenu de l'excellente corrélation entre les lésions et l'isolement de *M. bovis* dans cette espèce [Zanella, 2007], nous pouvons penser que ces 15 animaux étaient atteints de tuberculose et que la prévalence de la tuberculose bovine est proche de 10% (10,1% ± 4%). Toutes les lésions étaient des abcès purulents et caséux des ganglions. Le pus était très crémeux, blanc-jaunâtre. La taille des abcès variait de façon importante, pouvant aller de quelques centimètres lorsqu'il s'agissait de ganglions rétropharyngiens, à une douzaine de centimètres de diamètre lorsqu'il s'agissait des ganglions mésentériques (figure 11). Sur les douze animaux ayant fait l'objet de prélèvements, neuf présentaient des abcès des ganglions mésentériques, un avait des lésions pulmonaires, et enfin un seul avait un abcès sur les ganglions rétropharyngiens. La localisation préférentielle des abcès étant les ganglions mésentériques, nous pouvons admettre que le tableau lésionnel n'a pas évolué chez les cervidés [Duvauchelle, 2007]. Nous observons une diminution de la prévalence dans cette espèce qui était de 21,5 ± 7,9% (23/107) en 2005-2006 [Duvauchelle, 2007] (écart significatif $p = 0,011$). Il s'agit sans doute des premiers effets des mesures mises en place depuis quelques années. Sur les sept fœtus prélevés, seuls trois ont été analysés à

ce jour et aucun n'a permis l'isolement de *M. bovis*.

Figure 11

Abcès caséux des ganglions mésentériques chez un cerf abattu en forêt de Brotonne (5 cm de diamètre, et 10 cm de long)



5.2. LES CHEVREUILS

A ce jour, 38 animaux ont été analysés. Aucun n'a été trouvé porteur de *M. bovis*. Durant la période d'étude, trois chevreuils avaient présenté des lésions des ganglions mésentériques. Deux d'entre elles étaient des lésions calcifiées, la dernière étant un abcès. Aucun de ces 3 animaux n'a permis l'isolement de *M. bovis*. L'analyse du fœtus prélevé sur la femelle avec lésion n'a pas permis la mise en évidence de *M. bovis*.

IV - DISCUSSION

1. SUR LE DEROULEMENT DE L'ENQUETE

1.1. ECHANTILLONNAGE ET ZONE D'ETUDE

Les objectifs d'échantillonnage ont été atteints, ce qui permet de répondre au critère « précision ». Concernant l'exactitude des résultats, conditionnée par un tirage au sort des animaux prélevés, on peut affirmer que les prélèvements ont été effectués le plus aléatoirement possible au sein des tableaux de chasse journaliers, afin de limiter le risque d'introduction de biais lié à la présence de lésions macroscopiques. Le fait de prélever des animaux abattus à la chasse implique forcément un biais de sélection des individus

lié à l'âge. En général, les chasseurs n'abattent pas les laies de plus de 60 kg afin de préserver le renouvellement de la population pour l'année suivante. A la suite de la demande formulée dans le cadre de mesures restrictives face à la tuberculose, davantage de laies ont été prélevées cette année. Ainsi, il n'y avait pas de différence significative ($p = 0,41$) de la répartition entre mâles et femelles selon le poids.

Le lieu d'étude a été défini comme étant l'ensemble des forêts de Brotonne et Mauny sans distinction entre les parties domaniales, communales et privées, afin d'avoir accès à toute la population animale. Nous pouvons

toutefois nous demander s'il ne faudra pas envisager d'étudier les populations alentours, au nord de la Seine, étant donné que des échanges d'animaux ont pu être observés entre les deux côtés des rives. Cette question est d'un intérêt crucial pour la collectivité, car elle concerne le risque d'une extension du foyer initial vers le reste du département, voire plus. Les chasseurs pratiquant leur activité au nord de la Seine ont été sensibilisés à ce sujet et la DDSV leur a demandé de rester vigilants lors de l'éviscération des animaux abattus et de signaler toute lésion abcdée.

1.2. LES DONNEES RECUEILLIES

Les commémoratifs n'ont pas toujours pu être recueillis de façon exhaustive, cela pour plusieurs raisons. En raison de la simultanéité des chasses, certains lots ne pouvant être visités, les chasseurs amenaient les viscères et têtes pour inspection au point de rendez-vous et remplissaient eux-mêmes, parfois de manière incomplète la fiche d'accompagnement. De plus, un recensement exhaustif de l'âge des sangliers abattus n'a pu être établi, cela n'étant possible qu'après mise en évidence des molaires, ce qui demande une certaine expérience et surtout beaucoup de disponibilité.

1.3. LES PRELEVEMENTS EFFECTUES

Les prélèvements ont été effectués à l'aide de plusieurs couteaux qui, bien que nettoyés, ne pouvaient être désinfectés entre chaque animal. Nous pouvons nous demander si des contaminations entre les prélèvements ont ainsi pu avoir lieu. Bien qu'aucune étude n'ait été menée, le LNR considère le risque peu probable. Toutefois, par principe de précaution, il faudrait se servir de couteaux/scalpels jetables sur le terrain, comme c'est le cas en laboratoire.

2. SUR LES RESULTATS DE L'ENQUETE

2.1. LA PREVALENCE D'INFECTION

La prévalence de l'infection estimée dans la population de sangliers en forêt de Brotonne est de 31% ± 6%. Elle reste donc très élevée et relativement stable depuis 2002. Les mesures de lutte mises en place ne semblent pas encore porter leurs fruits vis-à-vis de l'infection des sangliers. Le ratio des animaux à lésions sans infection et des animaux infectés sans lésions est de 0,75 (18/24). Nous

voyons que ces valeurs sont proches l'une de l'autre, ce qui confirme la moins bonne corrélation lésion-infection par rapport à celle observée chez le cerf [Hars *et al.*, 2007]. Les valeurs obtenues ont permis de dire qu'il n'y avait pas de corrélation entre l'infection à *M. bovis* et le sexe de l'animal, ce qui est en accord avec les données recueillies antérieurement [Duvauchelle, 2007].

Nous pouvons affirmer que le processus infectieux diffuse dans l'ensemble de la population, puisque les jeunes eux-mêmes sont contaminés, sans doute par contagion directe (soit lactée, soit respiratoire) à partir de la mère, elle-même infectée. Le taux d'atteinte plus élevé des sujets de plus de 50 kg est révélateur du cumul du risque de contaminations chez les adultes à l'occasion des multiples causes de contagion directe et indirecte. Il serait intéressant de pouvoir étudier cette prévalence en fonction de l'âge de façon plus précise, afin de déterminer si les sangliers sont plus infectés à un âge donné ou pas. De plus, il serait intéressant de mener des PCR pour pallier le manque de sensibilité de la culture, en particulier sur des lésions évocatrices de tuberculoses « négatives » à la bactériologie. En effet, un ganglion devient calcifié une fois que l'organisme a pu maîtriser l'infection. En principe, peu de bacilles restent viables dans ce type d'échantillon et, comme conséquence, l'analyse bactériologique pratiquée fournit un résultat négatif. Bien que la technique de PCR soit moins sensible que la bactériologie en ce qui concerne la tuberculose, si des germes inactivés sont encore présents dans le prélèvement, la mise en évidence des acides nucléiques de la bactérie par PCR pourrait être envisageable [Hénault *et al.*, 2006]. Cela permettrait de connaître le nombre d'animaux chez lesquels les prélèvements contenant *M. bovis* ne fournissaient pas de réponse positive en culture, afin de savoir dans quelle mesure les sangliers peuvent lutter contre l'infection.

2.2. LES LESIONS MACROSCOPIQUES

Dans l'échantillon analysé, 28,6% (73/255) des sangliers étaient porteurs de lésions macroscopiques caractéristiques de tuberculose. Parmi les animaux infectés par *M. bovis* et porteurs de lésions (55), 46 présentaient des lésions calcifiées, soit 83,6% d'entre eux. En 2005-2006, 40% (18/45) des sangliers tuberculeux avaient des lésions caséuses, et 60% (27/45) avaient des lésions caséo-calcaires [Duvauchelle, 2007].

En 2005-2006, 58,5% (38/65) des sangliers avaient des lésions d'allure tuberculeuse des ganglions rétropharyngiens, contre 78% (57/73) cette année ($p = 0,23$). Les nœuds lymphatiques pulmonaires et médiastinaux étaient rarement hypertrophiés et portaient quelques lésions nodulaires caséo-calcaires de quelques millimètres de diamètre (8 animaux sur 65, soit 12,3%).

De même qu'en 2005-2006, la majorité des lésions des nœuds lymphatiques mésentériques étaient des lésions caséo-calcaires de petite taille, invisibles avant la coupe du ganglion.

Dans notre étude, aucun autre ganglion ne présentait de lésion, alors qu'en 2005-2006 des lésions caséo-calcaires dans les ganglions inguinaux, des lésions caséuses dans les ganglions pré-hépatiques, ainsi que la présence de pus liquide d'un nœud lymphatique préscapulaire avaient été notées.

En 2005-2006, dans trois cas seulement des lésions sur d'autres organes avaient été observées. L'un des sangliers présentait une péritonite fibrineuse marquée (associée à la présence de ganglions rétropharyngiens caséux). Les deux autres étaient atteints d'une hépatite interstitielle, dont l'une était associée à une hypertrophie marquée du ganglion préhépatique qui contenait une quantité importante de caséum. Cette année, seul un abcès sur une rate a été noté.

2.3. SUR L'ÉPIDÉMIOLOGIE DE LA MALADIE ET MODALITÉS DE TRANSMISSION

2.3.1. Entre sangliers

La localisation préférentielle des lésions chez le sanglier se situe dans les nœuds lymphatiques rétropharyngiens. Cette localisation permet d'émettre une hypothèse de contamination principale par voie alimentaire (ingestion), bien que ces ganglions drainent également la sphère respiratoire supérieure. Ainsi, la contagion serait sans doute directe pour le marcassin à la mamelle de la mère infectée, que ce soit par absorption de lait infecté (sachant que des bacilles peuvent être excrétés en petite quantité, en l'absence de lésion de la mamelle), ou à l'occasion des multiples contacts entre la mère et les jeunes à la mamelle. Si l'excrétion fécale venait à être mise en évidence à la fin de notre étude, une contamination oro-fécale pourrait également être envisageable.

Chez les sujets plus âgés, la contagion peut sans doute se faire par contact entre animal infecté et animal sain. Or, le mode de vie des sangliers « en compagnie » multiplie les contacts et facilite la contagion. Par ailleurs, il est fort probable que la consommation de carcasses infectées joue un rôle majeur chez le sanglier dont le régime est omnivore, d'où l'intérêt de la destruction des viscères des animaux tués à la chasse, intérêt confirmé par de récents travaux de modélisation [Zanella, 2007].

La majorité des sangliers porteurs de lésions ne portent que des lésions ganglionnaires ($80,8 \pm 9\%$), ce qui peut signifier au plan pathogénique que pour ces animaux, la maladie n'a pas eu suffisamment le temps d'évoluer pour provoquer la multiplication de lésions visibles. Le sanglier est une espèce très réceptive à *M. bovis* (il les capte très vite partout où il y en a), mais chez la plupart des individus les bactéries restent localisées dans les ganglions céphaliques, sans extension organique, avec possibilité de stérilisation des lésions par calcification. Ceci est un point plutôt intéressant du point de vue des conséquences relatives à la lutte contre la tuberculose sylvatique : en diminuant la prévalence, on diminue la proportion des animaux porteurs de lésions ouvertes et donc dangereux du point de vue de la contagion. Les lésions ouvertes (organiques) sont surtout observées chez les sujets âgés. Nous pouvons donc penser qu'une pression de chasse suffisante pourrait faire passer la population en dessous d'un seuil de risque de persistance de sujets excréteurs. Le comportement pourrait jouer un rôle essentiel. Les sangliers utilisent leur groin pour communiquer, se toucher, se renifler, labourer le sol à la recherche de nourriture, ce qui représente autant d'occasions de se contaminer.

Cette localisation à proximité des glandes salivaires laisse penser que les sangliers pourraient excréter des bacilles par cette voie. Si tel était le cas, les mœurs de cette espèce durant le rut (frottement aux arbres, marquage du territoire par salivation) pourraient expliquer en partie le maintien de l'infection chez cette espèce, et éventuellement la contamination d'autres espèces.

2.3.2. Des bovins aux sangliers

Il apparaît peu probable qu'il y ait contamination directe entre ces deux espèces par aérosol par exemple. En effet, les habitudes alimentaires et les mœurs des

sangliers ne les conduisent pas à être en contact avec les bovins. Cependant, ils sont largement en contact avec leurs déjections une fois que le fumier ou le lisier jeune ont été épandus dans les champs. En effet, les sangliers visitent souvent les champs afin d'y trouver de la nourriture. Ils fouillent le sol, et reniflent largement la terre. Si la zone est contaminée, ils peuvent inhaler et / ou ingérer de nombreuses particules infectantes, ce qui fait que le sanglier, très réceptif constitue sans doute une excellente sentinelle épidémiologique des infections bovines [Zanella 2008 et Hars *et al*, 2007].

2.3.3. Des sangliers aux bovins

Les animaux excréteurs constituent une source d'émission. Contrairement aux cerfs, les sangliers ne partagent pas les pâtures avec les bovins, et fréquentent rarement leurs auges. Ainsi, les possibilités de transmission par contact semblent très faibles.

Cependant, en situation de forte prévalence, il est possible que les sangliers puissent jouer un rôle en contaminant indirectement l'environnement des bovins : par exemple en contaminant une aire d'abreuvement des bovins au pâturage qui pourrait leur servir accessoirement de bauge. Dans tous les cas, leur rôle dans la contamination des bovins est secondaire par rapport à celui du cerf qui est considéré aujourd'hui en forêt de Brotonne comme le réservoir primaire de *M. bovis*. Donc, si la densité des sangliers diminue, diminueront avec elle les risques de transmission entre sangliers, de développement de lésions ouvertes et de contamination des pâturages des bovins.

2.4. CYCLE EPIDEMIOLOGIQUE DE LA TUBERCULOSE CHEZ LES SANGLIERS

Il est vraisemblable que des contaminations aient pu avoir lieu depuis longtemps à partir de bovins ou de cerfs malades. Comme pour d'autres maladies, le changement du profil épidémiologique peut être mis en relation avec l'extraordinaire augmentation de la densité de

cette espèce au cours des trente dernières années. En effet, en trente ans, le tableau de chasse national (reflet de l'évolution des populations) a été multiplié par 8.

La question se pose de savoir si l'infection peut évoluer de façon autonome dans la population des sangliers où se constituerait un réservoir primaire. Certes, le haut niveau de prévalence peut laisser à penser que c'est le cas actuellement : la tuberculose s'entretient chez les sangliers sans qu'il soit nécessaire que des recontaminations interspécifiques réensemencent le milieu. Neuf foyers de tuberculose bovine ont été localisés à proximité de la forêt de Brotonne depuis 1998. Le même spoligotype a été trouvé parmi les souches de la faune sauvage et dans les souches des bovins. Ceci indique qu'il y a circulation du bacille entre les deux types de populations et implique qu'il ne faudra pas relâcher les mesures de surveillance et de contrôle dans les élevages bovins, en parallèle de la gestion de la maladie dans la faune sauvage.

2.5. AUTRES ESPECES

Sur les 38 chevreuils analysés à ce jour (dont les 3 qui avaient des lésions) aucun n'était infecté par *M. bovis*.

La prévalence chez les cerfs a nettement baissée ; elle est passée de 21,5% (23/107) en 2005-2006 à 10% (15/149) cette année ($p = 0,01$). Le tableau lésionnel dans cette espèce n'a pas évolué. Les lésions observées sont toujours des abcès purulents avec une localisation principalement sur les ganglions mésentériques. Etant donné le type de lésions, nous confirmons que le mécanisme pathogénique dans cette espèce est différent de celui des sangliers.

Nous pensons que les cerfs étant une espèce plus sensible, pourraient constituer le réservoir primaire de la maladie et que leur éradication, accompagnée de la réduction de la population de sangliers permettrait d'éradiquer à terme la tuberculose [Zanella, 2007] dans le massif de Brotonne-Mauny.

V - CONCLUSION

Depuis 2001, à la suite de la découverte fortuite de grands cervidés infectés par *M. bovis* en forêt de Brotonne, des enquêtes épidémiologiques, ainsi que des mesures de lutte ont été mises en place. Ainsi, les enquêtes menées révélaient d'emblée une prévalence inquiétante de l'infection chez les cerfs ($14\% \pm 8\%$) et chez les sangliers ($28\% \pm 9\%$ en 2002). L'étude menée 2006-2007 dans le cadre du programme de surveillance de la maladie avait pour but de connaître avec précision la prévalence de la maladie ainsi que le tableau lésionnel chez le sanglier et les risques de transmission interspécifiques. Pour cela nous avons effectué des prélèvements sur les animaux abattus à la chasse dans l'ensemble du massif de la forêt de Brotonne. L'analyse des prélèvements des ganglions (rétropharyngiens, pulmonaires et mésentériques) effectués systématiquement sur 310 sangliers parmi les 483 venaisons inspectées après les chasses a permis d'aboutir au constat suivant : 26,3% des sangliers étaient porteurs de lésions d'allure tuberculeuse, dont 78% étaient localisées aux ganglions rétropharyngiens. Ce tableau lésionnel n'a pas évolué et, de même que les années précédentes, les lésions étaient majoritairement calcifiées (83,6%). La prévalence de l'infection était de 31%. Cette valeur très élevée et stable depuis la découverte du foyer, montre que les effets des mesures mises en place ne sont pas encore visibles dans cette espèce. Il n'y a pas de corrélation entre le sexe et la prévalence des lésions ou de l'infection ; par contre, les animaux plus âgés sont significativement plus touchés. Il est important de souligner que 30,4% des animaux infectés n'ont pas de lésion. Aucun chevreuil (sur 38 analysés) n'a permis l'isolement de *M. bovis* en 2006-2007.

Les mesures de lutte mises en place en 2002 doivent être poursuivies, à savoir, la réduction

drastique des effectifs d'ongulés sauvages sensibles (comportant l'éradication du cerf décidée en 2006), l'élimination des viscères par l'équarrissage, l'interdiction de l'affouragement, la mise en place de clôtures pour limiter le contact entre les animaux de la faune sauvage et les bovins domestiques.

Il est nécessaire de continuer la surveillance afin de suivre l'évolution de la prévalence chez les sangliers au fil des années, ainsi que de vérifier les effets des mesures de lutte. La réduction de la population (plus de 770 sangliers abattus pendant la saison 2006-2007) devrait limiter la circulation du bacille intra-espèce.

La tuberculose en forêt de Brotonne soulève un problème d'hygiène et de sécurité sanitaire pour les chasseurs. Ceci montre l'importance de la diffusion de l'information à tous les acteurs concernés. Une formation de base sur la reconnaissance d'organes sains et de lésions, permettrait de détecter précocement des problèmes pathologiques. De plus, il est important de les sensibiliser aux risques zoonotiques et de biocontamination. Il est en effet nécessaire de maintenir leur attention sur la dangerosité de l'abandon des viscères dans la forêt.

Au-delà de la forêt de Brotonne, nous soulignons l'importance de la diffusion de ce type d'information à l'ensemble des chasseurs de tous les massifs français, car il se pourrait que le cas de la forêt de Brotonne ne soit pas un cas isolé.

Cela soulève un problème plus général, à savoir la gestion des déchets de chasse à l'échelle nationale. Il n'existe pas de réglementation sur ce point en dehors du contexte traité ici. Or il est important de pouvoir prévenir ce genre de situation, et ce, en limitant les facteurs de risque.

BIBLIOGRAPHIE

Bengis R.G., Kriek N.P., Keet D.F., Raath J.P., De Vos V., Huchzermeyer H.F. - An outbreak of bovine tuberculosis in a free-living African buffalo (*Syncerus caffer sparrman*) population in the Kruger National Park : a preliminary report.

Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 1996, **63** (1), 15-18.

Clifton-Hadley R.S., Sauter-Louis C.M., Lugton I.W., Jackson R., Durr P.A., Wilesmith J.W. - *Mycobacterium bovis* infections. *Infectious*

- Disease of Wild Mammals*, 2000, 40-361, 578 p.
- Coleman J.D., Cooke M.M. - *Mycobacterium bovis* infection in wildlife in New Zealand. *Tuberculosis*, 2001, **81** (3), 191-202.
- Collins J.D. - Tuberculosis in cattle : Strategic planning for the future. *Veterinary Microbiology*, 2006, **112**, 369-381.
- De Lisle G.W., Mackintosh C.G., Bengis R.G. - *Mycobacterium bovis* in free-living and captive wildlife, including farmed deer. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties*, 2001, **20** (1), 86-111.
- De Lisle G.W., Bengis R.G., Schmitt S.M., O'Brien D.J. - Tuberculosis in free-ranging wildlife : detection, diagnosis and management. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties*, 2002, **21** (2), 317-334.
- Duvauchelle A.. - *La tuberculose chez le Cerf élaphe (Cervus elaphus) et le Sanglier d'Europe (Sus scrofa) dans la forêt de Brotonne*. Thèse pour le doctorat vétérinaire, Nantes. 2007, 133 p.
- Gortazar C., Vicente J., Samper S., Garrido J.M., Fernandez-de-Mera I.G., Gavin P., Juste R.A., Martin C., Acevedo P., De La Puente M., Höfle U. - Molecular characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex isolates from wild ungulates in south-central Spain. *Veterinary Research*, 2005, **36**, 43-52.
- Hars J., Boschioli M.-L., Duvauchelle A., Zanella G., Garin-Bastuji B. - Emergence de la tuberculose bovine chez le cerf et le sanglier en France. Risque pour l'élevage bovin. *Bull. Groupements Tech. Vet.*, 2007, **40**, 27-31.
- Hénault S., Karoui C., Boschioli M.L. - A PCR based method for tuberculosis detection in wildlife, In P. Vannier and D. Espeseth (ed.), *New Diagnostic Technology : Applications in Animal Health Biological Controls*, vol. 126. Karger, Basel, 2006, 123-132.
- Machackova M., Matlova L., Lamka J., Smolik J., Melicharek I., Hanzlikova M., Docekal J., Cvetnic Z., Nagy G., Lipiec M., Ocepik M., Pavlik I. - Wild boar (*Sus scrofa*) as a possible vector of mycobacterial infections : review of literature and critical analysis of data from Central Europe between 1983 to 2001. *Veterinary Medicine*, 2003, **48** (3), 51-65.
- Maeder S. - Etude de la tuberculose chez le sanglier (*Sus scrofa*), réservoir de la tuberculose bovine ? Enquête épidémiologique 2006-2007 en forêt de Brotonne - Mauny (France). Thèse pour le doctorat vétérinaire, Maisons-Alfort. 2008, 121 p.
- More S.J., Good M. - The tuberculosis eradication programme in Ireland : A review of scientific and policy advances since 1988. *Veterinary Microbiology*, 2006, **112**, 239-251.
- Serraino A., Marchetti G., Sanguinetti V., Rossi M.C., Zanoni R.G., Catozzi L., Bandera A., Dini W., Mignone W., Franzetti F., Gori A. - Monitoring of transmission of tuberculosis between wild boars and cattle : genotypical analysis of strains by molecular epidemiology techniques. *Journal of clinical microbiology*, 1999, **37** (9), 2766-2771.
- Tessaro S.V., Forbes L.B., Turcotte C. - A survey of brucellosis and tuberculosis in bison in and around Wood Buffalo National Park, Canada. *Canadian Veterinary Journal*, 1990, **31** (3), 174-180.
- Vicente J., Höfle U., Garrido J.M., Fernandez-de-Mera I.G., Juste R., Barral M., Gortazar C. - Wild boar and red deer display high prevalences of tuberculosis-like lesions in Spain. *Veterinary Research*, 2006, **37**, 107-119.
- Zanella G. - Tuberculose bovine dans une population de cerfs et de sangliers sauvages. Epidémiologie et modélisation. Thèse doctorat d'Etat. Université Paris XI, 2007, 248 p.
- Zanella G., Durand B. Hars J., Moutou F., Garin-Bastuji B., Duvauchelle A., Fermé M., Karoui C., Boschioli M.L.J. - *Mycobacterium bovis* in wildlife in France. *Wildl Dis.*, 2008 ; **44** (1), 99-108.