

Maisons-Alfort, le 3 mars 2009



AGENCE FRANÇAISE
DE SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS

Avis

de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur l'évaluation du risque relatif à la tuberculose de la faune sauvage en forêt de Brotonne.

LA DIRECTRICE GÉNÉRALE

Rappel de la saisine

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a été saisie par la Direction générale de l'alimentation (DGAI), le 23 octobre 2008, d'une demande d'avis concernant l'évaluation du risque relatif à la tuberculose de la faune sauvage en forêt de Brotonne.

Cette saisine est consécutive à quatre saisines antérieures concernant la tuberculose en forêt de Brotonne :

- la saisine 2005-SA-0336 relative à un recours gracieux contre l'arrêté préfectoral du 8 août 2005 fixant les conditions de chasse de l'espèce cerf élaphe (*Cervus elaphus*) dans le massif de Brotonne-Mauny pour la campagne 2005-2006 et qui visait à éradiquer le foyer de tuberculose présent dans le massif par une réduction drastique de la population de cerfs ;
- la saisine 2006-SA-0265 relative aux diverses mesures de prévention et de lutte, en termes de santé animale, contre la tuberculose en forêt de Brotonne ;
- les saisines 2006-SA-0301 et 2007-SA-0229 traitant du risque pour la santé publique (manipulation et consommation des venaisons, modalités d'inspection) lié à ce foyer de tuberculose.

La présente saisine porte principalement sur des questions relatives au rôle du sanglier sauvage (*Sus scrofa scrofa*) dans l'épidémiologie de la tuberculose en forêt de Brotonne.

Les questions posées par la DGAI sont les suivantes :

1. Faut-il réviser le statut de l'espèce sanglier dans le massif de Brotonne-Mauny, considéré jusqu'à présent comme un réservoir secondaire de la tuberculose ? Pourrait-il être considéré, à l'égal du cerf, comme un réservoir primaire de tuberculose sauvage ?
2. Existe-t-il des données scientifiques permettant d'établir une densité optimale de sangliers à l'hectare qui permettrait d'éviter ou de réduire la contamination tuberculeuse au sein ou à partir de cette espèce ?
3. Une fois les objectifs d'élimination des cerfs et de diminution de la population de sangliers atteints, quelle période de « vide sanitaire » devrait être appliquée avant la réintroduction de cerfs ? Quel type de suivi sur les animaux restants (sangliers notamment) ou quelles autres mesures peuvent être préconisés avant cette réintroduction pour minimiser autant que possible le risque de résurgence du foyer après réintroduction de cervidés ?

Avis du Comité d'experts spécialisé « Santé animale »

Le Comité d'experts spécialisé « Santé animale » (CES SA), réuni les 14 janvier et 4 février 2009, formule l'avis suivant :

« Contexte et état des lieux »

En 2000, la France a été déclarée officiellement indemne de tuberculose bovine et, à cette date, Mycobacterium bovis n'y avait jamais été isolé chez un animal sauvage en liberté¹. Cependant, depuis 2001, l'infection tuberculeuse a été identifiée sur des animaux sauvages, principalement des sangliers et des cerfs, de plusieurs départements.

1. Situation épidémiologique de la tuberculose dans la faune sauvage de la forêt de Brotonne-Mauny (Seine-Maritime et Eure)

A la suite de la découverte, en janvier-février 2001, de trois cas de tuberculose à M. bovis chez des cerfs tués à la chasse en forêt de Brotonne, une enquête épidémiologique a été mise en place durant la saison de chasse 2001-2002.

La zone concernée, (le massif de Brotonne-Mauny), est constituée par la forêt de Brotonne, située en Seine-Maritime (7200 ha) et pour une petite partie dans l'Eure (1000 ha), et par la forêt de Mauny. La plus grande partie de ces territoires sont domaniaux, donc gérés par l'Office National des Forêts (ONF). Le massif forestier de Brotonne-Mauny peut être considéré comme une entité épidémiologique autonome, dont les populations sauvages n'ont pas (ou très peu) de relations avec celles des autres territoires boisés de la Seine-Maritime et de l'Eure. En effet, il s'agit d'un massif enserré (et donc délimité) par une boucle de la Seine au nord, à l'est et à l'ouest, et par l'autoroute A 13 au sud (cf. carte n°1).



Carte n°1 : Situation géographique des forêts de Brotonne et de Mauny

Les résultats des analyses (recherche de M. bovis par culture systématique des ganglions pulmonaires et rétro-pharyngiens, ainsi que de toute lésion abcédée suspecte) effectuées sur des prélèvements d'un échantillon de cerfs, sangliers et chevreuils tués à la chasse ont révélé le portage de M. bovis. Sur 28 % (IC 95 % : 19,2%-37,8%) des 85 sangliers contrôlés et 14 % (IC 95 % : 6,7 % - 21,3 %) des 77 cerfs contrôlés, des résultats positifs ont été obtenus. Ces chiffres ont été d'emblée considérés comme très élevés et préoccupants (Hars et al., 2004). Aucun isolement de M. bovis n'a été obtenu, en revanche, à partir des 38 chevreuils examinés. Peu d'animaux présentaient des lésions visibles à l'inspection par les chasseurs². Les analyses de typage moléculaire menées au Laboratoire national de

¹ En revanche, la tuberculose a été plusieurs fois observée dans des élevages de cervidés.

² A noter que les ganglions mésentériques n'avaient pas été inspectés systématiquement, en particulier chez le cerf, lors de cette première enquête. Ce site lésionnel n'est en effet pas classiquement décrit,

référence ont montré que la souche isolée chez les animaux sauvages (spoligotype SB0134 et type VNTR spécifique) était identique à celle isolée chez les bovins abattus antérieurement dans le voisinage de la forêt de Brotonne (huit cheptels bovins infectés entre 1986 et 2000).

Les mesures de lutte suivantes ont été mises en œuvre depuis 2002 par les Directions départementales des services vétérinaires de la Seine-Maritime et de l'Eure :

- engagement d'un processus de réduction des densités d'ongulés sauvages,
- destruction des viscères des animaux tués à la chasse,
- interdiction de l'agrainage à poste fixe,
- pose de clôtures sur certaines lisières forestières,
- dépistage renforcé, par tuberculination, des élevages situés à proximité de la forêt,
- inspection des venaisons et information des chasseurs et éleveurs.

Malgré ces mesures, la surveillance épidémiologique fondée, entre 2003 et 2005, sur l'examen des carcasses de 183 cervidés et de 210 sangliers par un vétérinaire sanitaire, a révélé une aggravation des tableaux lésionnels chez les cerfs et les sangliers. Ce phénomène a été confirmé par l'enquête menée durant la saison de chasse 2005-2006 en appliquant le même protocole qu'en 2001-2002 (contrôles et analyses systématiques des ganglions et des lésions abcédées sur un échantillon d'animaux sauvages). Les résultats de cette enquête (Duvauchelle, 2007) ont montré une augmentation du nombre de lésions macroscopiques, tant chez le cerf que chez le sanglier, un accroissement du taux de portage de *M. bovis* chez le cerf (23 %) et une relative stabilité du taux de portage chez le sanglier (environ 30 %). Par ailleurs, *M. bovis* a été isolé pour la première fois sur un chevreuil, un blaireau et un renard.

Chez le cerf, le tableau nécropsique était dominé par des lésions abcédées purulentes, donc évolutives, touchant préférentiellement les ganglions mésentériques et secondairement la plèvre, le poumon ou la rate. Chez le sanglier, les lésions étaient, le plus souvent, caséocalcaires et calcifiées, donc stabilisées, et concernaient très majoritairement les ganglions rétro-pharyngiens. Des lésions hépatiques, articulaires et pulmonaires ont également été observées (Zanella et al., 2008a et b ; Hars et al., 2007).

Face à cette situation et considérant que cette espèce constituait le réservoir primaire de l'infection, il a été décidé, avant la saison de chasse 2006-2007, d'entamer un programme d'élimination totale de la population de cerfs élaphe de la forêt de Brotonne, lequel devait s'achever en 2008. Il a également été décidé de réduire drastiquement la population de sangliers, en espérant qu'elle ne constitue qu'un réservoir secondaire : hypothèses retenues d'après la différence des tableaux lésionnels observés chez le cerf et le sanglier (Zanella 2007 et 2008b) et d'après la bibliographie étrangère (voir § 3.). Cent soixante-douze cerfs et 772 sangliers ont été abattus lors de cette saison de chasse.

Parmi les 172 cerfs abattus, l'examen de 149 animaux a révélé une prévalence apparente de la tuberculose de 10 %, en nette diminution, donc, par rapport à l'année précédente, avec toujours une localisation préférentielle des lésions abcédées purulentes dans les ganglions mésentériques.

Parmi les 772 sangliers abattus, 483 ont été examinés et 310 ont fait l'objet d'une mise en culture systématique des ganglions céphaliques, pulmonaires et mésentériques. La prévalence apparente d'infection s'est maintenue à 31 % mais avec des lésions localisées préférentiellement aux ganglions céphaliques et apparemment plus stabilisées que chez les cerfs. Par ailleurs, un tiers des animaux infectés présentait des lésions tuberculeuses autres que céphaliques (poumons, ganglions médiastinaux, ganglions mésentériques, rate) et un animal présentait une tuberculose généralisée ; ceci traduisant probablement une plus forte circulation bactérienne (Maeder 2008 ; Maeder et al., 2008).

Chez le chevreuil, en revanche, aucun des 53 animaux prélevés ne s'est révélé porteur de *M. bovis*.

Lors de cette enquête 2006-2007, des analyses PCR ont été réalisées sur des écouvillons oro-pharyngés et sur des fèces de cerfs et sangliers suspects de tuberculose à l'inspection,

mais il s'est ensuite avéré, lors de l'enquête, être le site le plus touché et le plus macroscopiquement visible chez cette espèce.

afin d'évaluer l'excrétion de *M. bovis*. Les 61 écouvillons de sangliers et huit de cerfs, ainsi que les 56 fèces de sangliers et cinq de cerfs se sont avérés négatifs pour *M. bovis*, bien que les animaux se soient révélés porteurs, pour une partie d'entre eux, de mycobactéries atypiques.

De plus, afin d'évaluer la contamination environnementale, des analyses PCR ont été mises en œuvre sur 100 prélèvements de terre et d'eau de zones fréquentées par les ongulés sauvages (bouttis, bauges, souilles, etc.). Elles n'ont pas permis de détecter la présence de *M. bovis* dans l'environnement. Par contre, de nombreuses mycobactéries atypiques et *Mycobacterium avium* ont été détectées (Hars et al, 2009).

A l'ouverture de la saison de chasse 2007-2008, on considérait qu'il restait 60 à 100 cerfs à éliminer pour mener à terme le plan d'éradication sur la population estimée à environ 500 cerfs en 2000. L'estimation précise des effectifs de sangliers était impossible (sans doute supérieurs à 1000 animaux), mais on pouvait espérer, sans néanmoins aucune garantie, que le quasi-doublement du tableau de chasse réalisé en 2006-2007 (772 animaux pour 350 à 450 animaux dans les années 1996-2006) commençait à répondre à la demande de réduction importante de la population.

L'enquête 2007-2008 a révélé que sur 65 cerfs éliminés entre octobre 2007 et juin 2008³, 22,7 % étaient tuberculeux, chiffre comparable à celui de la saison 2005-2006 et infirmant l'apparente amélioration observée en 2006-2007⁴. Chez les 669 sangliers abattus, dont 382 ont été examinés, 19 % étaient infectés par *M. bovis*. Ce pourcentage significativement inférieur à celui de 2006-2007 laissait espérer une apparente amélioration mais, même si la localisation des lésions dans les ganglions céphaliques restait prépondérante, 48,6% des animaux étaient infectés au niveau des ganglions médiastinaux et pulmonaires, 37,8% au niveau des ganglions mésentériques, et 52,6% des animaux étaient atteints sur au moins deux sites ganglionnaires ou organiques. En outre, deux animaux, un jeune de l'année et un adulte, présentaient une tuberculose considérée comme généralisée (Hars et al., 2009).

2. Situation épidémiologique de la tuberculose dans la faune sauvage, en particulier chez le sanglier, des autres départements français

- En Côte-d'Or, à la suite de l'apparition dans le canton de Pouilly-en-Auxois de sept foyers de tuberculose bovine, dont plusieurs d'origine inexpliquée, ayant entraîné l'abattage de plus de 1600 bovins en 2002 et 2003, l'examen d'une trentaine de cerfs, tués à la chasse dans ce secteur au cours de la saison 2002-2003, a révélé la présence d'un seul animal infecté (une biche cachectique présentant une tuberculose généralisée s'exprimant par de multiples abcès purulents). A partir de 2003, des contrôles et des analyses ont été réalisés de manière systématique, conformément au protocole suivi en forêt de Brotonne, sur un échantillon de cerfs et de sangliers tués durant chaque saison de chasse dans la zone à risque.

Au total, des prélèvements provenant de 284 cerfs, 160 sangliers, 56 chevreuils et une cinquantaine de blaireaux ont été analysés entre 2003 et 2006. Aucun cerf, ni chevreuil, ni blaireau n'a été trouvé porteur de *M. bovis* ; la bactérie n'a été détectée que dans les ganglions céphaliques de deux sangliers tués, l'un en 2003 et l'autre en 2004, dans une zone où trois nouveaux foyers bovins avaient été déclarés (Hars et al., 2007). La même souche bactérienne (spoligotype SB0134 et même profil VNTR) a été isolée chez les bovins, le cerf et les sangliers.

Lors de la saison de chasse 2007-2008, les 60 cerfs testés étaient négatifs, mais sur 72 sangliers prélevés dans deux zones où une recrudescence de foyers bovins a été observée, quatre animaux étaient porteurs de *M. bovis* dont un jeune sanglier présentant une tuberculose étendue et évolutive.

³ L'éradication de la population n'ayant pas été atteinte fin février 2008, date de fermeture de la chasse, des opérations exceptionnelles d'abattage ont été menées par les services de l'ONCFS et les lieutenants de louveterie, sous la responsabilité des préfets, tout au long du printemps et de l'été 2008.

⁴ Différence entre les 10 % de 2006-2007 et les 22,7 % de 2007-2008 statistiquement significative (Test de Fischer, p = 0,04621).

Au début de la saison de chasse 2008-2009, alors que de nouveaux foyers bovins ont été déclarés, neuf sangliers sur 90 testés présentaient des lésions suspectes qui demandent à être confirmées. Les analyses sont en cours.

- En Haute-Corse, lors d'une enquête menée en 2003-2004, sur 100 sangliers tués à la chasse, *M. bovis* a été isolé cinq fois. Trois nouveaux sangliers tuberculeux ont été détectés en 2007. Ces cas sont à mettre en relation avec la situation de la tuberculose bovine dans ce département, où plusieurs cas déclarés en 2006 et 2007 chez des bovins mais aussi chez des porcs, sont liés aux mêmes spoligotypes (SB0120 et SB0840) que ceux retrouvés chez les sangliers.

- Dans les Pyrénées-Atlantiques, on a découvert début 2005 un sanglier porteur de lésions pulmonaires d'où a été isolée une souche de *M. bovis* (spoligotype SB1005) identique à celle identifiée dans deux foyers bovins voisins. Les enquêtes menées durant les saisons de chasse 2005-2006 et 2006-2007 ont permis d'isoler *M. bovis* à trois reprises chez le sanglier sur 227 animaux analysés. Quatre sangliers, dont un présentait des lésions macroscopiques étendues, ont ainsi, au total, été trouvés infectés dans ce département (Hars et al., 2007).

- En Dordogne, l'enquête épidémiologique menée en 2005-2006 dans la faune sauvage, à la suite d'une spectaculaire recrudescence de la tuberculose dans les cheptels bovins, n'avait pas permis d'isolement de *M. bovis* sur plus de 400 cerfs, chevreuils et sangliers prélevés dans les zones « à risque ». Cela tendait à mettre hors de cause l'éventualité d'un réservoir sauvage et laissait supposer que le problème de la tuberculose concernait spécifiquement la filière bovine dans ce département. A la demande des organisations agricoles, la DDSV 24 a reconduit l'enquête en 2007-2008 sur une quarantaine de cerfs prélevés dans la zone la plus infectée sans qu'aucun n'ait été trouvé infecté.

Méthode d'expertise

L'expertise collective a été réalisée sur la base d'un rapport initial rédigé par quatre rapporteurs qui a été présenté, discuté en séance et validé par le Comité d'experts spécialisé « Santé animale », réuni les 14 janvier et 4 février 2009.

Elle a été conduite sur la base des documents suivants :

- les documents fournis par le demandeur (arrêté préfectoral du 12 janvier 2007 et arrêtés préfectoraux pris pour la saison de chasse 2008-2009, bilan provisoire de la surveillance 2007-2008 en forêt de Brotonne établi par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS), programme de surveillance 2008-2009) ;
- la bibliographie citée en fin d'avis ;
- les précédents avis de l'Afssa sur la tuberculose de la faune sauvage en forêt de Brotonne ;
- les discussions avec les experts italiens et espagnols ;
- les discussions avec les spécialistes de l'ONCFS du suivi démographique du sanglier et du cerf (Centre National d'Etude et de Recherche Appliquée (CNERA) cervidés-sanglier) et de l'épidémiologie des maladies du sanglier (Unité sanitaire de la faune) ;
- les données d'effectifs d'ongulés de l'ONF ;
- la discussion entre les experts du CES SA et les rapporteurs.

Argumentaire

1. Epidémiologie de la tuberculose dans la faune sauvage dans le monde

Après avoir classé les différentes espèces sauvages suivant le rôle qu'elles peuvent jouer dans l'épidémiologie de la tuberculose, nous nous intéresserons plus particulièrement au sanglier, principal objet de cette saisine.

Depuis les années 60, la tuberculose due à *M. bovis* a été décrite dans la faune sauvage de plusieurs pays à travers le monde. Selon les cas, les différentes espèces de mammifères trouvées infectées par *M. bovis* peuvent être considérées comme :

- des réservoirs primaires, capables d'entretenir à eux seuls l'infection dans le milieu naturel et de la transmettre aux autres espèces réceptives et/ou sensibles, domestiques ou sauvages ;
- des réservoirs secondaires, capables d'entretenir l'infection et de la transmettre à d'autres espèces sauvages ou domestiques tant que le réservoir primaire est présent dans la nature. Si ce réservoir est éradiqué, l'infection persistera un certain temps dans le réservoir secondaire, mais finira par disparaître naturellement ;
- des culs-de-sac (ou impasses) épidémiologiques, victimes de contaminations à partir du ou des réservoirs, incapables d'entretenir ni de transmettre l'infection tuberculeuse à long terme, mais pouvant être des sentinelles épidémiologiques comme le sont les prédateurs et nécrophages qui interviennent en bout de chaîne alimentaire (Tableau I).

On constate dans le tableau I que la tuberculose a été signalée chez le sanglier dans plusieurs pays et que cette espèce apparaît, suivant les cas, dans les trois « classes épidémiologiques ».

Tableau I : Classification des espèces sauvages selon le rôle épidémiologique qu'elles peuvent jouer dans l'entretien de l'infection tuberculeuse dans différents pays (Hars et al., 2006).

Classification	Espèce	Pays
Réservoir primaire	Blaireau Possum Buffle Buffle d'eau Bison américain Cerf de Virginie Cerf élaphe d'élevage Cerf élaphe sauvage Sanglier	Grande-Bretagne (GB), Irlande Nouvelle Zélande (NZ) Afrique Australie Canada Etats-Unis NZ France Espagne
Réservoir secondaire	Cerf élaphe sauvage Furet Grand Koudou Sanglier	GB, NZ NZ Afrique Australie, Hawaï, Espagne, Italie, NZ, France ?
Cul-de-sac épidémiologique	Sanglier Prédateurs carnivores (lion, léopard, lynx, coyote, renard) Lapin Hérisson, taupe, rat	Italie, Australie, NZ, France ? Afrique, Etats-Unis, GB, Espagne GB GB, NZ

- En Italie (Mignone et al., 1992, 1996 et 1997 ; Serraino et al., 1999 ; Machakova et al., 2003 ; Bollo et al., 2000 ; Zanella, 2007), des cas de tuberculose ont été décrits à partir de 1989 chez des sangliers des régions de Ligurie et du Piémont où le cheptel bovin n'était pas indemne. Plusieurs enquêtes menées sur des sangliers tués à la chasse dans les années 1990 ont révélé des prévalences allant de 3 % à 15 % et un portage prépondérant de *M. bovis* dans les ganglions céphaliques, avec de rares cas de généralisation de la maladie. Les souches isolées avaient le même profil que celles des bovins infectés dans les zones d'enquête. Les éléments nécropsiques et histologiques ont fait considérer le sanglier comme un mauvais réservoir de tuberculose (Dini et al., 1998) et plutôt comme un cul-de-sac

épidémiologique (au pire un réservoir secondaire au réservoir primaire bovin). D'après ces auteurs, le sanglier serait néanmoins une excellente sentinelle révélant la contamination de l'environnement par les mycobactéries et, par la même occasion, la présence de l'infection dans la population bovine. La contamination des sangliers par voie orale, à la suite de la fréquentation de pâtures fréquentées par des bovins tuberculeux, est considérée comme plus probable que des contaminations respiratoires directes.

- En Australie, la tuberculose était présente dans les années 1960 à 1980 chez les bovins et chez le buffle d'eau qui constituaient un réservoir sauvage dans le nord du pays avec des prévalences de lésions pulmonaires de 25 %. Parallèlement, lors de plusieurs enquêtes conduites chez le sanglier entre 1958 et 1976, des prévalences lésionnelles de 50 % et des prévalences d'infection par *M. bovis* de 19 % étaient observées, mais avec des lésions cantonnées aux ganglions céphaliques, laissant supposer une excrétion très faible à nulle (Corner et al., 1981 et 2006). L'éradication de la tuberculose chez les buffles, par élimination totale, a été entreprise en 1985 (population réduite de 20 buffles/km² à 0,1 buffle/km²). Elle a eu pour effet d'entraîner la quasi-disparition de la maladie chez le sanglier, chez lequel la prévalence est passée de 19 % dans les années 1970 à 0,25 % en 1992 ; ceci a montré que le sanglier était un réservoir secondaire, voire un cul-de-sac épidémiologique (Mc Inerney et al., 1995). On peut considérer que c'est sur ce modèle que s'est fondée jusqu'à présent la stratégie de lutte française.

- A Hawaï, une situation similaire à celle décrite en Australie a été rapportée. La prévalence d'infection par *M. bovis* de 17,7 % chez le sanglier, observée en 1980, a diminué graduellement jusqu'à 3 % après éradication de la maladie chez les bovins, ce qui a permis de classer le sanglier parmi les réservoirs secondaires (Machackova et al., 2003).

- En Nouvelle-Zélande, la tuberculose a été décrite chez quatorze espèces sauvages et domestiques dont trois sont considérées comme réservoirs primaires : les bovins domestiques, le cerf d'élevage et le possum (*Trichosurus vulpecula*) ; ce dernier est considéré comme le principal réservoir et représente un risque de retour de l'infection chez les animaux domestiques (Morris et al., 1994 & 1995 ; Jackson et al., 1995 ; De Lisle et al., 2001). Le furet, malgré de fortes prévalences observées, est un réservoir secondaire sur lequel le programme d'élimination, appliqué aux réservoirs primaires, n'a pas été retenu. Chez le sanglier, la prévalence peut atteindre 60 %, voire 100 % dans certains groupes familiaux fréquentant des zones où d'autres espèces sauvages sont infectées, alors que l'infection est rare voire nulle dans des zones indemnes de tuberculose sauvage. De ce fait, le sanglier a été utilisé dans les programmes de surveillance comme une espèce sentinelle, réintroduite, après pose de colliers émetteurs, dans les régions où la prévalence de la maladie était mal connue chez le possum ou le furet (Nugent et al., 2002). Lorsque la tuberculose est présente dans une zone, près de 100 % des sangliers de la zone sont porteurs de *M. bovis* en moins d'un an. Ceci montre la réceptivité de l'espèce, capable grâce à son comportement alimentaire omnivore, de capter et de concentrer très rapidement les mycobactéries présentes dans le milieu naturel, en particulier par la consommation de carcasses de possums infectés. Néanmoins, les études récentes sur l'expansion géographique de la tuberculose en Nouvelle Zélande ont beaucoup de mal à conclure quant au réel rôle du sanglier dans l'épidémiologie de la maladie. Il pourrait bien être un réservoir secondaire (et non un cul-de-sac épidémiologique) capable de disséminer *M. bovis*, tant que le ou les réservoirs primaires sont présents. Le programme de lutte est donc fondé sur le contrôle de la maladie dans les élevages bovins et sur la réduction des effectifs de possums pendant un minimum de 5 ans. Un vaccin BCG par voie orale administrable au possum est en cours d'essai.

- En Espagne⁵, la tuberculose à *M. bovis* est présente dans plusieurs régions du centre et du sud du pays, avec des prévalences très élevées dans des populations de sangliers et de cerfs à fortes densités, alors que la tuberculose est beaucoup moins présente dans le nord du pays où les populations d'ongulés sauvages sont beaucoup moins denses (Gortazar et al., 2003). Par exemple, des prévalences de 52 % chez le sanglier, 27 % chez le cerf et 18 % chez le daim sont observées dans le Parc de Doñana. Dans certains parcs de chasse qui

⁵ Pays où, à ce jour, la tuberculose a été la plus étudiée chez le sanglier.

sont de grands espaces clos où les sangliers sont nourris et où des bauges et souilles sont maintenues artificiellement, la prévalence apparente de la tuberculose peut atteindre 100 % (Vicente et al., 2006). Dès 2003, Parra et al. ont suggéré que les sangliers sont capables de maintenir la tuberculose sans avoir de contacts avec des bovins ou des cerfs infectés. La gravité et la fréquence des lésions observées chez le sanglier (lésions des ganglions pulmonaires observées chez 52 % à 83 % des sangliers suivant les études et lésions pulmonaires chez 38 % des animaux) ont conduit à penser qu'il peut être un réservoir primaire de tuberculose bovine dans des zones à fortes densités (Gortazar et al., 2005 ; Parra et al., 2006 ; Vicente et al. 2006). De plus, dans les habitats espagnols méditerranéens où la pratique de la chasse est intense, Vicente et al. (2007) et Acevedo et al. (2007) ont montré que la concentration de sangliers dans des parcs clos, dans lesquels sont aménagés des lieux de nourrissage et surtout des points d'eau artificiels, favorise l'apparition d'un réservoir primaire chez le sanglier. Enfin, les récents travaux de Martin-Hernando et al. (2007) et Naranjo et al. (2008) ont confirmé que le sanglier était capable d'entretenir la tuberculose au sein de populations indépendantes où des prévalences élevées, des lésions pulmonaires induisant une probable excrétion de *M. bovis*, en particulier par les animaux juvéniles, et un fort pourcentage de cas de tuberculose généralisée (57 % des animaux inspectés) sont observés.

En Espagne, on considère (Gortazar, communication personnelle) que l'interdiction de l'alimentation artificielle, la réduction du nombre de bauges où les animaux se concentrent, la réduction des densités et une vaccination orale seront nécessaires au contrôle de la tuberculose chez le sanglier. Des essais de vaccination orale du sanglier sont en cours et sont menés en parallèle à la mise au point d'appâts vaccinaux adaptés à cette espèce.

En conclusion, les différentes expériences étrangères mettent en évidence que le sanglier peut jouer différents rôles épidémiologiques en fonction du contexte. Dans certains cas, il peut n'être qu'un cul-de-sac épidémiologique en jouant toutefois le rôle de sentinelle (Nouvelle-Zélande, Italie par exemple). Dans d'autres contextes, il joue ou a joué un rôle de réservoir secondaire (Australie par exemple) mais en Espagne, il a clairement été montré qu'il pouvait constituer le réservoir principal de l'infection. L'examen lésionnel des animaux, l'âge et le pourcentage des animaux atteints constituent une aide à la détermination du rôle que peut jouer le sanglier dans l'épidémiologie de la tuberculose bovine dans un contexte écologique donné.

Il faut ajouter que la pathogénicité spécifique de la souche bactérienne en cause dans chaque foyer influe probablement sur le développement de la maladie chez les animaux sauvages, en particulier chez le sanglier.

2. Evolution de la situation épidémiologique de la tuberculose dans la faune sauvage de la forêt de Brotonne-Mauny et de la tuberculose du sanglier en France

Les enquêtes menées depuis 2001 dans la forêt de Brotonne-Mauny démontrent l'existence d'un foyer de tuberculose à *M. bovis* dans les populations de sangliers et de cerfs élaphe. C'est le seul site où, à ce jour, un véritable réservoir sauvage de *M. bovis* a été confirmé en France. Son origine est très probablement bovine, comme cela a été le cas pour tous les foyers de tuberculose « sauvage » dans le monde, et sa constitution a, sans doute, été favorisée par la configuration géographique de la forêt de Brotonne.

Le réservoir primaire semble y être le cerf élaphe au vu des prévalences observées et de sa capacité à développer des formes cliniques sévères de tuberculose où l'excrétion bacillaire est importante, comme cela a été décrit dans la littérature, notamment à l'étranger.

Le sanglier, considéré au tout départ comme un cul-de-sac épidémiologique car présentant très peu de lésions « ouvertes » ou disséminées (Zanella, 2007 et 2008), doit finalement plutôt être considéré comme un réservoir secondaire de l'infection compte tenu de l'aggravation du tableau lésionnel constatée entre 2002 et 2006. Cette aggravation survenue malgré le plan de lutte mis en place depuis 2002, associée à la découverte en 2006 de deux nouveaux foyers bovins à proximité de la forêt impliquant la même souche bactérienne que celle isolée chez les animaux sauvages et associée également au risque croissant de contaminations humaines (cf. avis Afssa 2006-SA-0301 et 2007-SA-0229), a conduit les autorités préfectorales de Seine-Maritime et de l'Eure à prendre des mesures draconiennes en 2006, visant à une éradication totale des cerfs et une réduction très importante des effectifs de sangliers de la forêt de Brotonne. Le bien-fondé de cette décision a été conforté

par les résultats des travaux de modélisation de Zanella (2007 et 2008c) qui prédisaient la disparition du foyer après l'élimination de la population de cerfs et un ramassage suivi de destruction de tous les viscères des animaux tués à la chasse afin de couper la chaîne de contamination des sangliers par consommation de produits infectés.

En élevage, il est admis que le moyen le plus efficace pour éradiquer la tuberculose est l'abattage total du cheptel suivi d'un vide sanitaire. Cette mesure est en général difficilement applicable dans la faune sauvage, mais on a considéré qu'elle serait techniquement réalisable dans le cas particulier de la population de cerfs de la forêt de Brotonne.

En 2007-2008, alors que le plan d'éradication du cerf avait déjà bien progressé, la prévalence de l'infection chez le sanglier a diminué, tout en restant encore élevée (19 %), mais le tableau lésionnel est actuellement préoccupant puisque plus de la moitié des animaux examinés lors de cette campagne, présentait des lésions sur au moins deux sites ganglionnaires et que deux animaux (dont un jeune), présentant une tuberculose étendue, étaient susceptibles d'excréter massivement *M. bovis*. La question de l'éventualité de création d'un réservoir primaire chez le sanglier en forêt de Brotonne apparaît donc tout à fait légitime.

Ailleurs en France, les situations épidémiologiques sont très différentes :

- en Côte-d'Or, la tuberculose dans les cheptels bovins (49 foyers depuis 2002) est beaucoup plus préoccupante qu'en Seine-Maritime et dans l'Eure, alors que la situation est, pour l'instant, moins préoccupante dans la faune sauvage puisqu'un seul cerf tuberculeux a été détecté depuis 2003, (animal sans doute contaminé « accidentellement » par des bovins). Toutefois, la prévalence semble augmenter chez le sanglier depuis 2007, avec, comme en forêt de Brotonne, plusieurs cas de tuberculose étendue (avec, entre autres, des lésions pulmonaires) chez des jeunes animaux. On ne peut donc exclure le risque de création d'un réservoir sauvage (secondaire) comme cela a dû se produire en forêt de Brotonne il y a quelques années où des cerfs et/ou des sangliers ont dû être contaminés par des bovins. C'est la raison pour laquelle la surveillance dans la faune sauvage est renforcée dans ce département et que l'importance de la cohabitation qui y est observée entre bovins, cerfs et sangliers a déjà amené les autorités à préconiser une réduction importante des effectifs d'ongulés sauvages ;

- dans les autres départements, les cas identifiés pour l'instant chez le sanglier confirment sans doute que cette espèce, par son comportement et son alimentation omnivore, constitue une excellente sentinelle épidémiologique, capable de révéler la contamination du milieu extérieur par des mycobactéries, y compris tuberculeuses. A noter que les souches isolées lors des enquêtes montrent toutes une identité de génotype avec des souches isolées précédemment sur des bovins de la même région.

Compte tenu de ces données, il est possible de considérer aujourd'hui que l'existence d'un foyer sauvage avéré et persistant de tuberculose du sanglier en forêt de Brotonne est favorisée par des conditions locales populationnelles, géographiques et climatologiques, qui ont pu contribuer à son apparition et à son développement.

3. Facteurs influençant le rôle épidémiologique du sanglier dans l'entretien et la propagation de la tuberculose bovine

Les expériences françaises et étrangères montrent que, suivant les cas, le sanglier sauvage peut être considéré comme une impasse épidémiologique, un réservoir secondaire ou un réservoir primaire de tuberculose. Il semble évident que l'espèce *Sus scrofa* est très réceptive aux mycobactéries, en particulier à *M. bovis*, ce qui fait d'elle une excellente sentinelle épidémiologique, capable de capter très rapidement ces agents dans le milieu extérieur. Elle résiste néanmoins mieux à l'infection que les bovins ou le cerf. Toutefois, le passage de l'espèce d'une classe épidémiologique à une autre dépend certainement de nombreux facteurs dont :

- la densité, qui influe indéniablement, et en tout premier lieu, sur le développement de la tuberculose dans une population de sangliers comme en attestent les observations espagnoles. Il est, cependant, extrêmement difficile de connaître le seuil critique de densité capable de correspondre à la création d'un réservoir. En effet, les effectifs de sangliers présents dans un massif ne peuvent aujourd'hui être évalués avec précision et, de ce fait, les

données bibliographiques sur les relations entre le rôle épidémiologique du sanglier dans l'entretien de la tuberculose bovine et les densités de sanglier sont très pauvres. Seules deux références ont été identifiées qui évoquent, pour l'une, australienne, des densités estimées à 11 sangliers/km² et pour l'autre, espagnole, des densités de sangliers supérieures à 16 animaux/km². Il semble toutefois qu'en Espagne des réservoirs primaires de tuberculose chez le sanglier soient observés principalement dans des grands parcs de chasse clos où les densités estimées vont de 30 à 100 sangliers/km² (Gortazar, communication personnelle). En forêt de Brotonne-Mauny, l'estimation des densités de sangliers se base, comme partout ailleurs en France, sur l'examen des tableaux de chasse (il est impossible de dénombrer les animaux en forêt). Et il est montré que les effectifs de sangliers non-chassés sont annuellement multipliés par 1.5 à 2 ; cela signifie qu'un tableau stabilisateur des effectifs avoisine l'effectif présent avant naissances. Ce mode d'estimation est néanmoins très grossier et toujours sujet à discussion. Comme on peut le constater sur la figure 1, les tableaux de chasse au sanglier ont peu varié, de 300 à 450 individus, dans les années 1996-2006.



Figure 1 : Evolution des tableaux de chasse au sanglier de 1994 à 2007 en forêt de Brotonne (Données ONF 76)

La question est de savoir si la forte augmentation du tableau de chasse de 2006-2007 (772 sangliers tués), sans aucun doute consécutive aux incitations exercées par les autorités préfectorales (cf. les divers arrêtés cités plus haut), est liée à une augmentation réelle des effectifs (qui auraient précédemment été sous-exploités par un prélèvement cynégétique insuffisant) ou si la pression de chasse a véritablement augmenté, avec pour conséquence une baisse de la densité des animaux. Les deux explications sont possibles et peuvent avoir coexisté, mais l'augmentation notable du tableau en 2006 prouve que l'on sous-estimait la population présente, au moins durant les années précédentes. Ceci pouvait laisser supposer que la population de sangliers présente à l'ouverture de la chasse en 2006 était d'au moins 1000 sangliers, soit une densité minimale d'environ 10 à 12 sangliers/km² et sans doute encore supérieure au cours des années suivantes.

La baisse du tableau de chasse en 2007-2008 devra être confirmée en 2008-2009 et dans les années suivantes, pour savoir si les effectifs de sangliers évoluent réellement à la baisse ;

- les concentrations artificielles d'animaux sur des sites d'agraine ou autour de points d'eau qui rejoignent le facteur densité et qui sont invoqués comme tout premier facteur de risque dans la bibliographie espagnole (ainsi que dans d'autres références concernant d'autres espèces comme le cerf dans le Michigan, où l'interdiction de l'alimentation hivernale et la réduction des densités ont permis de réduire très nettement la prévalence de la tuberculose en quelques années) sont aussi favorables au rôle plus ou moins important que pourrait jouer le sanglier dans l'entretien de l'infection tuberculeuse. Actuellement, le seul indice connu d'agrégation des sangliers a été développé en Espagne (Vicente et al., 2007). Cet indice est calculé sur la base d'un relevé de fèces de sangliers le long de parcours-échantillons (transects). Ce type d'étude serait intéressant à mettre en œuvre en forêt de Brotonne afin de vérifier si les effets des mesures de lutte (réduction d'effectifs par la chasse, contrôle de l'agraine, etc.) débouchent bien sur une diminution d'agrégation. Des systèmes

téléométriques intelligents (pose de colliers capteurs sur un échantillon d'animaux), déjà utilisés pour les études épidémiologiques sur la tuberculose du blaireau et du cerf de Virginie, pourraient également être envisagés en forêt de Brotonne pour apprécier le degré d'agrégation entre groupes sociaux et sa variation au cours du temps ;

- le comportement nécrophage du sanglier qui influe fortement, par la consommation de carcasses infectées, sur la contamination intra- et inter-spécifique (Zanella et al., 2008) a également une influence sur le statut sanitaire et donc épidémiologique du sanglier. En effet, selon ses possibilités de consommation de carcasses infectées ou l'élimination de celles-ci (élimination propre des viscères des animaux tués à la chasse) le rôle épidémiologique du sanglier peut être différent. En forêt de Brotonne, on peut suspecter une augmentation du nombre de cadavres d'ongulés sauvages, blessés par les chasseurs et non retrouvés que les sangliers « nettoient » rapidement. Cette augmentation résulterait d'un tableau de chasse en augmentation et, proportionnellement du nombre d'animaux blessés, mais également d'une moindre attention des chasseurs tenus de tirer un nombre important d'animaux ;
- les facteurs environnementaux et climatiques, en influençant la persistance de *M. bovis* dans le milieu extérieur, font varier les risques de contamination indirecte par voie orale des sangliers ;
- les facteurs génétiques populationnels qui ont été évoqués en Espagne sont également importants. Dans ce pays, il a été démontré que l'hétérozygotie de populations de sangliers pour certains gènes favorisait leur résistance à la tuberculose, et pourrait expliquer l'augmentation de sensibilité observée en milieu clos (Acevedo et al., 2005). Il est donc possible que des facteurs génétiques individuels de sensibilité expliquent en partie que la tuberculose puisse se généraliser chez certains animaux, en particulier des individus jeunes, qui pourraient être des disséminateurs potentiels de l'infection, comme on l'a constaté en forêt de Brotonne ou en Côte-d'Or ;
- l'adaptation entre la souche de *M. bovis* en cause et l'espèce sanglier, qui, dans certaines circonstances, pourrait permettre à la maladie de se développer plus intensément et plus rapidement.

La plupart de ces facteurs sont probablement présents en forêt de Brotonne (densités importantes à l'origine de cerfs et de sangliers, concentrations d'animaux sur des sites d'agrégation, climat doux et humide, consommation de carcasses et viscères d'animaux infectés par les sangliers, populations ayant génétiquement évolué en vase clos depuis des décennies, voire des siècles, adaptation possible de la souche au sanglier) et ont influé dans l'apparition et la persistance de la tuberculose. Il est donc primordial d'en tenir compte dans le plan de lutte dont la mise en œuvre devrait être poursuivie.

4. Réponses aux questions posées

Question 1 : « Faut-il réviser le statut de l'espèce sanglier dans le massif de Brotonne-Mauny, considéré jusqu'à présent comme un réservoir secondaire de la tuberculose ? Pourrait-il être considéré, à l'égal du cerf, comme un réservoir primaire de tuberculose sauvage ? »

D'après Naranjo et al. (2008) la création d'un réservoir primaire de tuberculose, au sein d'une espèce, dépend de plusieurs facteurs :

- le nombre d'animaux sensibles à la maladie présents dans le territoire en question ;
- le nombre d'animaux infectés ;
- les voies de contamination ;
- le type de lésions observées ;
- la localisation des lésions et sites d'infection ;
- les voies et niveaux d'excrétion ;
- les doses minimales infectantes.

L'état des lieux et l'argumentaire développés ci-dessus montrent que les densités en sangliers de la forêt de Brotonne-Mauny étaient élevées, depuis le début du foyer au moins, et certainement supérieures à 10 animaux au km². Ces densités étaient, en revanche,

probablement moins élevées que dans les territoires espagnols, où il est démontré que l'espèce constitue un réservoir primaire de tuberculose.

La prévalence d'infection était très élevée (autour de 30 %) depuis 2002 et est restée élevée en 2007-2008 (19 %), même si une diminution semble s'engager. La majorité des lésions observées chez le sanglier sont caséo-calcaires, donc stabilisées, mais la présence de quelques animaux, dont des jeunes, à lésions disséminées et plus ouvertes, laisse craindre que certains individus soient excréteurs et dangereux en termes de contamination intra-ou interspécifique, ce risque restant toutefois limité.

Par ailleurs, la forte proportion d'animaux présentant au moins deux sites ganglionnaires ou organiques infectés, même si les lésions sont stabilisées, est inquiétante. Par contre, les résultats des analyses faites sur écouvillons oro-pharyngés et fèces n'ont pas révélé d'excrétion de *M. bovis* sur des animaux présentant des lésions tuberculeuses. Ceci tendrait à montrer que cette excrétion n'est ni constante ni forte chez les cerfs et sangliers malades. De plus, le comportement nécrophage du sanglier favorise majoritairement la voie de contamination orale. En conséquence, la mesure mise en place -et essentielle à maintenir- d'élimination des viscères d'animaux tués à la chasse, qui constituent une source potentielle d'infection, est ainsi de nature à limiter la contamination des sangliers actuellement présents (Zanella, 2008).

Compte tenu de tout ce qui a été indiqué précédemment et notamment la diminution de l'infection des sangliers dans le massif, on peut considérer ces animaux comme demeurant des réservoirs secondaires. Ceci étant, il est clair que si les mesures de lutte (réduction de population et élimination des viscères) n'étaient pas correctement appliquées, il serait, d'une part, impossible d'aboutir à l'éradication de la tuberculose du massif et, d'autre part, on courrait le risque (notamment si les populations de sangliers redevenaient importantes) de voir ce réservoir secondaire se transformer en réservoir primaire.

Quoi qu'il en soit, la définition du réservoir secondaire permet de supposer que la maladie disparaîtra spontanément dès que le réservoir primaire aura été éliminé (en prenant le pari qu'il n'existe aucun autre relais sauvage, actuel ou futur, ce qui n'est pas certain). Il faut donc attendre de constater les effets de l'élimination totale de la population de cerfs, laquelle n'était pas encore effective en 2008. Même si la prévalence semble commencer à décroître chez le sanglier en 2007-2008, les éléments d'information à disposition sont actuellement insuffisants pour permettre de réviser le statut de l'espèce, laquelle doit donc toujours être considérée comme un réservoir secondaire, même si, à l'inverse, rien ne permet d'exclure la possibilité de passage à un réservoir primaire à terme. Il faudra au moins deux années de recul et l'examen attentif et comparatif des enquêtes épidémiologiques, qu'il ne faudra pas manquer de poursuivre en suivant le protocole établi précédemment, pour pouvoir définir avec plus de précision le statut épidémiologique du sanglier dans le foyer de tuberculose de la forêt de Brotonne.

Question 2 : « Existe-t-il des données scientifiques permettant d'établir une densité optimale de sangliers à l'hectare qui permettrait d'éviter ou de réduire la contamination tuberculeuse au sein ou à partir de cette espèce ? »

Comme indiqué plus haut, l'évaluation des densités de sangliers est très difficile et les chiffres qui peuvent être avancés sont toujours discutables dans l'absolu et, en tout état de cause, jamais au-dessus de la réalité. Il faut donc privilégier une approche relative de l'évolution des densités par examen comparatif des tableaux de chasse ou, mieux, par d'autres méthodes qui sont actuellement à l'étude (cf. § 3.) et qui pourraient être mises à profit en forêt de Brotonne.

Il est possible que les densités estimées en 2006 (≥ 10 à 12 sangliers/km²), soient justement à un niveau critique, comparable à celles avancées en Australie, où le sanglier s'est avéré être un réservoir secondaire, mais inférieures à celles avancées en Espagne, où le sanglier a acquis un statut de réservoir primaire dans certaines zones. Quoi qu'il en soit, la diversité des situations observées ne serait-ce qu'en France, montre que de nombreux facteurs interviennent dans l'épidémiologie de la tuberculose en milieu sauvage et qu'il serait hasardeux de se référer de manière simpliste aux autres expériences.

Vu l'état d'incertitude actuel, il semble impératif de réduire sensiblement les effectifs de sangliers en forêt de Brotonne, si possible à un niveau deux fois inférieur à celui estimé en 2006, d'éviter toute concentration artificielle d'animaux (agrainage à poste fixe) et de limiter

les risques de contamination par consommation de produits infectés (récupération des viscères et gorges d'animaux tués), afin de limiter les risques de maintien de l'infection liés au sanglier.

Sans pouvoir garantir un assainissement rapide de la forêt de Brotonne, il est très probable que cet objectif sera atteint, après l'élimination du réservoir primaire-cerf, d'autant plus vite qu'une réduction importante de la densité de sangliers sera obtenue rapidement et maintenue parallèlement aux mesures pré-citées.

Question 3 : « Une fois les objectifs d'élimination des cerfs et de diminution de la population de sangliers atteints, quelle période de « vide sanitaire » devrait être appliquée avant la réintroduction de cerfs ? Quel type de suivi sur les animaux restants (sangliers notamment) ou quelles autres mesures peuvent être préconisés avant cette réintroduction pour minimiser autant que possible le risque de résurgence du foyer après réintroduction de cervidés ? »

Le cerf étant très vraisemblablement le réservoir primaire de l'infection, il apparaît impératif que l'élimination complète de cette espèce du massif soit réalisée et vérifiée, ce qui nécessite au moins une à deux années de surveillance du massif et de recul pour vérifier l'élimination apparente et annoncée du dernier cerf du massif.

Par ailleurs, si l'hypothèse vraisemblable, selon laquelle le sanglier est un réservoir secondaire, est fondée et s'il n'existe effectivement aucun autre réservoir de l'infection sur le massif (y compris environnemental comme semblent l'indiquer les enquêtes citées plus haut), la prévalence de l'infection du sanglier devrait logiquement continuer à diminuer significativement pour s'annuler à court ou moyen terme. Si tel n'était pas le cas, le maintien de l'infection au sein de la population de sangliers, qui impliquerait l'existence d'un autre réservoir et/ou celle d'une circulation active de l'infection au sein de la population de sangliers, constituerait un risque réel pour des cerfs réintroduits sur le massif.

Il apparaît donc clairement qu'aucune réintroduction de cerfs ne devrait logiquement avoir lieu tant que le niveau de risque n'a pas été réduit voire annulé avec certitude :

- du fait de la disparition de l'infection dans la population de sangliers et,
- du fait de l'absence de tout autre réservoir d'infection.

Ceci exige de suivre l'évolution de la tuberculose, d'une part chez le sanglier, excellente sentinelle, et, d'autre part, chez d'autres espèces sensibles, comme le chevreuil, le renard et le blaireau. Il conviendra de continuer la surveillance de ces populations selon les protocoles déjà établis permettant de s'assurer de la disparition de l'infection chez le sanglier (inspection d'individus et recherche de *M. bovis* sur un échantillon aléatoire d'animaux) et de sa non-émergence chez les autres espèces (inspection d'un échantillon d'animaux). L'échantillon prélevé et faisant l'objet d'une inspection et/ou d'une recherche de *M. bovis* par culture devra être adapté et renouvelé de façon adéquate pendant plusieurs années de suite. Il devra également être adapté au tableau de chasse qui, comme attendu, devrait diminuer en proportion de la réduction des densités recherchée. Il faut donc dès maintenant envisager, en cas de diminution des effectifs de sangliers chassés, une augmentation de la proportion d'animaux devant faire l'objet d'examens nécropsiques et/ou bactériologiques, de manière à conserver un bon niveau de précision pour les prévalences estimées (soit, en pratique, un nombre d'animaux examinés constant même si le tableau de chasse diminue).

La réintroduction de cerfs indemnes (à statut contrôlé individuellement et, si possible, vaccinés, si un vaccin efficace est devenu disponible) ne pourra ainsi être envisagée sur le massif qu'après la réalisation d'enquêtes successives montrant la disparition des réservoirs de l'infection sur le massif.

Le maintien des mesures de lutte et de surveillance (interdiction d'agraineage à poste fixe, récupération des viscères, maintien des densités de sangliers au niveau le plus réduit possible, poursuite de la surveillance épidémiologique sur l'échantillon défini ci-dessus) est donc essentiel à poursuivre dans ce contexte pendant une période minimale qu'on peut estimer à au moins cinq années, voire plus selon l'évolution de la situation épidémiologique.

Conclusions et recommandations

Considérant qu'un foyer de tuberculose à Mycobacterium bovis a été mis à jour en 2001-2002 chez les cerfs et les sangliers de la forêt de Brotonne-Mauny avec des prévalences d'infection très élevées,

Considérant que les mesures de lutte mises en œuvre en 2002 n'ont pas permis de réduire significativement ces prévalences au cours des trois années qui ont suivi,

Considérant que les autres espèces sensibles surveillées (blaireau, chevreuil, renard) semblent pour le moment épargnées par le foyer (un seul cas identifié dans chacune de ces espèces depuis 2002),

Considérant que le cerf a été identifié comme le réservoir primaire de l'infection tuberculeuse au sein du massif forestier et que son élimination de la forêt de Brotonne-Mauny a été décidée et entreprise en 2006,

Considérant que la prévalence d'infection chez le sanglier qui s'est maintenue à un niveau élevé (environ 30 %) jusqu'en 2007, semble entamer une décroissance depuis 2008, mais que le tableau lésionnel semble au contraire s'aggraver dans cette espèce, conduisant certains animaux présentant des lésions étendues et ouvertes à être probablement excréteurs de M. bovis,

Considérant que le sanglier est une espèce connue pour être très réceptive à l'infection tuberculeuse à M. bovis, mais plus résistante que d'autres espèces telles que le cerf ou les bovins,

Considérant que selon les situations observées dans différents pays et dans d'autres régions françaises, le sanglier peut être considéré comme une simple sentinelle épidémiologique d'infection bovine, un réservoir secondaire ou un réservoir primaire de tuberculose,

Considérant que le statut épidémiologique du sanglier est très dépendant du niveau de densité des populations concernées, de la présence de concentrations artificielles d'animaux et d'un certain nombre d'autres facteurs environnementaux et génétiques,

Considérant que la densité de sangliers dans un massif forestier est impossible à déterminer précisément sur la seule base du tableau de chasse,

Considérant que de fortes concentrations de sangliers peuvent faire évoluer le statut de cette espèce vers une situation de réservoir primaire et qu'à l'inverse, la réduction la plus poussée possible de la densité d'une espèce réservoir est indispensable à l'extinction d'un foyer de tuberculose dans cette espèce,

Considérant que des travaux de modélisation ont montré l'importance du plan d'éradication des cerfs, de l'élimination des viscères des animaux tués à la chasse et de la surveillance épidémiologique de l'infection chez le sanglier,

Considérant que l'on ne peut pas extrapoler la notion de vide sanitaire appliquée en élevage à un massif forestier et qu'un certain recul est indispensable au suivi de l'évolution de la situation épidémiologique en forêt de Brotonne-Mauny,

Les experts du CES SA recommandent :

- de ne pas réviser, pour l'instant, le statut de l'espèce sanglier, qui dans l'état actuel des connaissances, peut encore être considéré comme un réservoir secondaire de l'infection tuberculeuse dans la forêt de Brotonne-Mauny, et de vérifier par un suivi épidémiologique régulier que son statut n'évolue pas,
- de bien mener à son terme le plan d'éradication de l'espèce cerf, considéré comme le réservoir primaire de l'infection tuberculeuse et d'en vérifier la réalité,
- de parvenir le plus rapidement et le plus durablement possible à une réduction importante des effectifs de sangliers dans le massif forestier,
- de mettre en œuvre un suivi démographique de la population de sangliers grâce à l'étude comparative des tableaux de chasse annuels et à des études destinées à évaluer le niveau d'agrégation des individus et groupes sociaux,
- de veiller à ce que les mesures de récupération et d'élimination des viscères d'animaux tués à la chasse et d'interdiction d'agrainage à poste fixe soient effectivement appliquées et maintenues à long terme en tout point du massif,
- de poursuivre la surveillance sanitaire des sangliers et des autres espèces sensibles, suivant les protocoles retenus jusqu'à présent et sur un échantillon permettant de maintenir la précision des prévalences estimées, pendant une durée d'au moins cinq années, afin de contrôler l'efficacité du plan d'assainissement,
- de ré-évaluer régulièrement la situation épidémiologique avant d'envisager l'éventuelle réintroduction de cerfs dans la forêt de Brotonne.

Principales références bibliographiques

1. Acevedo P, Vicente J, Gortazar C, Höfle U, Fernandez-de-Mera IG, Amos W, 2005. Genetic resistance to bovine tuberculosis in the Iberian wild boar. *Mol. Ecol.*, 14 (10):1-9.
2. Afssa. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments 2005-SA-0336 ; 2006-SA-0265 ; 2006-SA-0301 et 2007-SA-0229.
3. Bollo E, Ferroglio E, Dini V, Mignone W, Biollatti B, Rossi L, 2000. Detection of *Mycobacterium tuberculosis* complex in lymph nodes of wild boar (*Sus scrofa*) by a Target-Amplified test system. *J. Vet. Med. Series B*, 47:337-342.
4. Corner LAL, Barrett RH, Lepper AWD, Lewis V, Pearson CW, 1981. A survey of mycobacteriosis of feral pigs in the northern territory. *Aust. Vet. J.*, 57:537-542.
5. Corner LAL, 2006. The role of wild animal populations in the epidemiology of tuberculosis in domestic animals: How to assess the risk. *Vet. Microbiol.*, 112:303-312.
6. De Lisle GW, Mackintosh CG, Bengis RG, 2001. *Mycobacterium bovis* in free-living and captive wildlife, including farmed deer. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.*, 20(1): 86- 111.
7. Dini V, Ferroglio E, Serraino A, Mignone W, Sanguinetti V, Bollo E, Rossi L, 2003. Epidemiologia delle micobatteriosi nel cinghiale in Liguria, In proceedings of Il Convegno Nazionale Ecopatologia della Fauna Selvatica Società italiana di Ecopatologia della fauna, 08-10 Oct. 1998, Bormio, Italy, *J. Mt. Ecol.*, 7 (Suppl.): 145-153.
8. Duvauchelle A, 2007. La tuberculose chez le Cerf élaphe (*Cervus elaphus*) et le Sanglier d'Europe (*Sus scrofa*) dans la forêt de Brotonne. Thèse Doct. Vét. Nantes, 146 pp.
9. Gortazar C, Vicente J, Gavier-Widen D, 2003. Pathology of bovine tuberculosis in the European wild boar (*Sus scrofa*). *Vet. Rec.*, 152:779-780.
10. Gortazar C, Vicente J, Samper S, Garrido JM, Fernandez-de-Mera IG, Gavin P, Juste RA, Martin C, Acevedo P, De La Puente M, Höfle U, 2005. Molecular characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex isolates from wild ungulates in south-central Spain. *Vet. Res.*, 36:43-52.
11. Hars J, Boschioli ML, Belli P, Vardon J, Coquatrix E, Garin-Bastuji B, Thorel MF (2004) Découverte du premier foyer de tuberculose sur les ongulés sauvages en France. *Revue ONCFS Faune sauvage* 261:29-34.
12. Hars J, 2005. Compte-rendu de la 4th International Conference on *M. bovis*, 22-26/08/05, Dublin, Irlande. 9 pp.

13. Hars J, Boschioli ML, Duvauchelle A, Garin-Bastuji B, 2006. La tuberculose à *Mycobacterium bovis* chez le cerf et le sanglier en France : émergence et risque pour l'élevage bovin. *Bull. Acad. Vét. de France*, 159:393-401.
14. Hars J, Boschioli ML, Duvauchelle A, Zanella G, Garin-Bastuji B, 2007. Emergence de la tuberculose bovine chez le cerf et le sanglier en France. Risque pour l'élevage bovin, *Bull. GTV*, 40:27-31.
15. Hars J, Riquelme L, Petitpas F., Tosi JC, Rolland B, Rambaud T, Game Y, Ferme M, Garin-Bastuji B, Boschioli ML, 2009. Programme de surveillance de la tuberculose chez les animaux sauvages de la forêt de Brotonne. Rapport final de l'enquête 2007-2008, ONCFS/DGAI : 33 p.
16. Jackson R, De Lisle G W, Morris RS, 1995. A study of the environmental survival of *Mycobacterium bovis* on a farm in New Zealand. *New. Zeal. Vet. J.*, 43: 346- 352.
17. Machackova M, Matlova L, Lamka J, Smolik J, Melicharek I, Hanzlikova M, Docekal J, Cvetnic Z, Nagy G, Lipiec M, Ocepek M, Pavlik I, 2003. Wild boar (*Sus scrofa*) as a possible vector of mycobacterial infections: review of literature and critical analysis of data from Central Europe between 1983 and 2001. *Vet. Med. Czech*, 48 (3) : 51-65.
18. Maeder S, 2008. 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 Doct. Vét., Maisons-Alfort, 121 pp.
19. Maeder S, Hars J, Rambaud T, Game Y, Boschioli ML, 2008. Rôle du sanglier (*Sus scrofa*) dans l'épidémiologie de la tuberculose dans la forêt de Brotonne (France). Résultats de l'enquête épidémiologique 2006-2007. *Epidémiol. Santé Anim*, 53:129-144.
20. Martin-Hernando MP, Höfle U, Vicente J, Ruiz-Fons F, Vidal D, Barral M, Garrido JM, de la Fuente J, Gortazar C, 2007, Lesions associated with *Mycobacterium tuberculosis* complex infection in the European wild boar. *Tuberculosis (Edinb)*, 87(4):360-367.
21. McInerney J, Small KJ, Caley P, 1995. Prevalence of *Mycobacterium bovis* infection in feral pigs in the northern territory. *Aust. Vet. J.*, 72:448-451.
22. Mignone W, Dini V, Canduglia S and Poggi M, 1992. La tuberculose du sanglier en Ligurie. *BIPAS-GEEFSM*, 8:101-104.
23. Mignone W, Ballardini M, Sanguinetti V, Bollo E, Dini V, 1997. La tubercolosi dei cinghiali (*Sus scrofa*) a vita libera in Liguria: Primi isolamenti di micobatteri e protocollo di monitoraggio. *BIPAS-GEEFSM*, 16:79-84.
24. Morris RS, Pfeiffer DU, Jackson R, 1994. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections. *Vet. Microbiol.*, 40: 153-177.
25. Morris RS, Pfeiffer DU, 1995. Directions and issues in bovine tuberculosis epidemiology and control in New Zealand. *New. Zeal. Vet. J.*, 43:256- 265.
26. Naranjo V, Gortazar C, Vicente J, de la Fuente J, 2008, Evidence of the role of European wild boar as a reservoir of *Mycobacterium tuberculosis* complex. *Vet. Microbiol.*, 127:1-9.
27. Nugent G, Whitford J, Young N, 2002. Use of released pigs as sentinels for *Mycobacterium bovis*. *J. Wildl. Dis.*, 38(4):665-677.
28. Parra A, Fernández-Llario P, Tato A, Larrasa J, Garcia A, Alonso JM, Hermoso de Mendoza M, Hermoso de Mendoza J, 2003. Epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections of pigs and wild boars using a molecular approach, *Vet. Microbiol.*, 97:123–133.
29. Parra A, Larrasa J, Garcia A, Alonso JM, Hermoso de Mendoza J, 2005. Molecular epidemiology of bovine tuberculosis in wild animals in Spain : A first approach to risk factor analysis. *Vet. Microbiol.*, 110:293-300.
30. Parra A, Garcia A, Inglis NF, Tato A, Alonso JM, Hermoso de Mendoza M, Hermoso de Mendoza J, Larrasa J, 2006. An epidemiological evaluation of *Mycobacterium bovis* infections in wild game animals of the Spanish Mediterranean ecosystem. *Res. Vet. Sci.*, 80:140-146.
31. Serraino A, Marchetti G, Sanguinetti V, Rossi MC, Zanoni RG, Catozzi L, Bandera A, Dini W, Mignone W, Franzetti F, Gori A, 1999. Monitoring of transmission of tuberculosis between wild boars and cattle: genotypical analysis of strains by molecular epidemiology techniques. *J. Clin. Microbiol.*, 37(9):2766-2771.

32. Vicente J, Höfle U, Garrido JM, Fernandez-de-Mera IG, Juste R, Barral M, Gortazar C, 2006. Wild boar and red deer display high prevalences of tuberculosis-like lesions in Spain. *Vet. Res.*, 37:107-119.
33. Vicente J, Höfle U, Garrido JM, Fernandez-de-Mera IG, Acevedo P, Juste R, Barral M, Gortazar C, 2007. Risk factors associated with the prevalence of tuberculosis-like lesions in fenced wild boar and red deer in south central Spain. *Vet. Res.*, 38:451-464.
34. Zanella G, 2007. Tuberculose bovine dans une population de cerfs et de sangliers sauvages. *Epidémiologie et modélisation. Thèse Doct. Université, Univ. Paris XI*, 248 pp.
35. Zanella G, Durand B, Hars J, Moutou F, Garin-Bastuji B, Duvauchelle A, Fermé M, Karoui C, Boschioli ML, 2008a. *Mycobacterium bovis* in wildlife in France. *J. Wildl. Dis.*, 44(1):99-108.
36. Zanella G, Duvauchelle A, Hars J, Moutou F, Boschioli ML, Durand B., 2008b. Patterns of bovine tuberculosis lesions in wild red deer and wild boar. *Vet. Rec.*, 163:43-47.
37. Zanella G, Durand B, Hars J, Moutou F, Garin-Bastuji B, Duvauchelle A, Fermé M, Karoui C, Boschioli ML, 2008c. Premier foyer de tuberculose à *M. bovis* dans une population de cerfs et de sangliers sauvages en France. *Bull. Epidémiol. Afssa/DGAI*, N°29/septembre 2008:1-5. »

Mots clés : « tuberculose, faune sauvage, cerfs, sangliers, forêt de Brotonne. »

Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments

Tels sont les éléments d'analyse que l'Afssa est en mesure de fournir en réponse à la saisine de la Direction générale de l'alimentation concernant l'évaluation du risque relatif à la tuberculose de la faune sauvage en forêt de Brotonne.

La Directrice générale de l'Agence française
de sécurité sanitaire des aliments

Pascale BRIAND