

PRÉVENTION DE LA LEPTOSPIROSE BOVINE : DISTRIBUTION DES SÉROGROUPES DE LEPTOSPIRES INFECTANTS DANS LES CHEPTELS BOVINS À PARTIR DES RÉSULTATS DE TESTS DE MICRO-AGGLUTINATION *

Florence Ayrat¹, Dominique J. Bicout², Marc Artois¹ et Angeli Kodjo³

RÉSUMÉ

La leptospirose bovine est une maladie bactérienne altérant les performances économiques du troupeau. L'amélioration de sa prévention implique une bonne connaissance des sérogroupes circulants, sous divisions sérologique et antigénique des leptospires pathogènes.

Une étude rétrospective à partir des résultats de tests de micro-agglutination (MAT) réalisés au « Laboratoire des Leptospires » de 2008 à 2011 a permis de définir 394 cheptels infectés par les sérogroupes suivants : Autumnalis, Australis, Grippotyphosa, Icterohaemorrhagiae et Sejroe. Chaque résultat de MAT correspond à l'une des 31 combinaisons des cinq sérogroupes et définit ainsi les sérogroupes circulant potentiellement dans le cheptel. La majorité des cheptels infectés avaient un profil d'infection uni-sérogroupe (57 %, n=225/394) dont Australis était le sérogroupe prédominant (51 %, n=115/225) suivi de Sejroe (25 %, n=57/225) et Grippotyphosa (21 %, n=45/225).

La distribution des titres moyens associés aux sérogroupes impliqués est classée selon des indices de probabilité de présence (IPP). Lors de profils d'infection incluant les sérogroupes Sejroe et Australis, les IPP supérieurs pour le sérogroupe Sejroe suggèrent son implication plus importante dans l'infection de ces cheptels. Une approche fondée sur les IPP permettrait de tenir compte des implications relatives de chaque sérogroupe et d'obtenir une distribution réaliste des sérogroupes circulant parmi les cheptels bovins manifestant la leptospirose.

Mots-clés : leptospirose bovine, test de micro-agglutination, sérogroupes, vaccin, distribution.

SUMMARY

Bovine leptospirosis is a bacterial disease altering the economic performances of cattle herds. To enhance the prevention of leptospirosis a good knowledge of circulating serogroups, as being the serological and antigenic sub-division of pathogenic *Leptospira*, is required.

A retrospective survey based on Micro-agglutination Tests (MAT) performed at the « Laboratoire des Leptospires » from 2008 to 2011 has identified 394 herds infected by the following serogroups Autumnalis, Australis, Grippotyphosa, Icterohaemorrhagiae and Sejroe. The five serogroups had 31 potential combinations which stand for potential infection patterns in cattle herds.

.../..

* Texte de la communication écrite présentée au cours des Journées scientifiques AEEMA, 30-31 mai 2013

¹ Université de Lyon, VetAgro Sup, USC 1233, Equipe PERS, Projet WildTech, F-69280, Marcy l'Etoile, France

² Biomatématiques et épidémiologie, EPSP-TIMC, UMR CNRS 5525, UFJ, VetAgro Sup, F-69280, Marcy l'Etoile, France

³ Université de Lyon, VetAgro Sup, Laboratoire des leptospires, F-69280, Marcy l'Etoile, France

.../..

Each MAT result corresponded to a given combination and defined the potentially circulating serogroups in the infected herds. Most of infected herds (57 %, n = 225/394) had a single infection pattern from which Australis was the predominant serogroup (51 %, n = 115/225) followed by Sejroe (25 %, n = 57/225) and Grippotyphosa (21 %, n = 45/225).

The Probability of Presence Indices (PPI) was defined according to the distribution of the average titers associated to the serogroups involved. The analysis of the multi-infection pattern including Sejroe and Australis revealed that the PPI related to Sejroe were higher and suggested its greater involvement in the concerned herds; thus, the PPI would be useful to consider the implications of each serogroup among cattle herds with leptospirosis suspicious signs.

Keywords: Bovine leptospirosis, Micro-Agglutination Test, Vaccine, Serogroups, Distribution.



I - INTRODUCTION

L'infection par les leptospires, bactérie du genre *Leptospira*, est à l'origine de troubles de la reproduction chez les bovins dans le monde [Acha et Szyfres, 2005]. Les pertes de production engendrées ont un impact économique non négligeable dans les filières bovines laitière et allaitante et posent la question de la mise en place de mesures de lutte efficace [Ayrat, 2013a]. De plus, en tant que zoonose et avec une séroprévalence de 18 % à 35 % dans les élevages bovins en France, la circulation de *Leptospira* dans les cheptels est une menace pour la santé publique [Wiseman *et al.*, 2002 ; Tresse *et al.*, 2009 ; Cowie et Bell, 2012]. La lutte contre cette infection chez les bovins joue un rôle dans la prévention de la santé humaine.

Pour développer des mesures de lutte efficaces, une bonne connaissance de la distribution des leptospires pathogènes est nécessaire. Cependant les signes cliniques frustes de la maladie limitent l'identification de cheptels infectés ; de plus, la diversité des leptospires pathogènes et les caractéristiques du test diagnostique limitent l'accès à l'information concernant la distribution des leptospires.

En effet, les bactéries pathogènes appartiennent à l'espèce *Leptospira interrogans sensu lato* qui rassemble plus de 250 sérovars parmi 23 sérogroupes. La persistance de ces bactéries dépend d'espèces mammifères, réservoirs de

sérogroupes donnés et ces sérogroupes ont une implication propre dans les manifestations cliniques des bovins infectés. Par exemple, les bovins ont un rôle de réservoir du sérovar hardjo appartenant au séro groupe Sejroe [André-Fontaine *et al.*, 2010]. L'infection par le sérovar hardjo prend souvent une forme chronique et subclinique ayant pour conséquences une baisse de fertilité à l'échelle du troupeau. Cependant, tous les sérovars, hardjo compris, peuvent entraîner des manifestations cliniques avec des avortements et des pertes de production laitière [André-Fontaine *et al.*, 2009 ; Ventejou et Mascaron, 2010].

La diversité des sources ou réservoirs auxquels sont exposés les bovins, à l'exemple des rongeurs, des sangliers ou des bovins eux-mêmes, contribue à la diversité des bactéries circulant dans les élevages. L'infection d'un cheptel peut être acquise par voie indirecte, suite au contact avec un milieu contaminé par les urines infectées des animaux réservoirs ou par voie directe lors d'un contact avec un bovin porteur et excréteur. Les sérogroupes qui rassemblent les sérovars potentiellement impliqués dans les formes cliniques en France et testés par le laboratoire des leptospires sont Automnalis (AUT), Australis (AUS), Bataviae, Grippotyphosa (GRIP), Icterohaemorrhagiae (IH), Panama et Sejroe (SJ).

La méthode diagnostique de référence est le test sérologique de micro agglutination (MAT) dans lequel la mise en évidence des anticorps est

hautement sensible et spécifique. Toutefois, des facteurs pathogéniques (durée d'incubation, délai de séroconversion, persistance des anticorps) et biochimiques (réactions croisées et réactions paradoxales) limitent parfois l'interprétation des résultats. La séroconversion apparaît environ 14 jours après l'infection et peut durer plusieurs mois ce qui peut impliquer des résultats négatifs en début d'infection ou positifs bien que l'infection soit ancienne. De plus, le degré de réponse dépend de facteurs individuels, certains bovins bien que peu répondeurs peuvent être porteurs et excréteurs de *Leptospira* [Anonyme, 2012]. Par ailleurs, la technique du MAT repose sur une affinité relative entre les immunoglobulines et les antigènes bactériens ce qui implique de possibles réactions croisées entre sérovars d'un même séro groupe et parfois, des réactions paradoxales entre sérovars de sérogroupes différents notamment en début d'infection lors de l'apparition des immunoglobulines M, peu spécifiques [Levett, 2001]. Pour ces raisons, l'interprétation des résultats de MAT est limitée pour le diagnostic de l'infection à titre individuel. En revanche, la crédibilité du diagnostic de l'infection et du séro groupe infectant augmente à l'échelle de l'élevage, lorsque plusieurs bovins ont des résultats similaires [Anonyme, 2012].

La vaccination est potentiellement la mesure de lutte la plus intéressante des points de vues économique et sanitaire [Ayrat, 2013-b]. Cependant, les vaccins contre la leptospirose contiennent un nombre limité de sérovars parmi l'ensemble des sérovars potentiellement circulants. De plus, les sérovars inactivés introduits dans le

vaccin n'impliquent pas d'immunité croisée entre les sérovars de sérogroupes différents [Levett, 2001]. Un vaccin ciblant les sérogroupes circulant parmi les cheptels infectés serait donc nécessaire pour obtenir une protection optimale des cheptels exposés.

Ces aspects clinique, épidémiologique et diagnostique expliquent les difficultés de suspicion de l'infection puis de confirmation de cette suspicion dans les élevages bovins. En conséquence, la mise en place de mesures de lutte appropriées est, elle aussi, limitée. Bien que les résultats de MAT soient controversés, aucune autre méthode n'est à ce jour disponible pour déterminer le séro groupe infectant. Une méthode d'optimisation des résultats MAT, tout en tenant compte de leurs limites, permettrait de définir la distribution probable des sérogroupes lors d'infection clinique.

A partir des résultats de MAT enregistrés au Laboratoire des leptospires de Lyon (Laboratoire national vétérinaire de référence) chez les bovins en France de 2008 à 2011, nous avons développé une méthode de classification de ces résultats afin de déterminer la distribution potentielle des sérogroupes impliqués dans les cheptels infectés. Dans un premier temps, les résultats MAT sont traités de façon qualitative pour définir le profil des sérogroupes infectants impliqués dans les élevages. Dans un second temps, une approche quantitative intègre les caractéristiques du MAT en définissant les Indices de Probabilité de Présence des sérogroupes. L'objectif final étant de produire des résultats potentiellement utilisables pour évaluer l'efficacité de formulations vaccinales.

II - MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. LES RÉSULTATS DU TEST MICRO-AGGLUTINATION

Sur une période de 4 ans (2008-2011), le sang de 1 à 12 bovins d'un même cheptel a été prélevé lors de suspicion clinique telle que des troubles reproducteurs et a été analysé par le MAT au Laboratoire des leptospires. La technique repose sur la mise en évidence d'agglutination de leptospires d'un sérovar donné par les immunoglobulines contenues dans le sérum du patient. Les sérums ont été testés pour la présence d'immunoglobulines issues d'une potentielle

infection avec des leptospires de sept sérogroupes (tableau 1); seuls les cinq sérogroupes prédominants en France, AUS, AUT, GRIP, IH et SJ ont été considérés pour la suite des analyses.

Un résultat MAT présente l'ensemble des sérovars testés associé à un titre qui correspond à la dilution du sérum nécessaire pour l'agglutination de 50 % des leptospires. Un titre pouvait prendre les valeurs suivantes pour un sérovar donné : 0 ; $\geq 1 : 50$; $\geq 1 : 100$; $\geq 1 : 200$; $\geq 1 : 400$; $\geq 1 : 800$; $\geq 1 : 1600$; $\geq 1 : 3200$; $\geq 1 : 6400$; « 1 : 50 » est le niveau de dilution le plus faible en dessous duquel

les anticorps ne sont pas détectés et « 1 : 6 400 » est le niveau de dilution le plus élevé. Par conséquent, un sérovar associé à un titre élevé (e.g. $\geq 1 : 6\,400$) signifie que la quantité d'immunoglobulines spécifiques contenue dans le sérum est plus élevée que lors d'un titre moindre

(e.g. $\geq 1 : 800$). Dans cette étude, un bovin en cours d'infection ou récemment infecté par *Leptospira* a été défini par un titre $\geq 1 : 400$ pour au moins un sérovar afin de ne pas inclure de bovins anciennement infectés ayant des anticorps résiduels [André-Fontaine *et al.*, 2010].

Tableau 1

Nombre de sérovars et sérogroupes testés chez les bovins en France

Sérogroupe	Nb sérovars testés
Autumnalis	2
Australis	3
Bataviae*	1
Grippotyphosa	2
Icterohaemorrhagiae	2
Panama*	2
Sejroe	4

* sérogroupes minoritaires non considérés dans la suite de l'analyse

2. APPROCHE QUALITATIVE

Le profil d'infection d'un bovin, défini infecté au préalable, était dès lors défini à partir de l'ensemble des sérovars ayant réagi quel qu'en soit le titre. Afin d'être conservateur, le maximum des titres parmi les bovins définis infectés de l'élevage a été considéré pour définir le profil d'infection du cheptel. Le MAT étant spécifique du sérovar, le

profil d'infection d'un cheptel était l'ensemble des sérogroupes ayant réagi parmi les bovins infectés et représentait les sérogroupes auxquels était potentiellement exposé le cheptel. A titre d'exemple, le tableau 2 présente les étapes de transformation des résultats MAT individuels en profil d'infection du cheptel.

Tableau 2

Exemple de résultats MAT de quatre bovins issus d'un cheptel potentiellement infecté par les sérogroupes IH et AUS.

Les titres maximaux des bovins 1 à 4 fournissent les sérovars potentiels circulants dans le cheptel et les sérogroupes correspondants constituent le profil d'infection du cheptel. La moyenne des titres des sérovars appartenant à un même sérovar a été calculée en vue d'attribuer ultérieurement un indice de probabilité de présence (IPP) aux sérogroupes impliqués.

Sérogroupe	IH		AUT			AUS		GRIP			SJ		
Sérovars	19	cop	aki	bim	mun	aus	brat	grip	van	sejroe	sax	hardjo	wolf
Bovin 1	1 600	800	0	0	400	0	400	0	0	0	0	0	0
Bovin 2	400	400	0	0	1 600	0	1 600	0	0	0	0	0	0
Bovin 3	0	0	0	0	800	400	400	0	0	0	0	0	0
Bovin 4	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profil cheptel	1 600	800	0	0	1 600	400	1 600	0	0	0	0	0	0
Titres moyens	1 200		0			1 200		0			0		

Le profil d'infection d'un cheptel a été caractérisé par la combinaison des sérogroupes impliqués. Le nombre de combinaisons possibles a été calculé comme suit :

$$\text{Nombre de combinaisons} = \sum_{n=1}^5 \binom{n}{5} = 31$$

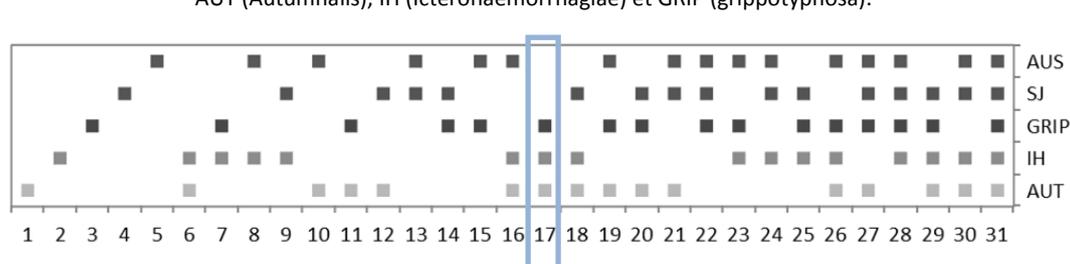
Les 31 profils d'infection peuvent être représentés comme indiqué dans la figure 1.

Figure 1

Les 31 possibilités de profils d'infection d'un cheptel.

A chaque cheptel est attribué un de ces 31 profils.

A titre d'exemple, le profil encadré signifie une détection par le MAT des sérogroupes AUT (Autumnalis), IH (Icterohaemorrhagiae) et GRIP (grippotyphosa).



3. APPROCHE QUANTITATIVE

Afin de qualifier quantitativement le profil d'infection du cheptel, la moyenne des titres de sérovars issus d'un même séro groupe a défini le titre moyen de chaque séro groupe. Pour chacune des combinaisons, la distribution des titres moyens a été découpée selon l'hypothèse que de faibles titres, voire un titre nul, sont associés à une probabilité faible de présence du séro groupe alors que les titres les plus élevés sont associés à la certitude de présence du séro groupe. A partir de la distribution des titres moyens, les 20^{ième}, 40^{ième}, 60^{ième}, 80^{ième} et 90^{ième} percentiles ont défini les titres délimitant les six indices probabilité de présence : 0,1 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1.

4. DISTRIBUTION SEMI-QUANTITATIVE DES SÉROGROUPES

La distribution des sérogroupes parmi les 31 profils d'infection et les distributions des indices de probabilité de présence ont été synthétisées afin de fournir une distribution des résultats MAT utilisable dans un contexte épidémiologique.

A titre d'exemple, les distributions des IPP concernant le profil d'infection à un séro groupe, Sejroe, et à deux sérogroupes, Sejroe et Australis, ont été représentées. Dans les cas de combinaison à plus de deux sérogroupes, la distribution des IPP implique plus de trois dimensions et n'a donc pas été représentée.

Les calculs et représentations graphiques ont été faits à partir de R version 2.14.2.

III - RÉSULTATS

1. APPROCHE QUALITATIVE : DISTRIBUTION DES COMBINAISONS DE SÉROGROUPES

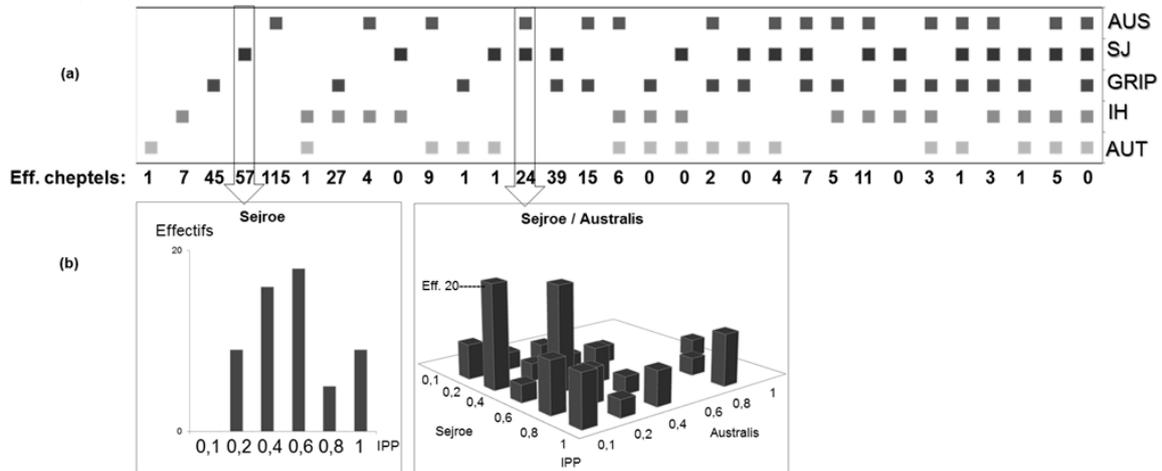
Parmi les résultats enregistrés au Laboratoire des leptospires de 2008 à 2011, 394 cheptels suspects cliniques de leptospirose ont été inclus dans l'étude. Les profils d'infection ont été définis et les effectifs de chaque combinaison sont rapportés dans la figure 2(a).

Les profils d'infection à un seul séro groupe étaient majoritaires (57 %, n=225/394) parmi lesquels AUS

(51 %, n=115/225) ; SJ (25 %, n=57/225) et GRIP (21 %, n=45/225) étaient prédominants. Les résultats combinant deux sérogroupes représentaient 30 % (n=121/394) des cheptels parmi lesquels le profil d'infection Sejroe et Australis était prédominant avec 32 % (n=39/121) des cheptels. Les combinaisons de trois et quatre sérogroupes concernaient respectivement 8 % (n=35/394) et 3 % (n=13/394) des cheptels de l'étude.

Figure 2

Effectif rapporté à chaque combinaison (a) et distribution des indices de probabilité de présence des sérogroupes parmi des élevages classés dans les combinaisons uni-séro groupe Sejroe et à deux sérogroupes Sejroe et Australis (b)



2. APPROCHE QUANTITATIVE : DISTRIBUTION DES TITRES ET ATTRIBUTION DE L'INDICE DE PRÉSENCE

A partir de 394 cheptels, les profils d'infection ont été définis et la distribution des titres considérés

est représentée dans la figure 3.

A partir de la distribution des titres, des indices de probabilité de présence (IPP) ont été attribués tel que décrit dans le tableau 3.

Figure 3

Distribution des titres maximaux moyens parmi les cinq sérogroupes et les 394 élevages.

Les limites des 20^{ième}, 40^{ième}, 60^{ième}, 80^{ième} et 90^{ième} percentiles sont représentées par une ligne pointillée.

Distribution des titres

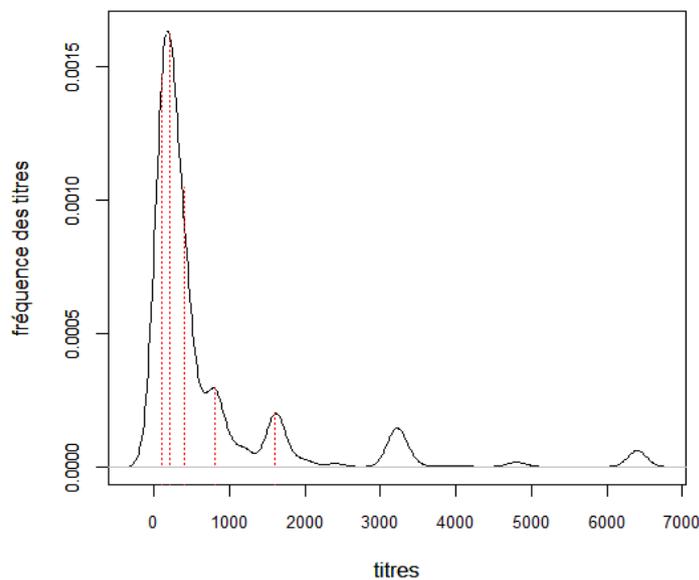


Tableau 3

Attribution des indices de probabilité de présence (IPP) à partir de la distribution des titres

Percentile	Titre limite	IPP
20 ^{ième}	[0 ; 100[0,1
40 ^{ième}	[100 ; 200[0,2
60 ^{ième}	[200 ; 400[0,4
80 ^{ième}	[400 ; 800[0,6
90 ^{ième}	[800 ; 1600[0,8
	≥1:1600	1

3. DISTRIBUTION SEMI-QUANTITATIVE DES SÉROGROUPE

A chaque combinaison représentée dans la figure 2(a) correspond une distribution des IPP, définis pour chacun des élevages. Les histogrammes de la figure 2(b) illustrent l'exemple de la distribution des IPP chez les cheptels caractérisés par la combinaison uni-séro-groupe Sejroe et celui des cheptels caractérisés par la combinaison de deux sérogroupes Sejroe et Australis. Ils suggèrent que la

majorité des cheptels ayant un profil d'infection uni-séro-groupe impliquant Sejroe ont majoritairement des titres moyens situés dans l'intervalle [200 ; 400] et compatibles avec une infection récente ou en cours [André-Fontaine *et al.*, 2010]. Lors de profil d'infection impliquant deux sérogroupes tels que Australis et Sejroe, la distribution des IPP suggère que la majorité des cheptels ayant des IPP élevés pour Sejroe avait aussi des IPP moindres pour Australis.

IV - DISCUSSION

1. SÉLECTION DES CAS

La réponse immunologique souvent réduite chez les bovins infectés par les leptospires limite le diagnostic de leptospirose bovine par le MAT. Par ailleurs, les anticorps anti-leptospires peuvent persister plusieurs mois après l'infection. De fait, la valeur diagnostique du MAT est controversée. Toutefois, des titres $\geq 1 : 200$ sont associés, dans la plus part des cas d'infection bovine, à une culture bactérienne positive [Hernandez-Rodriguez, 2011]. Dans notre étude, le seuil défini $\geq 1 : 400$ permet de minimiser d'éventuels faux positifs. En revanche, certains cheptels dans lesquels les leptospires circulent à bas bruit avec un faible taux d'anticorps associé ont pu être exclus. En effet, les bovins étant réservoir du sérovar hardjo, leur système immunitaire est adapté et potentiellement peu répondant vis-à-vis de ce séro-groupe. Par conséquent, il est probable que le séro-groupe Sejroe soit sous-estimé dans cette étude.

2. DISTRIBUTION DES SÉROGROUPE

Les cheptels ayant un profil d'infection uni-séro-groupe impliquant Australis étaient largement prédominants ce qui suggère une exposition majeure des cheptels par ce séro-groupe. En Europe, la prédominance de ce séro-groupe est rapportée chez le chien [Mayer-Scholl *et al.*, 2013] et soutient l'hypothèse que les espèces domestiques auraient une source commune ou une exposition majeure à ce séro-groupe. L'effectif des cheptels compatible avec une infection par le séro-groupe Sejroe (au moins 14 %, n=57/394) suggère que ce séro-groupe pourrait être impliqué dans de nombreux épisodes cliniques bien que les bovins soient les hôtes de maintenance de ce séro-groupe. Pour confirmer ce résultat, l'exclusion d'autres causes possibles de troubles de la reproduction (par exemple : BVD, IBR ou *Neospora*) devrait être documentée.

Bien qu'une majorité de cheptels avait un profil d'infection uni-séro groupe, une proportion non négligeable de résultats de MAT (43 %) présente des combinaisons de sérogroupes. Ces réponses simultanées à plusieurs sérogroupes peuvent être expliquées par des infections multiples ou des réactions paradoxales liées aux caractéristiques du MAT. Dans le cas d'infections multiples, il est nécessaire de les prendre en compte dans la distribution globale des sérogroupes pour ne pas mésestimer l'un ou l'autre des sérogroupes ; en revanche, lors de réactions paradoxales, ces résultats falsifient la distribution. A ce stade, il n'est pas possible de différencier les deux situations ; cependant les titres associés sont souvent moindres. L'approche par indice de probabilité de présence est alors appropriée pour permettre d'inclure toute l'information contenue dans le résultat de MAT, en les pondérant selon le titre observé. L'exemple de la combinaison impliquant deux sérogroupes Sejroe et Australis indique des IPP plus élevés pour Sejroe et suggère une potentielle prédominance de ce séro groupe lors d'infection multiple ou une infection par Sejroe avec de possibles réactions paradoxales pour le séro groupe Australis. Dans les deux cas, cette approche souligne la prédominance potentielle du séro groupe Sejroe par rapport à Australis. Cette approche permet donc d'avoir un reflet fiable de la distribution des sérogroupes et ce au fur et à mesure des enregistrements des résultats MAT dans la base de données du Laboratoire des leptospires.

3. ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ VACCINALE POTENTIELLE

La distribution des sérogroupes dans les cheptels infectés et cliniquement atteints a une importance majeure pour les fabricants de vaccins ainsi que pour les investigations épidémiologiques de la source de l'infection. L'option vaccinale est le principal moyen de maîtrise des infections

leptospirosiques chez les bovins. Les effets recherchés par la vaccination sont la prévention ou l'élimination de la colonisation bactérienne du rein, et à défaut, la prévention de l'excrétion urinaire sur une période donnée [Bolin *et al.*, 2001]. L'efficacité d'un vaccin dépend de nombreux facteurs tels que l'individu, la souche infectante et la formulation vaccinale (mode de culture, adjuvant, nombre de valences).

La formulation vaccinale inclue un nombre limité de sérovars et implique le développement d'une immunité contre les sérovars de leptospires issus du même séro groupe. Aucune immunité humorale croisée entre sérogroupes n'est rapportée ; cependant, une immunité cellulaire issue de vaccins polyvalents est suggérée par Brown *et al.* [2003]. En fonction de la distribution des sérogroupes infectants telle que décrite dans cette analyse, il serait alors possible d'évaluer l'impact d'un vaccin sur les cheptels infectés ou de définir une formulation optimale résultant d'un compromis entre l'effet attendu et le nombre de sérovars qu'il est possible d'inclure. Par exemple, l'application d'un vaccin incluant le sérovar hardjo impliquerait une réduction des IPP relatifs au séro groupe Sejroe selon un facteur « α » prédéfini et dépendant des caractéristiques vaccinales.

Un vaccin ciblant le séro groupe Sejroe est disponible en France. Son utilisation pourrait entraîner un changement de la distribution des sérogroupes infectants chez les bovins. En effet, un phénomène identique est suspecté chez le chien. Après une large utilisation de la vaccination ciblant les sérogroupes Icterohaemorrhagiae et Canicola, une diminution des infections relatives à ces sérogroupes au profit d'autres sérogroupes est actuellement observée [Mayer-Scholl *et al.*, 2013]. Le suivi de la distribution des sérogroupes infectants dans les cheptels bovins selon l'approche décrite permettrait d'anticiper de telles modifications.

V - CONCLUSION

Cette étude développe une approche pour considérer les limites de la technique de MAT et optimiser l'information contenue dans les résultats qui en sont issus. Ces informations traduites en indice de probabilité de présence d'un séro groupe permettent d'obtenir une distribution réaliste des

sérogroupes circulant dans les cheptels bovins et suspects cliniques de leptospirose. Différents scénarios vaccinaux peuvent alors être confrontés à cette distribution afin de déterminer l'alternative offrant une couverture vaccinale optimale.

La production régulière ou en continue de tels résultats est un véritable outil de surveillance de la leptospirose bovine en France et pourrait alerter lors de changement de l'exposition des bovins.

La leptospirose bovine ayant un impact sur l'économie de la filière mais aussi en santé publique, la mise en place de cet outil s'intègre dans une lutte intégrative de la maladie.

BIBLIOGRAPHIE

- Acha P.N., Szyfres B. - Zoonoses et maladies communes à l'Homme et aux animaux. Volume I : Bactérioses et Mycoses, 3rd Edition 2005, p. 121.
- André-Fontaine G, Nicholas D, Scalzo B, Keta A, Nanjiani IA. Prévalence sérologique de la leptospirose à *Leptospira* sérovar hardjo chez les bovins femelles adultes en France en 2004. *Bulletin des GTV*, 2010, **55**, 67-74.
- André-Fontaine G., Kodjo A. - Leptospirose et troubles de la reproduction chez les bovins. *Bulletin des GTV*, 2009, **48**, 53-58.
- Anonyme - OIE Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals, 2012, 7th Edition. Leptospirosis, 2012, Chapitre 2.1.9., 209-217.
- Ayral F. - (a) La leptospirose dans les cheptels bovins laitiers : impact économique de l'infection. *Bulletin des GTV*, 2013, **69**, 109-115.
- Ayral F. - (b) La leptospirose dans les cheptels bovins laitiers : évaluation des mesures de lutte. *Bulletin des GTV* en cours d'impression.
- Bolin A.C., Alt D. - Use of a monovalent leptospiral vaccine to prevent renal colonization and urinary shedding in cattle exposed to *Leptospira borgpetersenii* serovar hardjo. *American Journal of Veterinary research*, 2001, **62**(7), 995-1000.
- Brown R.A., Blumerman S., Gay C., Bolin C.A., Duby R., Baldwin C.L. - Comparison of three different Leptospiral vaccines for induction of a type 1 immune response to *Leptospira borgpetersenii* serovar hardjo. *Vaccine*, 2003, **21**, 4448-4458.
- Cowie G., Bell A. - A retrospective review of notified human leptospirosis cases in the Waikato region of New Zealand, 2004 to 2010. *New Zeal. Med. J.*, 2012, **125**(1358), 20-28.
- Hernandez-Rodriguez P., Diaz C.A., Dalmau E.A., Quintero G.M. - A comparison between polymerase chain reaction (PCR) and traditional techniques for the diagnosis of leptospirosis in bovines. *Journal of Methodological Methods*, 2011, **84**, 1-7.
- Levett P.N. - Leptospirosis. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2001, **14**(2), 296-326.
- Mayer-Scholl A., Luge E., Draeger A., Nöckler K., Khon B. - Distribution of *Leptospira* serogroups in dogs from Berlin, Germany. *Vector Borne and Zoonotic Dis.*, 2013, **13**(3), 200-202.
- Tresse L., Rubeaux D., Kodjo A., André-Fontaine G., Mascaron L. - Enquête sur l'infection des bovins par les leptospires en région Ouest. *Renc. Rech. Ruminants*, 2009, 16.
- Vantejou B., Mascaron L. - Leptospirose bovine dans un élevage laitier en Normandie: chute de lait, ré-infection et vaccination. *Bulletin des GTV*, 2010, **55**, 75-79.
- Wiseman A., Joris E., King V., Debouk P. - The prevalence of antibody to leptospira serovar hardjo as detected by ELISA, in samples of bulk tank milk from four selected countries in Europe. *World Buiatric*, 2002, Proceedings of the XXII World Buiatrics Conference, Hannover, Germany 2002, **50**, Abst. No. 162.

