

F. Poumarat<sup>1</sup>M. Perrin<sup>1</sup>P. Belli<sup>1</sup>D. Longchambon<sup>1</sup>C. Le Goff<sup>2</sup>J. L. Martel<sup>1</sup>

## Recherche sur l'origine des fausses réactions positives dans le diagnostic sérologique de la péripneumonie contagieuse bovine

POUMARAT (F.), PERRIN (M.), BELLI (P.), LONGCHAMBON (D.), LE GOFF (C.), MARTEL (J. L.). Recherche sur l'origine des fausses réactions positives dans le diagnostic sérologique de la péripneumonie contagieuse bovine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (3) : 371-378.

Des bovins ont été expérimentalement immunisés respectivement avec *Mycoplasma (M) capricolum*, *M. mycoides* subsp. *mycoides* (LC), *M. mycoides* subsp. *capri*, *M. species* groupe 7 de LEACH. Pendant 8 semaines ces animaux ont fait l'objet d'un suivi sérologique vis-à-vis de l'agent de la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB), par le test immunoenzymatique (ELISA), en fixation du complément (FC) et en hémagglutination passive (HAP), l'HAP étant effectuée également vis-à-vis des valences d'immunisation. En FC, utilisée selon la méthode standardisée, des réactions croisées, souvent transitoires, sont notées chez les bovins immunisés par le groupe 7 et les 2 « mycoides » caprins. Ce modèle expérimental pourrait expliquer certaines réactions aspécifiques naturelles rencontrées exceptionnellement lors du diagnostic sérologique de la PPCB. *Mots clés* : Bovin - Péripneumonie contagieuse bovine - Mycoplasme - Immunisation - Diagnostic - Sérologie - Technique immunologique - Test ELISA

### INTRODUCTION

« La péripneumonie contagieuse bovine (PPCB) causée par *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* a été éliminée d'Australie depuis 1973. Cependant, les bovins exportés doivent être prouvés indemnes de PPCB, ce contrôle se faisant par le test de fixation du complément selon la technique de CAMPBELL et TURNER (3). A l'occasion de ces contrôles, on constate que 0,12 p. 100 d'animaux, sûrement indemnes de PPCB, présentent pourtant des réactions sérologiques positives ». Voici comment ETHERIDGE et collab. (11) introduisaient en 1976 leur étude sur des fausses réactions positives en fixation du complément. En 1988, cette introduction pourrait être reprise intégralement pour la France.

Il est reconnu unanimement que ces réactions aspécifiques sont rares (11, 14, 15, 32). Pour les expliquer, plusieurs hypothèses ont été émises :

1. Laboratoire de Pathologie Bovine, Ministère de l'Agriculture, Centre National d'Études Vétérinaires et Alimentaires, 31 avenue Tony Garnier, BP 7033, 69342 Lyon cédex 07, France.

2. IEMVT-CIRAD, Service de Pathologie Infectieuse, section microbiologie, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort cédex, France.

Reçu le 13.03.89, accepté le 26.04.89.

— le phénomène d'auto-immunisation active chez les vieux animaux : 0 et 0,9 p. 100 de réactions faussement positives pour, respectivement, 464 jeunes bovins et 656 vaches multipares indemnes de PPCB (32) ;

— une communauté antigénique avec d'autres mycoplasmes (11), certaines bactéries (32) ou certains parasites (24).

ETHERIDGE et collab. (11) ont montré que près de 80 p. 100 des réactions faussement positives pourraient s'expliquer par une infection intercurrente des animaux par des mycoplasmes classés dans le groupe 7 de LEACH qui présentent une certaine communauté antigénique avec l'agent de la PPCB. Depuis, on sait que cet agent, en l'occurrence *M. mycoides* subsp. *mycoides* « small colony » (*M.m.m.* SC), appartient à un groupe d'espèces mycoplasmiques sérologiquement très proches (9, 16). Ce groupe, souvent nommé groupe « mycoides », rassemble des mycoplasmes d'origine bovine : *M.m.m.* SC, les mycoplasmes du groupe 7 de LEACH (17) ou son équivalent le sérotype L d'AL-AUBAIDI et collab. (1), des mycoplasmes d'origine caprine, *M. mycoides* subsp. *mycoides* « large colony » (*M.m.m.* LC), *M. mycoides* subsp. *capri*, *M. capricolum* ainsi que les mycoplasmes du type F38 (20).

On sait aujourd'hui que le dogme de la spécificité d'espèce d'hôte pour les mycoplasmes peut être occasionnellement remis en cause, particulièrement au sein des ruminants. Ainsi quelques souches de *M.m.m.* SC ont été isolées chez les caprins (12, 29) ; *M. capricolum* a été isolé de la mamelle, du poumon, d'un sperme de bovin (2, 30) et *M.m.m.* LC lors de pneumopathies chez des veaux (21).

La vaste répartition géographique de certains membres du groupe « mycoides », associée aux possibles transmissions interspécifiques, amènent à penser que certaines réactions aspécifiques constatées dans le diagnostic sérologique de la PPCB pourraient s'expliquer par des infections intercurrentes dues à des mycoplasmes du groupe « mycoides ». Pour étayer cette hypothèse, et dans un premier temps, la cinétique des anticorps détectés en FC chez des bovins expérimentalement immunisés par les différents membres du groupe « mycoides » a été étudiée.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Immunsation des bovins

#### Souches mycoplasmiqes utilisées

Ont été utilisées les souches de référence internationale suivantes :

- *M. capricolum* California Kid (CK),
- *M. mycoides* subsp. *mycoides* (LC), Y-goat (YG),
- *M. mycoides* subsp. *capri* PG3,
- *M. séro*groupe 7 de LEACH (17) PG50.

#### Préparation des antigènes

Des cultures de 24 à 48 heures ont été effectuées en milieu DIFCO enrichi (DE) (21), puis centrifugées à 10 000 g pendant une demi-heure et lavées 2 fois en PBS (pH = 7,4) pendant une demi-heure. Concentrées 500 fois, elles ont été conservées dans l'azote liquide jusqu'à l'emploi.

#### Protocole d'immunsation

L'immunsation comporte 5 interventions sur 8 jours :

- jours 0 et 2 :  $10^5$  mycoplasmes en intraveineuse (IV) et en sous-cutanée (SC),
- jour 4 :  $10^8$  mycoplasmes IV et SC,
- jours 6 et 8 :  $10^{10}$  à  $10^{12}$  mycoplasmes SC.

L'hydroxyde d'alumine en SC a été utilisé comme adjuvant de l'immunité.

### Tests sérologiques utilisés

#### Fixation du complément (FC)

La méthode de CAMPBELL et TURNER (3), modifiée en microméthode telle qu'elle est décrite par DANNA-CHER et collab. (8), a été utilisée avec l'antigène ayant servi de référence pour le contrôle de qualité européen (8) et préparée à l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (IEMVT) à partir d'une souche de *M.m.m. SC* (B 17) provenant d'un foyer naturel africain. Les dilutions sont effectuées de 2 en 2 à partir du 1/10, et à la lecture +, ++, +++, +++++ correspondent respectivement à 75, 50, 25 et 0 p. 100 d'hémolyse.

#### Hémagglutination passive (HAP)

La technique utilisée ainsi que la préparation de l'antigène sont en tous points semblables à celles employées régulièrement au LNPN pour la recherche des infections à *M. bovis* (23). Les dilutions sont effectuées de 2 en 2 à partir du 1/10.

#### Test immunoenzymatique (ELISA)

La technique de LE GOFF (18) a été utilisée. Les animaux sont considérés comme positifs au-delà du seuil de positivité retenu et égal à 0,20 de densité optique.

#### Choix et suivi sérologique des bovins

Vint-cinq bovins adultes de race française Frisonne ont fait l'objet d'un sondage sérologique en FC et en HAP vis-à-vis des valences suivantes : YG, CK, PG3, PG50, *M. bovis* PG45, *M.m.m. SC* souche de référence internationale PG1.

Huit bovins (2 par valences, CK, YG, PG3, PG50) ont été définitivement retenus après un second contrôle sérologique équivalent. Après immunsation, ils ont été soumis à un suivi sérologique hebdomadaire pendant 7 semaines, à compter du 10<sup>ème</sup> jour suivant le début de l'immunsation, en FC et en HAP vis-à-vis des valences YG, CK, PG3, PG50, PG1.

## RÉSULTATS

Les résultats sont détaillés dans les tableaux I à IV et le tableau V en présente un récapitulatif.

Un des deux bovins immunsés vis-à-vis de YG a dû être éliminé en cours d'expérimentation.

Parmi les 25 bovins soumis au premier contrôle sérologique, tous étaient séronégatifs en FC et en HAP vis-à-vis des valences CK, PG50 et *M. bovis* PG45 mais tous présentaient en HAP des titres faibles de 10 à 20, exceptionnellement 40 vis-à-vis de YG, PG3 et PG1. Compte tenu des « bruits de fond » existant en HAP pour ces trois dernières valences, par prudence, seuls des titres supérieurs à 40 ont été considérés pour l'interprétation comme significatifs d'une montée des taux d'anticorps.

En HAP, des réactions croisées bilatérales, indifférenciables des réactions homologues, sont notées pour

TABLEAU I Vaches n° 1 et 2 immunisées avec la souche *Mycoplasma* groupe 7 de LEACH PG50.

n° 1	Jours		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
	Antigènes										
H	<i>M.m.m.</i> LC YG.		20	—	10	20	40	20	40	10	10
A	<i>M. capricolum</i> C.K.		—	—	—	20	20	10	—	—	—
P	<i>M.m. capri</i> PG3		10	—	40	40	20	20	20	10	10
	<i>M. groupe 7</i> PG50		—	—	160	1 280	1 280	1 280	1 280	320	320
	<i>M.m.m.</i> SC PG1		10	—	20	80	80	160	40	80	40
F.C. PPCB			—	—	—	+10	+10	+10	—	—	—
ELISA PPCB			—	—	—	—	—	—	—	—	—

  

n° 2	Jours		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
	Antigènes										
H	<i>M.m.m.</i> LC YG.		20	—	10	40	20	20	20	10	—
A	<i>M. capricolum</i> C.K.		—	—	—	20	20	10	—	10	10
P	<i>M.m. capri</i> PG3		—	—	20	40	20	10	10	10	10
	<i>M. groupe 7</i> PG50		—	—	640	1 280	1 280	1 280	1 280	1 280	320
	<i>M.m.m.</i> SC PG1		10	—	20	80	80	160	40	80	80
F.C. PPCB			—	—	—	+++20	—	—	+10	++10	—
ELISA PPCB			—	—	—	++	+	+	+	+	—

YG. : Y-Goat ; C.K. : California Kid ; — : réaction négative.

TABLEAU II Vaches n° 3 et 4 immunisées avec la souche *Mycoplasma capricolum* California Kid.

n° 3	Jours		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
	Antigènes										
H	<i>M.m.m.</i> LC YG.		10	—	20	40	40	20	20	10	10
A	<i>M. capricolum</i> C.K.		—	—	10	160	160	80	160	80	80
P	<i>M.m. capri</i> PG3		10	—	20	20	20	10	10	10	10
	<i>M. groupe 7</i> PG50		—	—	80	160	40	40	20	20	20
	<i>M.m.m.</i> SC PG1		—	10	10	20	20	10	—	10	10
F.C. PPCB			—	—	—	—	—	—	—	—	—
ELISA PPCB			—	—	—	—	—	—	—	—	—

  

n° 4	Jours		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
	Antigènes										
H	<i>M.m.m.</i> LC YG.		—	—	10	20	20	20	20	40	10
A	<i>M. capricolum</i> C.K.		—	10	640	320	160	160	160	80	80
P	<i>M.m. capri</i> PG3		—	—	10	20	20	10	10	—	—
	<i>M. groupe 7</i> PG50		—	—	80	80	40	40	20	20	0
	<i>M.m.m.</i> SC PG1		10	10	20	20	20	20	10	10	10
F.C. PPCB			—	—	—	—	—	—	—	—	—
ELISA PPCB			—	—	—	—	—	—	—	—	—

YG. : Y-Goat ; C.K. : California Kid ; — : réaction négative.

F. Poumarat, M. Perrin, P. Belli, D. Longchambon, C. Le Goff, J.L. Martel

TABLEAU III Vache n° 5 immunisée avec la souche *Mycoplasma mycoides subsp. mycoides (LC) Y-GOAT*.

n° 5	Antigènes	Jours								
		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
H A P	<i>M.m.m.</i> LC YG.	10	—	10	1 280	640	640	320	160	80
	<i>M. capricolum</i> C.K.	—	—	10	20	20	20	20	10	10
	<i>M.m. capri</i> PG3	—	—	40	1 280	1 280	1 280	320	320	320
	<i>M. groupe 7</i> PG50	—	—	40	1 280	1 280	1 280	640	320	160
	<i>M.m.m.</i> SC PG1	20	—	10	20	20	20	20	20	20
F.C. PPCB		—	—	—	++++	+++	+10	++10	++10	+10
ELISA PPCB		—	—	—	20	20	+	+20	—	—
					+	++	+	—	—	—

YG. : Y-Goat ; C.K. : California Kid ; — : réaction négative.

TABLEAU IV Vaches n° 7 et 8 immunisées avec la souche *Mycoplasma mycoides subsp. capri PG3*.

n° 7	Antigènes	Jours								
		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
H A P	<i>M.m.m.</i> LC YG.	20	—	40	640	320	320	80	40	40
	<i>M. capricolum</i> C.K.	—	—	—	20	10	10	10	—	—
	<i>M.m. capri</i> PG3	20	—	20	1 280	640	320	80	160	160
	<i>M. groupe 7</i> PG50	—	—	20	20	80	20	20	—	—
	<i>M.m.m.</i> SC PG1	10	10	20	20	20	0	10	10	10
F.C. PPCB		—	—	—	+++10	+10	++10	+10	+10	—
ELISA PPCB		—	—	—	—	—	—	—	—	—

n° 8	Antigènes	Jours								
		- 15	0	10	17	24	31	38	45	54
H A P	<i>M.m.m.</i> LC YG.	20	—	80	160	160	160	160	40	20
	<i>M. capricolum</i> C.K.	—	—	—	40	20	10	10	—	—
	<i>M.m. capri</i> PG3	10	—	40	160	160	80	40	80	40
	<i>M. groupe 7</i> PG50	—	—	20	40	80	20	20	10	10
	<i>M.m.m.</i> SC PG1	—	—	10	10	10	—	—	10	—
F.C. PPCB		—	—	—	—	—	—	—	—	—
ELISA PPCB		—	—	—	—	—	—	—	—	—

YG. : Y-Goat ; C.K. : California Kid ; — : réaction négative.

les valences PG3 et YG (Tabl. III, IV). Des réactions croisées nettes sont notées en HAP vis-à-vis de PG1 chez les animaux immunisés avec PG50.

En FC, si l'on s'en tient aux barèmes d'interprétation des résultats proposés par CAMPBELL et TURNER (3) et repris par DANNACHER et collab. (8) pour le contrôle européen, des réactions douteuses ou faiblement positives apparaissent chez les animaux immunisés avec PG50, PG3 et YG mais jamais avec CK ; des

réactions faiblement positives, voire positives, apparaissent ponctuellement chez les animaux immunisés, surtout avec YG (Tabl. III) et PG50 (Tabl. I).

En ELISA, des réactions faiblement positives voire positives apparaissent à la même période et pour les mêmes antigènes que pour la fixation du complément, c'est-à-dire avec YG et PG50 (Tabl. I, III). Cependant, on ne note pas de réactions croisées mêmes faibles avec PG3.

TABLEAU V Résumé des réactions sérologiques croisées obtenues en hémagglutination passive (H.A.P.) et fixation du complément (F.C.) chez des bovins immunisés vis-à-vis de différentes espèces mycoplasmiques du groupe « Mycoïdes » (ERNØ, 1983).

	H.A.P. avec les antigènes suivants					F.C. avec l'antigène <i>M.m.m.</i> SC B17	ELISA
	Y-Goat	C.K.	PG3	PG50	PG1		
<i>M.m.m.</i> LC Y-Goat	++	-	++	++	-	P	P
<i>M. capricolum</i> C.K.	-	++	-	+	-	-	-
<i>M.m. capri</i> PG3	++	-	++	+	-	D	-
<i>M. species</i> PG50	-	-	-	++	+	D(P)	P

H.A.P. : ++ : réactions homologues ou hétérologues fortes  
 + : réactions hétérologues faibles  
 - : réactions hétérologues non significatives

F.C. : P : sérologies positives ou faiblement positives prolongées dans le temps  
 (P) : sérologies positives ou faiblement positives ponctuelles dans le temps  
 D : sérologies douteuses  
 - : sérologies négatives

ELISA : P : sérologies positives  
 - : sérologies négatives

*M.m.m.* : *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*  
 C.K. : California Kid

## DISCUSSION

L'intensité des réactions sérologiques croisées en HAP reflète assez bien les degrés de similitude des espèces entre elles, ainsi qu'ils ont été décrits précédemment : *M.m. capri* et *M.m.m.* LC ont des profils protéiques extrêmement semblables (7) ; le groupe 7 de LEACH présente 60 p. 100 de similitude en hybridation d'ADN avec le groupe *M. capricolum* et F38 (4) et, à l'inverse, on ne retrouve que 40 p. 100 de similitude entre *M. capricolum* et les *M.m.m.* SC et LC alors que cette similitude dépasse 50 p. 100 entre les autres membres du groupe « mycoïdes » (9).

En FC utilisée selon la méthode préconisée pour le contrôle de qualité européen (8), des réactions croisées pourraient exister lors d'infections éventuelles par un mycoplasme du type PG50 ou par un des « mycoïdes » caprins. Ces réactions aspécifiques, au moins pour les titres élevés, sont très limitées dans le temps et apparaissent essentiellement quand les titres en réaction homologue sont très élevés.

Les conclusions précédentes sont entièrement transposables aux résultats obtenus en ELISA, et cette technique s'avère d'une spécificité au moins égale au test de FC.

Ce schéma expérimental peut-il correspondre à une situation naturelle ?

Il convient de noter que l'aspect fugace de ces réactions aspécifiques se retrouve pour les cas natu-

rels : sur 31 bovins sûrement indemnes de PPCB positifs en FC, seuls 9 l'étaient encore 7 jours plus tard (11) : ce même phénomène est constaté en France.

Des mycoplasmes du type PG50 ont été mis en évidence chez les bovins, en Australie, au Canada, aux États-Unis (10, 11, 28) et récemment dans 4 foyers d'arthrites en Suisse (6). Ces mycoplasmes sont isolés de lait, de poumons, d'articulation et de l'appareil génital (10). Expérimentalement, leur pouvoir pathogène ne s'exprime qu'au niveau mammaire et articulaire (10). Pour ces affections particulières, la recherche des mycoplasmes n'étant que très exceptionnellement envisagée en France, l'existence d'infection à mycoplasmes du type PG50 sur le territoire a très bien pu passer inaperçue.

*M.m.m.* LC est responsable, chez les caprins, d'agalaxie et de pneumopathies chez les adultes ainsi que de septicémies chez les jeunes. Cosmopolite, cette infection n'est pas rare dans le cheptel caprin français (13). Mais la possibilité de transfert naturel de l'infection caprine aux bovins reste en suspens. PERREAU et BIND (22) ont décrit en 1981 un cas naturel d'infection de veaux par une souche authentique de *M.m.m.* caprin. ROSENDAL (26) n'a pas pu mettre en évidence le passage d'une souche de *M.m.m.* LC de caprins en cours d'évolution aiguë de la maladie à des veaux maintenus à leur contact ; cependant, les chèvres-contacts ne se sont pas non plus infectées. Les données des inoculations expérimentales sur veaux sont assez divergentes : on peut retenir globalement que les souches du biotype caprin seraient apathogène-

F. Poumarat, M. Perrin, P. Belli, D. Longchambon, C. Le Goff, J.L. Martel

nes chez le veau (25, 27, 31) à l'exception peut-être de certaines souches (19, 25) mais avec une intensité bien moindre que chez les caprins. On constate cependant une persistance du germe, accompagnée souvent d'une réaction sérologique parfois très marquée (titre 256 en HAP) (19, 25, 26, 27).

La généralisation de ces résultats sur les réactions aspécifiques en FC pour le diagnostic de la PPCB doit être faite avec une certaine prudence. En effet, il existe des souches sauvages plus ou moins intermédiaires sérologiquement entre les types de référence (9) ; par exemple, le groupe *capricolum* semble très hétérogène (5, 7) alors que le groupe représenté par la souche PG50 apparaît très homogène (5).

On peut reprocher à ce type d'immunisation artificielle, par injection massive d'antigène accompagnée d'adjuvant de l'immunité, d'exacerber les réactions non spécifiques. Néanmoins les résultats d'ETHE-RIDGE et collab. (11) semblent plutôt infirmer cette

hypothèse : les animaux immunisés expérimentalement par voie sous-cutanée à l'aide de souche de type PG50 présentent des réactions aspécifiques plus faibles que les infectés naturels.

## CONCLUSION

Même si la réaction de fixation du complément appliquée au diagnostic de la PPCB est reconnue comme très spécifique, des infections intercurrentes par des mycoplasmes du groupe « mycoïdes » peuvent être théoriquement à l'origine des fausses réactions positives constatées occasionnellement. Il reste à préciser l'ampleur naturelle de telles infections dans le cheptel bovin français.

POUMARAT (F.), PERRIN (M.), BELLI (P.), LONGCHAMBON (D.), LE GOFF (C.), MARTEL (J. L.). Studies on the origin of false positive reactions to the sero-diagnosis for contagious bovine pleuropneumonia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (3) : 371-378.

Four groups of cattle were experimentally immunised by four mycoplasma species of « mycoïdes-like » group, *Mycoplasma (M) capricolum*, *M. mycoïdes* subsp. *mycoïdes* (LC), *M. mycoïdes* subsp. *capri* and *M. species* group 7 of LEACH (PG50). They were then bled weekly during 2 months to establish antibodies kinetics against homologous and heterologous antigens. The standard method of complement fixation test (CFT) used in Europe and a new ELISA test for diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia were performed in comparison with passive haemagglutination test (PHA) against antigens used for experimental immunisation. Cross reactions obtained are rather equal to the degree of similitude between these mycoplasma species. With CFT-cross reactions are transitory and occur only while homologous titers are very high, particularly with « PG50 » and the two caprine mycoïdes strains. ELISA results using a threshold of positivity of optical density of 0.20, were similar to that obtained with CFT except ELISA specificity is not so different from CFT one. This experimental model could explain some natural situations.

*Key words* : Cattle - Contagious bovine pleuropneumonia - Mycoplasma - Immunization - Diagnosis - Serology - Immunological technique - ELISA test.

POUMARAT (F.), PERRIN (M.), BELLI (P.), LONGCHAMBON (D.), LE GOFF (C.), MARTEL (J. L.). Investigación sobre la origen de las falsas reacciones positivas en el diagnóstico serológico de la perineumonía contagiosa bovina. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (3) : 371-378.

Se inmunizó experimentalmente bovinos con *Mycoplasma (M) capricolum*, *M. mycoïdes* subsp. *mycoïdes* (LC), *M. mycoïdes* subsp. *capri* y *M. species* grupo 7 de LEACH respectivamente. Durante 8 semanas, se hicieron pruebas serológicas de modo continuo para evidenciar los micoplasmas de la perineumonía contagiosa ; así se utilizaron la prueba ELISA, la fijación del complemento (FC) y la hemaglutinación pasiva. Con la FC utilizada según el método estandarizado, se notan reacciones cruzadas, a menudo transitorias en los bovinos inmunizados por el grupo 7 y los 2 *mycoïdes* caprinos. Este modelo experimental podría explicar ciertas reacciones inespecíficas naturales encontradas excepcionalmente al momento del diagnóstico serológico de la perineumonía contagiosa bovina. *Palabras claves* : Bovino - Micoplasma - Perineumonía contagiosa bovina - Inmunización - Serología - Diagnóstico - Prueba inmunológica - Prueba ELISA.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AL-AUBAIDI (J. M.), FABRICANT (J.). Characterisation and classification of bovine *Mycoplasma*. *Cornell Vet.*, 1971, **61** : 490-518.
2. BRÉARD (A.), POUMARAT (F.). Isolement de *Mycoplasma capricolum* à partir d'un sperme de taureau. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1988, **41** (2) : 149-150.
3. CAMPBELL (A. D.), TURNER (A. W.). Studies on contagious pleuropneumonia of cattle. IV. An improved complement fixation test. *Aust. vet. J.*, 1953, **29** : 154-163.
4. CHRISTIANSEN (C.), ERNO (H.). Classification of F38 group of caprine mycoplasma strains by DNA hybridization. *J. gen. Microbiol.*, 1982, **128** : 2523-2526.
5. CHRISTIANSEN (G.), ERNO (H.). RFLP in 2 rRNA genes of *Mycoplasma capricolum*, the caprine F38-like group and the bovine serogroup 7. 7th int. Congress of the International Organisation for Mycoplasmaology, Baden, Austria, 2-9 June 1988. Abstract 61.
6. CORBOZ (L.), WALOVOGEL (A.), WILD (P.), KELLER (H.). Polyarthritides in calves caused by mycoplasma species. 11th int. Symp. Vet. Lab. Diagnost. Lucerne, Switzerland, 1984. Pp. 298-301.
7. COSTAS (M.), LEACH (R. H.), MITCHELMORE. Taxonomic relationships within the *Mycoplasma mycoides* cluster indicated by numerical analysis of 1 D PAGE protein patterns. 7th int. Congress of International Organization for Mycoplasmaology, Baden, Austria, 2-9 June 1988. P. 190.
8. DANNACHER (G.), PERRIN (M.), MARTEL (J. L.), PERREAU (P.), LE GOFF (C.). Report on evaluation of the European comparative trial concerning complement fixation test for diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia. *Annls Rech. vét.*, 1986, **17** : 107-114.
9. ERNO (H.). Mycoplasmas related to *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*. CEE Workshop, Brussels (Belgium), 16-17 June 1983. Pp. 33-39.
10. ERNO (H.), PERREAU (P.). Mycoplasmal infection in cattle. In : GYLSTORFF (I.), ed. *Infektionen durch Mycoplasmaten*. Jena, RDA, VEB Gustav Fischer Verlag, 1985. Pp. 300-345. (Band 21).
11. ETHERIDGE (J. R.), COTTEW (G. S.), LLOYD (L. C.). Studies on the origin of false positive reactions to the complement fixation test for contagious bovine pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, 1976, **52** : 299-304.
12. FREUNDT (E. A.). Historical and taxonomic position of the agent and the role of reference centres. CEE Workshop, Brussels (Belgium), 16-17 June 1983. Pp. 8-17.
13. GAILLARD-PERRIN (G.), LENFANT (D.). The importance of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* in caprine mammary disease in France. CEE Workshop Nice, France, 19-20 September 1987. Pp. 59-69.
14. GOURLAY (R. N.). Serological tests for the diagnosis and control of contagious bovine pleuropneumonia. CEE Workshop, Brussels (Belgium), 16-17 June 1983. Pp. 27-32.
15. HUDSON (J. R.). La péripneumonie contagieuse des Bovidés. Rome, FAO, 1972. 131 p. (Études agricoles de la FAO n° 86).
16. KANYI KIBE (M.), BIDWELL (D. E.), TURP (P.), SMITH (G. R.). Demonstration of cross reactive antigens in F38 and related mycoplasmas by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and immunoblotting. *J. Hyg. Camb.*, 1985, **95** : 95-106.
17. LEACH (R. H.). Comparative studies of *Mycoplasma* of bovine origin. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1967, **143** : 305-316.
18. LE GOFF (C.). Technique immunoenzymatique appliquée au diagnostic sérologique de la péripneumonie. Note préliminaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** : 171-173.
19. OJO (M. O.), KASALI (B.), OZOYA (S. E.). Pathogenicity of a caprine strain of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* for cattle. *J. comp. Path.*, 1980, **90** : 209-215.
20. MacOWAN (K. J.), MINETTE (J. E.). A *Mycoplasma* from acute contagious caprine pleuropneumonia in Kenya. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1976, **9** : 185-188.
21. PERREAU (P.). Isolation procedures for diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia. CEE workshop, Brussels (Belgium), 16-17 June 1983. Pp. 18-26.
22. PERREAU (P.), BIND (J. L.). Infection naturelle du veau par *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* (biotype chèvre). *Bull. Acad. vét. Fr.*, 1981, **54** : 491-496.

23. POUMARAT (F.), PERRIN (M.), BELLI (P.), MARTEL (J. L.). Recherche des anticorps anti-*Mycoplasma bovis* dans le sérum des bovins à l'aide de la réaction d'hémagglutination passive, valeur et limites de la réaction. *Revue Méd. vét.*, 1987, **138** : 981-989.
24. PROVOST (A.), QUÉVAL (R.). Recherches immunologiques sur la péripneumonie. XIII. Réactivité antipéripneumonique paradoxale de certains sérums antiparasitaires. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** : 161-163.
25. ROSENDAL (S.). Experimental infection of goats, sheep and calves with the large colony type of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*. *Vet. Path.*, 1981, **18** : 71-81.
26. ROSENDAL (S.). Susceptibility of goats and calves after experimental inoculation or contact exposure to a Canadian strain of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* isolated from a goat. *Can. J. comp. Med.*, 1983, **47** : 484-490.
27. SANGUINETTI (V.), BALDELLI (R.), SEMPRONI (G.). *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* LC type from goats in Italy. *Vet. Res. Commun.*, 1982, **5** : 327-335.
28. SHIEL (M. J.), COLOE (P. J.), WOROTNIUK (B.), BURGESS (G. W.). Polyarthritis in a calf associated with a group 7 mycoplasma infection. *Aust. vet. J.*, 1982, **59** : 192-193.
29. SMITH (G. R.), HOOKER (J. M.), MILLIGAN (R. A.). Further studies on caprine and ovine mycoplasmas related to *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides*. *J. Hyg. Camb.*, 1980, **85** : 247-256.
30. TAOUDI (A.), KIRCHOFF (H.). Isolation of *Mycoplasma capricolum* from cows with mastitis. *Vet. Rec.*, 1986, **119** : 247.
31. TRUSCOTT (R. B.), FINLEY (G. G.). Studies on *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* (LC) in lambs and calves. *Can. J. comp. Med.*, 1985, **49** : 233-234.
32. TURNER (A. W.), ETHERIDGE (J. R.). Slide agglutination tests in the diagnosis of contagious bovine pleuropneumonia. *Aust. vet. J.*, 1963, **39** : 445-451.