

Entérotoxémies des bovins charolais en Bourgogne : élaboration d'une grille de diagnostic bactériologique et recherche des hypothèses de facteurs de risque

C. PHILIPPEAU (1), S. GONCALVES (2) et V. JULLIAND (1)

(1) UPSP Nutrition et Santé Digestive des Herbivores, ENESAD, BP 87 999, 21079 Dijon cedex

(2) Chambre d'Agriculture de Côte d'Or, 42 rue de Mulhouse, 21000 Dijon

avec la collaboration de F. AYMAR, N. GALINAT, E. JACOTOT, V. OLIVIER, C. REIBEL (ENESAD, Dijon)

RESUME - Dans le cheptel de bovins charolais en Bourgogne, les entérotoxémies toucheraient majoritairement les veaux charolais non sevrés. Afin de caractériser et d'améliorer la prévention de cette affection, nous avons précisé le diagnostic bactériologique et les hypothèses de facteurs de risque. Le diagnostic bactériologique est basé sur le dénombrement des clostridies dans le contenu d'intestin grêle. En comparant les teneurs en clostridies mesurées chez des bovins suspects d'entérotoxémies et des bovins témoins, nous avons proposé une grille de décision en fonction du délai entre l'heure supposée de la mort du bovin et le prélèvement. Les hypothèses de facteurs de risque ont été identifiées en comparant les données de la littérature aux représentations des éleveurs et des vétérinaires. Pour cette maladie multifactorielle, l'alimentation apparaît comme le facteur de risque prédominant.

Enterotoxaemia in Charolais cattle in Burgundy : new decision support tools to improve bacterial diagnosis and hypotheses of risk factors

C. PHILIPPEAU (1), S. GONCALVES et V. JULLIAND

(1) UPSP Nutrition et Santé Digestive des Herbivores, ENESAD, 21079 Dijon cedex

SUMMARY - Enterotoxaemia syndrome particularly affects Charolais calves in Burgundy. In order to better know enterotoxaemia and to propose means to prevent against this disease, we improved the bacterial diagnosis and determined hypotheses of risk factors. Enterotoxaemia bacterial diagnosis is based on *Clostridium perfringens* count in intestinal content. The determination of *post-mortem* kinetics of clostrial count in control cattle provides new decision support tools to improve bacterial diagnostic of suspected cattle. The hypotheses of risk factors were determined by comparison of information issued from literature with representations of the disease by farmers and practising veterinarians. For this multifactorial disease, feeding practices appear to be the most important risk factor.

INTRODUCTION

Les entérotoxémies bovines se manifestent par une mort subite, qui résulte de la résorption dans la circulation sanguine de toxines produites par des bactéries du genre *Clostridium*, hôtes commensaux dans l'intestin grêle. Ces bactéries se multiplient sous l'action de facteurs déclenchants ou prédisposants encore mal connus.

Cette affection représenterait près de la moitié des cas de morts subites en élevage de bovins charolais en Bourgogne, soit, en moyenne, 1 animal par an, dans près d'un élevage sur 2 (Philippeau, 2003) ; elle toucherait les animaux de tous âges, avec une prédilection pour les veaux non sevrés. Au vu de ces résultats, il a semblé nécessaire de mieux caractériser cette affection afin de pouvoir la prévenir. Les travaux que nous avons conduits ont visé à améliorer le diagnostic bactériologique des entérotoxémies bovines et à identifier les hypothèses de facteurs de risque de cette affection.

Etablissement d'une grille de diagnostic bactériologique des entérotoxémies

Pour les entérotoxémies, seul le diagnostic *post-mortem* est possible. Le diagnostic lésionnel effectué par le vétérinaire praticien demeure un diagnostic de suspicion voire d'exclusion des autres causes de mort subite. Putréfaction précoce et congestion voire nécrose des intestins sont les principales lésions évocatrices d'une entérotoxémie mais elles ne sont pas pathognomoniques (Schelcher, 2002). Le diagnostic bactériologique peut être réalisé pour confirmer cette suspicion. Il est basé sur le dénombrement des agents étiologiques bactériens dans l'intestin grêle : une concentration en clostridies supérieure à 10^6 UFC / ml de contenu intestinal mesurée dans les heures suivant la mort de l'animal permettrait de poser le diagnostic de cette maladie (Popoff, 1989). Cependant, le délai maximal entre mort et

prélèvement pour lequel ce dénombrement était valide n'a pas été précisé. Les travaux menés récemment montrent, effectivement, qu'une concentration élevée en clostridies mesurée sur un animal mort doit être interprétée avec précaution en fonction du délai d'intervention. Ainsi, chez des veaux morts d'une autre cause qu'une entérotoxémie ($n = 64$), la concentration intestinale en *C. perfringens* peut varier entre 10^3 et 10^7 UFC / ml de contenu intestinal dans les 24 heures qui suivent la mort de l'animal (Manteca *et al.*, 2001). Cependant, dans cette étude, la cinétique de développement *post-mortem* des clostridies, n'a pas été mesurée. L'objectif de notre travail a été d'élaborer une grille de diagnostic bactériologique des entérotoxémies en comparant l'évolution *post-mortem* de la concentration en clostridies dans l'intestin grêle de bovins morts d'une autre cause qu'une entérotoxémie avec celle de bovins supposés être morts d'une entérotoxémie.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ANIMAUX

Les bovins étudiés étaient de race charolaise, âgés de plus d'un mois et hors délai d'attente d'un traitement antibiotique ou anticoccidien. Quatorze bovins (âge médian : 11,2 mois) ont été euthanasiés avec du T61 : 6 bovins, en station expérimentale, conservés à une température ambiante de $18,0 (\pm 1,7)$ °C et 8 bovins conservés en conditions d'élevage à une température moyenne de $14,6 (\pm 5,7)$ °C.

Trente-cinq bovins morts subitement (et dont l'heure de la mort était connue plus ou moins précisément) ont été recrutés par des vétérinaires praticiens et ont été répartis comme suit : 3 bovins morts d'une autre cause qu'une entérotoxémie (intoxication à l'if, météorisation spumeuse, convulsions) (âge médian : 7 mois) et 32 bovins morts subitement avec suspicion entérotoxémie (âge médian : 2,8 mois). Le diagnostic était basé sur l'observation de critères lésionnels par le vétérinaire praticien.

1.2. PRELEVEMENTS

Le contenu d'intestin grêle a été prélevé à partir d'une anse intestinale ligaturée dont le contenu a été homogénéisé avant chaque prélèvement. Afin de respecter l'anaérobiose, chaque contenu a été conservé selon la méthode décrite par Philippeau *et al.* (2003) : un flacon rempli à ras bord et fermé hermétiquement, conservé à 4°C pendant une durée maximale de 24 h. Les prélèvements ont été réalisés selon le planning suivant :

Caractéristiques des Bovins	Nombre de bovins	Heures des prélèvements après la mort
Euthanasiés	6	0,3,6,9,12,15,18,21,24
Morts subitement non suspects entérotoxémies	8	[0, 4] , [4, 7], [15, 24]
Morts subitement Suspects entérotoxémies	3	[0, 4] , [4, 7], [15, 24]
Morts subitement Suspects entérotoxémies	4	[0, 4] , [4, 7], [15, 24]
Morts subitement Suspects entérotoxémies	28	[0, 15]

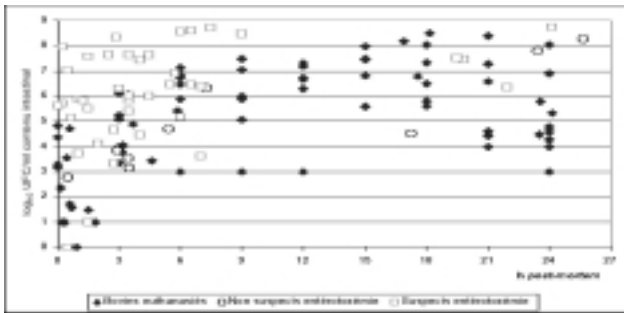
1.3. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES

Le dénombrement de *C. perfringens* a été réalisé par ensemencement en profondeur sur milieu à base de sang de mouton additionné de cyclosérine, en chambre anaérobie sous atmosphère contrôlée (mélange de 90 % d'N, 5 % H₂ et 5 % de CO₂). Après une conservation à 42°C pendant 24 h, la concentration en *C. perfringens* a été déterminée par comptage des colonies à doubles halos.

1.4. TRAITEMENT STATISTIQUE

Après transformation logarithmique, les valeurs de dénombrement des clostridies ont été analysées avec la procédure GLM du logiciel SAS v 8.2. Au sein de chaque intervalle de temps *post-mortem* [0,3[, [3,6[, [6,9], la catégorie des bovins (euthanasiés, non suspects entérotoxémie, suspects entérotoxémie) a été testée comme facteur de variation.

2. RESULTATS



Entre la mort et 3 h *post-mortem*, la concentration en *C. perfringens* varie significativement ($p < 0,01$) entre les 3 catégories de bovins. Pour les bovins euthanasiés, la concentration était, en moyenne, de $2,7 \cdot 10^3$ UFC / ml de contenu intestinal. Elle n'était pas différente ($p = 0,61$) de celle mesurée sur les bovins morts d'une autre cause ($2 \cdot 10^3$ UFC / ml, en moyenne) mais plus faible ($p < 0,001$) que celle des bovins morts suspects d'une entérotoxémie ($3,9 \cdot 10^5$ UFC / ml, en moyenne).

Après la mort, la concentration en clostridies a augmenté rapidement. Entre 3 et 6 h *post-mortem*, elle était, en moyenne, de $4,1 \cdot 10^5$ UFC / ml chez les bovins euthanasiés. Elle n'était pas différente ($p > 0,05$) de celle mesurée sur les bovins morts d'une autre cause, mais inférieure ($p < 0,001$) à celle déterminée sur les bovins morts suspects d'une entérotoxémie. Il est à noter que la valeur seuil de 10^6 UFC / ml a même été atteinte, sur un bovin euthanasié, dès 3 h après la mort. Entre 6 et 9 h *post-mortem*, la concentration

en *C. perfringens* ne variait pas significativement ($p > 0,05$) entre les 3 catégories. La valeur moyenne était comprise entre $7,6 \cdot 10^5$ et $9,8 \cdot 10^6$ UFC / ml.

Entre 9 et 15 h *post-mortem*, une seule catégorie était représentée, les bovins euthanasiés. La concentration en clostridies a été, en moyenne, de $2,3 \cdot 10^6$ UFC / ml. Dans les 15 h qui ont suivi la mort de ces bovins, la valeur de 10^8 UFC / ml n'a pas été détectée.

Enfin, il apparaît, au delà de 15 h *post-mortem*, que la concentration mesurée dans cet intervalle de temps ne reflétait pas celle déterminée à la mort des bovins et ne permettait de différencier aucune des trois catégories d'animaux.

3. DISCUSSION

A la mort, la concentration moyenne mesurée sur les bovins euthanasiés et non suspects d'entérotoxémie est peu différente de celle rapportée par Popoff (1989).

Après la mort, les bovins euthanasiés et ceux non suspects d'une entérotoxémie présentent la même cinétique *post-mortem*. Ces données peuvent donc être regroupées pour constituer le lot de "bovins témoins". En accord avec Manteca *et al.* (2001), les concentrations en clostridies ont varié fortement dans les 24 h qui ont suivi la mort de ces animaux témoins *i.e.*, 10^4 et 10^7 UFC / ml.

L'originalité de nos travaux a ainsi été de déterminer la cinétique *post-mortem* de la concentration en *C. perfringens* dans le cas de bovins témoins. Ces valeurs nous permettent de poser un diagnostic des entérotoxémies par exclusion. La grille de décision suivante peut être proposée pour des prélèvements réalisés dans les 15 heures *post-mortem* (Entéro = suspicion forte entérotoxémie, Non = animal mort d'une autre cause qu'une entérotoxémie, ? = évolution naturelle *post-mortem*).

Dénombrement (UFC/ml)	Délai entre la mort et le prélèvement (h)		
	[0, 3]	[3 ; 6[[6 ; 15]
$< 10^5$	Non	Non	Non
$10^5 - 10^6$?	?	?
$10^6 - 10^7$	Entéro	?	?
$10^7 - 10^8$	Entéro	Entéro	?
$> 10^8$	Entéro	Entéro	Entéro

Au-delà des 15 h *post-mortem*, le diagnostic bactériologique n'a pas de signification biologique.

Pour des bovins présentant une entérite hémorragique, Manteca *et al.* (2001) avaient déjà rapporté une forte variabilité de la concentration *C. perfringens* chez les veaux Blanc Bleu Belges ($n = 78$) à savoir, une valeur variant entre 10^6 et 10^{10} UFC / ml de contenu intestinal dans les 24 heures *post-mortem*. Dans notre étude, les valeurs de dénombrements ont été comprises entre 0 et 10^9 UFC / ml pendant les 15 heures qui ont suivi la mort. Ainsi, nos résultats laissent supposer que, pour les veaux charolais, ce critère d'anse intestinale congestionnée permette d'établir une suspicion d'entérotoxémie, mais ne soit pas suffisant pour poser un diagnostic avec certitude. En effet, sur les 32 bovins étudiés, l'hypothèse d'une entérotoxémie peut être rejetée dans le 1/3 des cas car le dénombrement est inférieur à 10^5 UFC / ml. Pour le second tiers, il est possible d'établir avec certitude un cas d'entérotoxémie car la valeur mesurée est supérieure à celle mesurée sur les bovins témoins. Pour le dernier tiers, le diagnostic bactériologique est insuffisant pour poser avec certitude le diagnostic d'une entérotoxémie ; il doit être affiné avec les observations réalisées lors de l'autopsie.

Elaboration d'un schéma des hypothèses des facteurs de risque des entérotoxémies

Compte tenu de la rapidité avec laquelle survient la mort, le traitement thérapeutique des entérotoxémies n'est généralement pas possible. La maîtrise de cette affection peut donc uniquement passer par la prévention. Aujourd'hui, la seule mesure prophylactique existante est d'ordre médical : la vaccination. Pour cette maladie multifactorielle, les pratiques d'élevage à risque, ou au contraire protectrices, méritent d'être mieux connues. Nous avons cherché à identifier les principales hypothèses de facteurs de risque en nous appuyant, d'une part, sur les données de la bibliographie et, d'autre part, sur les représentations des éleveurs et des vétérinaires dans l'objectif d'élaborer un schéma des hypothèses des facteurs de risque de cette affection.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Les références bibliographiques sur le sujet sont anciennes. Les facteurs de risque relevés ont été classés en sept catégories : alimentation, animal, parasites ou vecteurs externes, climat, bâtiments, stress et pratiques sanitaires.

1.2. ETUDE TERRAIN

L'étude terrain a été menée en Bourgogne, auprès de dix éleveurs de bovins charolais et vingt cabinets de vétérinaires praticiens.

Les éleveurs ont été interviewés par les étudiants à partir d'un guide d'entretien et d'un questionnaire semi-directif.

L'éleveur indiquait spontanément ses hypothèses de facteurs de risque qu'il devait caractériser.

Les vétérinaires ont été interrogés par courrier. Ils devaient classer les hypothèses de facteurs de risque que nous avons relevées dans la littérature selon l'ordre d'importance qu'ils leur affectaient dans l'apparition de la maladie, les caractériser et présenter selon eux le lien avec le développement des clostridies.

1.3. TRAITEMENT DES DONNEES

Les hypothèses extraites de la bibliographie ont été classées selon leur fréquence de citation par les vétérinaires. Pour les éleveurs, il a été considéré que les premières hypothèses citées spontanément étaient les plus importantes.

2. RESULTATS

2.1. DESCRIPTION DES ECHANTILLONS ETUDIÉS

L'échantillon des éleveurs était composé de 2 éleveurs ayant un élevage de type polyculture-élevage et de 8 éleveurs conduisant des exploitations de type herbager, dont 2 en agriculture biologique. Les vêlages s'effectuent principalement en deuxième moitié d'hiver, de janvier à mars. La mise à l'herbe a lieu, pour la plupart, en mars.

Il s'agissait d'éleveurs concernés par les entérotoxémies car, chaque année, neuf éleveurs sur dix ont au moins un cas d'entérotoxémie diagnostiqué par un vétérinaire. Seuls les 2 éleveurs en agriculture biologique et celui n'ayant pas d'entérotoxémies ne pratiquent pas de vaccination contre cette maladie.

Sur les 20 cabinets vétérinaires enquêtés, 7 ont répondu, dont 2 qui interviennent dans les élevages enquêtés.

2.2. HYPOTHESES DE FACTEURS DE RISQUE CITEES PAR LES PERSONNES DU TERRAIN

L'alimentation est présentée comme la première hypothèse de facteur de risque selon les éleveurs (E) et les vétérinaires (V). Seuls les deux éleveurs en agriculture biologique ne l'ont pas citée spontanément en premier. Une mauvaise transition alimentaire (6 / 10 E et 3 / 7 V) et une ration trop riche en azote (4 / 10 E et 3 / 7 V) ou en énergie (4 / 10 E et 1 / 7 V) sont incriminées. Des déséquilibres en oligo-éléments (3 / 10 E) et une mauvaise prise du *colostrum* (6 / 10 E) ont été cités uniquement par les éleveurs. Dans la conduite du pâturage, la qualité de l'herbe (7 / 10 E et 3 / 7 V) serait le plus souvent mise en cause. De façon plus anecdotique, les éleveurs (2 / 10 E) ont précisé que les morts subites apparaissaient souvent dans les mêmes parcelles et plutôt sur un sol humide. Pour les vétérinaires, en plus de l'aspect qualitatif, la quantité d'herbe disponible est une notion importante.

Les caractéristiques propres aux animaux sont classées comme deuxième hypothèse de facteurs de risque selon les éleveurs alors qu'elles semblent moins importantes pour les vétérinaires. Les bovins touchés seraient ceux à croissance rapide (8 / 10 E et 4 / 7 V), de sexe mâle (caractéristique citée uniquement par les éleveurs). Les deux stades de croissance à risque concerneraient les bovins âgés de 2 à 4 mois et de 8 à 10 mois. Les éleveurs relèvent une forte variabilité animale dont les causes pourraient être variées (sensibilité accrue au stress ; type génétique ; animal cular). Les conditions climatiques constituent la troisième hypothèse de facteur de risque selon les éleveurs et la deuxième selon les vétérinaires. Trois situations sont rapportées : une température basse (4 / 10 E et 6 / 7 E) (consommation d'herbe gelée, manque d'abris), une forte variation de la température (4 / 10 E et 4 / 7 V), un temps orageux (cité uniquement par les éleveurs). Les périodes répertoriées comme à risque seraient le printemps et l'automne, deux périodes marquées par des pics de pousse de l'herbe.

Le stress est souvent cité par les éleveurs et les vétérinaires. Il pourrait être provoqué par des changements dans l'alimentation (mise à l'herbe ou sevrage) ou par une variation brutale de température.

Les pratiques sanitaires constituent un facteur important, surtout pour les éleveurs hors "agriculture biologique". Les pratiques incriminées sont l'absence ou la mauvaise maîtrise de la vaccination contre l'entérotoxémie (7 / 10 E et 2 / 7 V), une surprotection médicamenteuse (2 / 10 E) ou l'antibiothérapie (1 / 7 V).

Le parasitisme (1 / 10 E et 4 / 7 V) et les caractéristiques des bâtiments sont évoqués comme facteurs de risque, mais ils n'apparaissent pas comme des facteurs déclenchants. Pour les bâtiments, une mauvaise ventilation, une surpopulation ou un accès en libre service à l'alimentation pourraient être favorisant.

3. DISCUSSION

3.1. CONFRONTATION DES HYPOTHESES DE FACTEURS DE RISQUE ENTRE LE "GROUPE TERRAIN" ET LA BIBLIOGRAPHIE

Les données de la littérature et du terrain s'accordent pour souligner que les entérotoxémies bovines sont une affection multifactorielle. Conformément à la littérature, l'alimentation est ressentie sur le terrain comme le facteur de risque prédominant. Une alimentation trop riche en matière organique fermentescible et une transition alimentaire trop rapide sont les deux situations alimentaires à risque qui caractérisent la mise à l'herbe au printemps (Gey, 1967 ; Philippe, 1969 ; Popoff, 1989 ; Manteca *et al.*, 2000 ; Schelcher *et al.*, 2002). La non distribution de *colostrum* identifiée par les éleveurs avait également été mentionnée par Bailleul (1982). Par contre, les données de la littérature telles qu'un manque de fibrosité de la ration (Gey, 1966 ; Philippe, 1969 ; Popoff, 1989 ; Manteca *et al.*, 2000) et un abreuvement insuffisant (Bailleul, 1982 ; Manteca *et al.*, 2000) n'ont pas été cités par le groupe terrain. L'âge (inférieur à 4 mois) et le niveau de production élevé, deux facteurs rapportés dans la littérature (Manteca *et al.*, 2000 ; Philippeau *et al.*, 2003), ont également été cités sur le terrain. Ces facteurs semblent néanmoins de plus faible importance pour les vétérinaires. La période du post-sevrage et le sexe ne sont pas mentionnés dans la littérature comme facteurs de risque. En effet, cela peut s'expliquer par la mise en place de conduites alimentaires spécifiques en Bourgogne pour la production de broutards repoussés.

Le stress est une hypothèse relevée sur le terrain et dans la bibliographie. Néanmoins, leurs origines peuvent être variées (Manteca *et al.*, 1994).

Pour le climat, la forte variation de la température est un facteur important dans la bibliographie et sur le terrain (Bailleul, 1982 ; Schelcher, 2002).

Quant aux pratiques sanitaires, la non vaccination et l'antibiothérapie ont déjà été relevées dans la bibliographie comme facteurs de risque (Popoff, 1989).

Les différences plus marquées entre le groupe "terrain" et la littérature concernent le parasitisme et les bâtiments. Contrairement à la littérature, les éleveurs, surtout, accordent une faible importance au parasitisme en tant que facteur de risque des entérotoxémies. Quant aux bâtiments, ils sont évoqués comme facteur de risque uniquement par le groupe "terrain".

3.2. APPROCHE PHYSIOPATHOLOGIQUE DES ENTEROTOXEMIES

Les éleveurs enquêtés n'ont pas expliqué spontanément la physiopathologie des entérotoxémies. Les vétérinaires ont, en revanche, exposé les liens entre les hypothèses de facteurs de risque et le développement des clostridies. Dans leurs réponses, nous n'avons pas pu distinguer les connaissances acquises à partir de la bibliographie ou celles issues de leur expérience de terrain.

La littérature ainsi que les vétérinaires soulignent que la multiplication des bactéries et, par conséquent, la toxinogénèse, peuvent provenir d'une arrivée dans l'intestin d'un substrat alimentaire non dégradé ou d'une rupture de l'effet barrière de la flore intestinale. Cependant, la perturbation de la motricité intestinale qui est la troisième hypothèse rapportée dans la littérature (Schelcher, 2002) n'a pas été citée par les vétérinaires.

La surconsommation de matières organiques

fermentescibles et les transitions alimentaires trop rapides pouvant être à l'origine de ce phénomène d'indigestion ruminale ont bien été identifiées par l'ensemble des vétérinaires en accord avec Espinasse (1995). Néanmoins, les causes indirectes d'augmentation de l'ingestion des bovins telles qu'une variation brutale de température ou un stress mentionnées dans la littérature ont été rapportées de façon plus anecdotique par les vétérinaires.

Les causes alimentaires présentées précédemment s'appliquent surtout à des bovins adultes. Elles sont moins évidentes pour les bovins non sevrés. Cependant, pour ces bovins, le développement des clostridies peut être relié à la consommation d'une herbe de printemps appétente et très fermentescible même si, à ce stade de croissance des bovins, la quantité d'herbe consommée reste faible par rapport à la quantité de lait fournie par la mère (Petit *et al.*, 1995). Les mauvaises conditions météorologiques pourraient modifier le comportement de tétée : moins fréquente mais plus abondante. Aussi, pour le groupe des vétérinaires, le stress pourrait engendrer une diminution de l'immunité. Mais sa relation avec le développement des clostridies n'a pas été clairement expliquée et ne trouve pas de support dans la littérature.

CONCLUSION

Les travaux que nous avons menés ont permis de définir l'évolution *post-mortem* de la concentration en clostridies dans l'intestin grêle et, de ce fait, de préciser en partie le diagnostic bactériologique des entérotoxémies bovines. Ils devront être poursuivis pour compléter la grille de décision. En parallèle, des recherches doivent être menées pour préciser le diagnostic clinique et lésionnel des entérotoxémies pour pouvoir porter un diagnostic de certitude sur chaque cas suspect d'entérotoxémie. Concernant les hypothèses de facteurs de risque, une bonne concordance est observée entre les données issues de la littérature et les ressentis relevés sur le terrain. Les deux sources d'informations classent les causes alimentaires, directes ou indirectes, comme prépondérantes. Néanmoins, ces hypothèses et leurs liens avec le développement des clostridies dans l'intestin grêle devront être affinés, surtout pour les veaux non sevrés qui représentent la classe de bovins la plus touchée en Bourgogne.

Les auteurs remercient la Société Merial, la Région Bourgogne et l'INRA pour leur soutien financier ; les vétérinaires et le GTV Bourgogne pour leur participation au projet.

Bailleul M. N., 1982. Thèse vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil, 105 p.

Calmels D. 1983. Rec. Méd. Vét., 159(3), 323-327

Espinasse J., Kuiper R., Schelcher F. 1995. In INRA (Editor), Nutrition des ruminants domestiques. Paris, France, 805-852.

Gey B. 1967. Thèse vétérinaire, Faculté de Médecine de Paris, 71 p.

Manteca C., Daube G. 1994. Ann. Méd. Vét., 138, 155-164.

Manteca C., Daube G., Jauniaux T., Limbourg B., Kaeckenbeek A., Mainil J.G. 2000. Ann. Méd., 145, 75-82.

Manteca C., Daube G., Pirson V. 2001. Vet. Microbiol., 81, 21-32.

Petit M., D'Hour P., Garel J.P., 1995. Renc. Rech. Ruminants, 2, 45-54.

Philippe J.L. 1969. Thèse vétérinaire. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon, 66 p.

Philippeau C., Julliard V., Gonçalves S., 2003. Recueil des conférences des Journées Nationales GTV. 225-239.

Popoff M.R. 1989, Revue Méd. Vét., 140, 479-491.

Schelcher F., Cabanié P. 2002. Le Point Vétérinaire, 228, 1-7.