Epidémiol. Santé anim., 1985, n° 7, 93-104.

PROPHYLAXIE SANITAIRE DE LA SALMONELLOSE BOVINE : ACTION SUR LES ANIMAUX

*J.L. MARTEL**

RESUME : L'infection salmonellique des bovins ne peut être précisée que par le diagnostic expérimental.

Le diagnostic de l'animal excréteur repose sur l'examen bactériologique. Les modalités du prélèvements sont discutées car elles déterminent la qualité des résultats des recherches bactériologiques ultérieures. Le milieu d'enrichissement recommandé pour les 2 sérotypes qui dominent la pathologie bovine est le bouillon sélénite F incubé 24, 48, voire 72 heures à 37°C ou à 42°C. Le choix du milieu sélectif repose plus sur l'expérience de l'utilisateur. Le problème des souches fermentant le lactose est soulevé. L'identification de S. dublin et S. typhimurium est à la portée de chaque laboratoire de diagnostic vétérinaire qui doit assurer aussi la détermination de l'antibiogramme et adresser chaque souche au Centre National des salmonelles. Les résultats bactériologiques doivent être interprétés avec prudence.

L'évaluation de l'état sanitaire du troupeau peut être abordée par des épreuves immunologiques. Si les tests intradermiques restent encore peu utilisés, le dépistage sérologique peut être réalisé au moyen de très nombreuses réactions sérologiques. Les réactions d'agglutination sont les plus utilisées mais un effort de standardisation des méthodes, utilisant des antigènes rigoureusement contrôlés, devrait permettre de définir des seuils de signification fiables chez les adultes. Ces méthodes sérologiques nous apparaissent trop défaillantes chez les veaux.

Les mesures d'assainissement visant les animaux doivent être associées différemment selon que l'on veut protéger un effectif indemne ou que l'on met en place une stratégie offensive dans un foyer.

L'hygiène du vêlage, période à hauts risques sanitaires, est à promouvoir en priorité. Le contrôle des animaux nouveaux entrant dans un troupeau représente le problème clé de la prophylaxie visant les animaux. Le bon choix des animaux constitue un élément fondamental de l'amélioration de l'élevage industriel du veau.

SUMMARY : Salmonellosis infection of cattle cannot be confirm without an experimental diagnosis.

Finding animals excreting bacteria goes through bacteriological examinations. The ways to collect materials are discussed because the quality of the results of the bacteriological researchs are linked to them.

* *Laboratoire National de Pathologie Bovine, 5 avenue Jules-Carteret, B.P. 7033, 69342 Lyon Cedex 07.*

For the two most important serotypes in bovine pathology the recommanded medium is selenite F broth incubated 24, 48 or even 72 h either at 37°C either at 42°C. The choice of the selective medium is more a question of personnal experience. The problem of lactose fermenting strains is discussed. Identification of Salmonella dublin and of S. typhimurium is in the reach of every veterinary investigation laboratory. They also have to do the antibiogram of the strains and to send every strain to the Salmonelle National Center. Bacteriological findings must be interpreted prudently.

Evaluation of herd sanitary level may be approach through immunological tests. Intradermic tests are still poorly used, but many other tests can be practised. Agglutination reactions are widly used but they need standardization so that trustful significant answers could be obtained in adult cattle. These serological methods seem to us uncertain in calves.

Sanitary measures directed towards the animals are different in the case of a free herd from what is to be done during an outbreak. Most important are the measures during calving time a high risk period. Careful examination of the new animals entering the herd is also a central point in the program. This good choice of the individual animals is the best way to improve intensive calf fattening units.

***

L'action spécifique sur les animaux s'appuie, comme la véritable "clé de voute" de toute prophylaxie sanitaire, sur la connaissance de l'infection salmonellique qui ne peut être précisée que par le diagnostic expérimental.

Le recours au laboratoire s'avère essentiel tant à l'échelon individuel du diagnostic qu'à l'échelon collectif pour le dépistage. Nous envisagerons successivement ces deux cas.

Les résultats de ces investigations permettront de choisir les mesures d'assainissement dont nous discuterons les modalités pratiques. Nous terminerons par les moyens d'action non spécifiques visant à renforcer la résistance des animaux à l'infection.

I. LE DIAGNOSTIC DE L'ANIMAL EXCRETEUR

Il est fondamental de déterminer si un animal est excréteur de Salmonella si l'on veut couper le cycle épidémiologique en tarissant la source animale de germes. Cette démarche concerne aussi bien le diagnostic expérimental des cas cliniques de salmonellose que la recherche des porteurs actifs et elle repose sur la mise en évidence du germe pathogène dans les excrétions.

1. Les prélèvements

◊ Les matières fécales recueillies directement dans un flacon constituent le prélèvement le plus commode et le plus courant.

Il importe de bien récupérer les matières fécales lors de leur émission, après sollicitation par toucher anorectal ou, mieux encore, par prélèvement manuel direct dans le rectum si l'on veut éviter la contamination éventuelle du prélèvement par des salmonelles du milieu extérieur, source d'erreurs par excès, et par souci d'identification sans équivoque.

Cette méthode fournit de meilleurs résultats que l'écouvillonnage rectal (12) qui recueille une plus faible quantité de matières fécales, parfois insuffisante pour la détection de faibles taux de salmonelles. L'écouvillonnage rectal a l'avantage d'être plus rapide à effectuer et Harrison (4) a montré que l'utilisation d'écouvillons en alginate de calcium augmentait considérablement les chances d'isolement par rapport à l'utilisation d'écouvillonsen coton hydrophile.

Linton et coll. (9) recommandent l'emploi de grands écouvillons en alginate de sodium spécialement conçus pour les bovins.

En dehors des épisodes cliniques aigus, se pose le problème du choix du moment du prélèvement. Nous avons vu que la fréquence des prélèvements positifs augmentait notablement pendant la période des vélages.

◊ Les enveloppes foetales et les écoulements vaginaux constituent les prélèvements de choix lors de l'avortement et même lors du vélage normal puisque nous avons vu que le placenta présentait les taux en Salmonella les plus élevés. Cependant, des précautions doivent être prises pour éviter les contaminations fécales sources possibles de diagnostic d'avortement faussement salmonellique par excès.

Le recours à l'écouvillonnage a été aussi préconisé (11) : il requiert les mêmes précautions que pour le prélèvement de placenta mais peut être réalisé plus tardivement, en l'absence de celui-ci.

◊ Le lait est aussi un prélèvement intéressant pour l'épidémiologiste à condition que les modalités du prélèvement soient rigoureuses pour éviter les résultats faussement positifs. Le prélèvement, s'il est rapidement réfrigéré et conservé sous froid jusqu'au moment de l'examen bactériologique, peut faire l'objet d'une numération.

◊ La salive est parfois prélevée par écouvillonnage buccal ; les prélèvements d'urine ne présentent guère d'intérêt.

◊ Les noeuds mésentériques présentent évidemment un grand intérêt pour déceler les porteurs latents. Dans certains cas, ce prélèvement peut être obtenu chez l'animal vivant par laparotomie exploratrice comme cela a été proposé et réalisé pour le dépistage de la paratuberculose dans un troupeau hollandais par Benedictus qui a présenté les résultats d'examen de 233 biopsies de noeuds lymphatiques mésentériques ainsi réalisées (1).

◊ La bile est parfois prélevée à l'abattoir lors d'enquêtes rétrospectives. Nous préférons prélever le produit de raclage de la muqueuse de la vésicule biliaire, ce qui permet d'observer les lésions éventuelles de cet organe qui parait jouer un rôle important dans l'excrétion prolongée des salmonelles.

◊ Le foetus est intéressant à analyser, son infection massive attestant la contamination transplacentaire qui complique le cycle épidémiologique par une transmission verticale de l'infection de la mère à son foetus.

L'organe de choix nous parait être le foie du foetus, premier organe filtre sur le trajet de la veine ombilicale.

2. L'isolement du germe

Les modalités initiales varient en fonction du prélèvement et il convient de souligner deux remarques préliminaires essentielles :

. la relative rareté des salmonelles dans les produits d'excrétion provenant d'organes "ouverts" contenant naturellement une flore microbienne (intestin, bouche, vagin), implique l'emploi de milieux d'enrichissement, surtout lors du dépistage des animaux excréteurs, en dehors des phases aiguës de maladie ;

. l'utilisation de milieux sélectifs facilite le choix des colonies isolées en vue de leur identification précise.

◊ Les milieux d'enrichissement

Ce sont, en général, des milieux liquides contenant des inhibiteurs bactériens à l'égard des autres bactéries.

Différentes formules sont proposées et leur comparaison montre que le choix doit être déterminé par la nature du sérotype recherché (7).

Pour les deux sérotypes majeurs rencontrés en pathologie bovine, le milieu qui semble donner les meilleurs résultats est le bouillon sélénite F, stérilisé par filtration et incubé à 43°C pendant 24 ou 48 heures (6).

Un repiquage après 72 heures d'incubation a permis parfois d'isoler des salmonelles qui n'avaient pas pu être détectées lors du repiquage précédent (2).

◊ Les milieux d'immuno (ou séro) enrichissement

Sont indiqués pour l'analyse des prélèvements qui peuvent contenir plusieurs sérotypes. Ils contiennent des sérums agglutinants anti-antigènes flagellaires qui permettent de révéler, en les distinguant, les salmonelles des sérotypes correspondants (5, 8).

◊ Les milieux d'isolement

Tous les milieux gélosés d'usage courant en bactériologie médicale conviennent, dans la mesure où l'inoculum n'est pas fortement contaminé par diverses espèces bactériennes. Ce n'est pas le cas des fèces pour lesquelles le recours à des milieux sélectifs est de règle et le schéma de coproculture proposé par Le Minor utilisant le milieu gélosé pour la recherche des Salmonella Shigella (SS. Agar) est largement utilisé en France.

En plus des inhibiteurs bactériens, ces milieux contiennent très généralement du lactose qui reste le sucre le plus intéressant pour une première discrimination chez les Entérobactéries.

Le choix des souches pour l'examen bactériologique approfondi repose donc en premier lieu sur l'absence de fermentation de ce sucre qui n'est en général pas utilisé par les salmonelles.

◊ Le problème des salmonelles lactose positif

Les salmonelles atypiques se rencontrent surtout en pathologie aviaire et elles risquent d'être confondues avec d'autres Entérobactéries fermentant habituellement le lactose (3) ; aussi est-il recommandé d'utiliser soit une méthode de "séro-enrichissement" soit de coupler à l'utilisation du milieu sélectif classique, le même milieu privé de lactose sur lequel les salmonelles atypiques présenteront l'aspect caractéristique de toutes les salmonelles.

3. L'identification des souches

Une fois la bactérie isolée, le schéma d'identification est toujours le même et comporte les étapes suivantes :

. rattachement de la bactérie au groupe des salmonelles par mise en évidence des caractères biochimiques de ce groupe ;

. recherche du sérotype par agglutination rapide sur lame d'une oëse de culture mise en suspension dans des gouttes de différents sérums agglutinants spécifiques ;

. détermination du spectre d'antibiosensibilité ;

. envoi au Centre National des salmonelles (Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire à Paris, 43 rue de Dantzig) qui effectuera éventuellement la biotypie et la lysotypie.

4. L'interprétation

◊ L'isolement d'une salmonelle ne signe pas obligatoirement une maladie, ni même un portage chronique. Plusieurs coprocultures successives sur le même animal sont nécessaires pour conclure.

Plusieurs cas peuvent se produire (10) :

. la même souche est réisolée régulièrement : il s'agit d'excrétion permanente par un malade ou un porteur sain ;

. la souche n'est pas régulièrement isolée : on a peut-être affaire à une excrétion intermittente par un porteur sain, le stress favorisant l'excrétion périodique ;

. la souche n'est isolée qu'une fois, ou plusieurs fois de suite au cours d'une période très courte n'excédant pas deux semaines : on peut avoir détecté alors un simple passage d'une souche sans implantation (portage passif).

◊ A l'opposé, une coproculture négative ne garantit pas l'absence de portage (portage latent). Rappelons la possibilité du recours, dans certains cas précis, à la biopsie des noeuds mésentériques (1).

Le diagnostic par mise en évidence directe du germe par les méthodes bactériologiques est lourd à mettre en oeuvre : il est généralement admis que la recherche du portage actif nécessite, en raison des possibilités d'excrétion intermittente, trois coprocultures successives à 10-15 jours d'intervalle. Le portage latent ne peut pas, bien entendu, être décelé par coproculture. Dans certaines situations, la recherche des salmonelles dans des biopsies de noeuds lymphatiques mésentériques permettrait probablement d'obtenir d'excellents résultats comme cela fut le cas pour la paratuberculose.

II. EVALUATION DE L'ETAT SANITAIRE DU TROUPEAU

Le diagnostic bactériologique direct est bien codifié et constitue la méthode de référence la plus fiable mais, malheureusement, la plus lourde à mettre en oeuvre.

Les épreuves sérologiques sont utilisées depuis longtemps pour étudier les salmonelloses bovines en utilisant des antigènes somatiques et des antigènes flagellaires de Salmonella (Field, 1948, cité par Lawson et coll. (18).

Plus récemment, Richardson et Parke (1975) ont utilisé des tests intradermiques pour rechercher les réactions d'hypersensibilité retardée apparaissant chez les veaux vaccinés avec une souche vaccinale vivante et Aitken et coll. (13) ont étudié les possibilités de détection des animaux porteurs, par cette technique.

◊ Les antigènes spécifiques

Le dépistage sérologique repose sur la mise en évidence dans le sérum des animaux infectés, d'anticorps spécifiques des antigènes somatiques (antigènes O) et des antigènes flagellaires (antigènes H). Ces anticorps peuvent aussi résulter d'une immunisation artificielle (vaccin-sérum).

Les deux sérotypes majeurs en pathologie bovine présentent l'antigène O1 commun, aussi pensons-nous qu'il convient d'utiliser simultanément des antigènes flagellaires plus spécifiques de chaque sérotype si l'on veut connaître de façon plus précise l'état sanitaire du troupeau.

◊ Les méthodes standardisées

Les sérums de bovin contiennent souvent des agglutinines naturelles (19) que l'on peut inactiver par chauffage des sérums, mais aussi des anticorps suscités par des bactéries possédant des antigènes, le plus souvent somatiques, dont des déterminants antigéniques sont communs avec ceux de S. dublin ou de S. typhimurium. Il en résulte que des réactions sérologiques croisées peuvent entraîner des résultats positifs par excès. Ces problèmes ne peuvent trouver de solution que dans l'utilisation de divers antigènes spécifiques, flagellaires en particulier, et surtout par la standardisation rigoureuse des méthodes avec des antigènes contrôlés et des seuils de signification fiables.

La diversité des techniques proposées montre bien que cette standardisation n'a pas encore fait l'objet de proposition reconnue unanimement.

◊ Les diverses méthodes sérologiques

- Les techniques de séroagglutination (sérum sanguin, lactosérum, lait)

La majorité des recherches et travaux effectués font appel à des techniques de séroagglutination à partir du sérum sanguin des bovins (15, 16, 17, 18, 19, 22, 28).

Les réactions d'agglutination rapide sur lame sont largement utilisées en pathologie aviaire (Pullorose). La spécificité de la réaction est sous la dépendance de la rapidité de formation des agglutinats et les fausses réactions dûes à des excès ou défauts d'antigène doivent être redoutées. Cette méthode ne nous a jamais donné satisfaction et nous préférons l'agglutination lente avec titrage des agglutinines, soit en tube, soit en microplaque avec des antigènes monospécifiques colorés.

Les réactions d'agglutination lente. Elles peuvent être mises en oeuvre avec des antigènes du commerce, colorés ou non, correspondant à la formule antigénique de S. dublin et S. typhimurium.

Nous préparons nous mêmes au L.N.P.B. des antigènes sur la base des paramètres retenus au Laboratoire de Nice avec S. abortus ovis (Sanchis, communication personnelle).

Les suspensions antigéniques ajustées par photométrie sont colorées avant inactivation par le chlorure de tétrazolium. Utilisées dans une microméthode sur plaque, le seuil de spécificité de l'infection semble se situer vers le 1/80. Dans ces conditions, nous pouvons déceler des troupeaux infectés mais nous ne tenons pas compte des résultats individuels.

Lactoséro agglutination et ring test proposés par Hinton (16). Les anticorps dans le lait ne persisteraient pas au delà de quatre semaines selon cet auteur.

- Fixation du complément

Comme dans la brucellose, la réaction de fixation du complément permet une meilleure détection des infections salmonelliques récentes (18, 20, 21, 28). Associée à la réaction d'agglutination elle permet une meilleure interprétation des résultats (22). Plus encore que pour l'agglutination, le problème de la standardisation d'une méthode reste entier.

- Hémagglutination passive

Smith et coll. (25, 26) ont utilisé une microméthode qui serait plus sensible que l'agglutination somatique tout en ne détectant pas les réactions postvaccinales.

- Réaction à l'antiglobuline

Proposée par Wray (31) pour le diagnostic de cas cliniques en complément des autres méthodes.

- Méthodes immunoenzymatiques

La méthode ELISA a été proposée par Robertson et Carisson (24) pour une approche épidémiologique des infections à S. typhimurium chez les bovins en Suède.

Des essais d'éradication sont en cours de réalisation au Danemark, sur la base de la détection des porteurs, par cette technique.

◊ Défaillances des méthodes sérologiques

Elles tiennent d'abord à des problèmes de standardisation des méthodes, nous l'avons vu.

Mais aussi à la méconnaissance de la nature des immunoglobulines suscitées par l'infection salmonellique (30) et à leur persistance chez les bovins.

Enfin, la réponse sérologique ne semble pas suffisamment élevée chez le veau pour être significative et nous estimons actuellement que les résultats sérologiques ne sont guère interprétables avant l'âge de un an.

III. LES MESURES D'ASSAINISSEMENT VISANT LES ANIMAUX

Elles sont très nombreuses et, aucune n'étant suffisante à elle seule, il convient de les associer en fonction d'une stratégie qui varie selon que l'on doit protéger un effectif indemne ou que l'on doit prendre des mesures offensives immédiates dans un foyer.

1. Mesures offensives dans un foyer

◊ L'isolement des malades et des convalescents s'impose et doit être prolongé pendant au moins 2 semaines après la fin des cas cliniques.

◊ La surveillance des porteurs de germes, particulièrement importante pour les bovins infectés par S. dublin, fait appel à deux séries de méthodes qui peuvent être mises en oeuvre de façon complémentaire.

. Coprocultures au moins deux semaines après la fin des cas cliniques et selon le schéma préconisé par Field dès 1959 : 3 contrôles successifs à 1 ou 2 semaines d'intervalle.

Il convient de noter que si les animaux sont entretenus en stabulation libre, on ne peut faire la distinction entre porteurs passifs et actifs.

. Examens sérologiques dans le mois qui suit la fin des symptômes aigus.

Les porteurs actifs possèdent le plus souvent des agglutinines à des titres élevés. Par contre, les porteurs latents ne sont pas toujours détectés par les examens sérologiques.

◊ Hygiène du vélage

Le vélage correspond à la période à hauts risques pour des raisons qui tiennent à la fois à la plus grande fréquence d'excrétion, à titre élevé, de salmonelles par les différents animaux adultes porteurs, le cas extrême étant représenté par la vache qui avorte, et à la très grande sensibilité du veau jusqu'à l'âge de 6 semaines.

Il faut donc recommander la réalisation du vélage dans des locaux spéciaux, isolés des autres locaux d'élevage et permettant la séparation des veaux de leur mère dès que possible, dans la mesure où la prise de colostrum a été correctement assurée.

2. Mesures défensives dans les troupeaux non infectés

◊ L'idéal serait de maintenir l'effectif "fermé", sans apport d'animaux étrangers, car il apparaît bien en général que l'infection est introduite dans un troupeau sain à la faveur des achats d'animaux.

Cela n'est pas toujours possible et il faut bien se rappeler aussi que le portage peut être assuré par d'autres espèces animales domestiques ou sauvages, spécialement avec S. typhimurium.

◊ Connaissance de la région d'origine

Les zones d'enzootie salmonellique correspondent à des aires géographiques où l'élevage traditionnel favorise un portage prolongé de S. dublin chez le bétail adulte. C'est le cas par exemple du Pays de Galles et de l'ouest de l'Angleterre.

Avec S. typhimurium on ne distingue pas une répartition géographique particulière des zones d'enzootie. L'infection ne persiste que dans les effectifs constamment renouvelés où l'on mélange en permanence de nouveaux sujets.

◊ Connaissance du troupeau d'origine

L'évaluation de l'état sanitaire du troupeau d'origine, par un dépistage sérologique collectif, est une mesure essentielle mais pas toujours possible.

◊ Le contrôle bactériologique des nouveaux entrants

. La coproculture triple de contrôle n'est valable que chez les adultes. Il faut malheureusement rappeler ici de ne pas omettre dans ce contrôle ni les animaux d'intérêt zootechnique secondaire (par exemple les vaches laitières introduites dans un troupeau d'allaitantes comme "nourrices" ou "tantes") ni, à l'opposé, les animaux dont les performances zootechniques exceptionnelles conduisent à oublier les contraintes sanitaires (taureaux).

. Chez le veau, ni la coproculture (les veaux sont souvent des excréteurs intermittents même lors d'épisodes aigus de maladie), ni les épreuves sérologiques (réaction immunologique trop faible en général) ne nous paraissent suffisamment efficaces.

◊ Le problème de l'achat des veaux est exacerbé par l'importance que prennent les infections salmonelliques des veaux en élevage intensif.

Si l'industrialisation de l'élevage est mise en accusation souvent à juste titre, nous pensons que certaines méthodes rationnelles appliquées en aviculture ou en élevage porcin industriel pourraient servir de guide pour l'organisation de l'élevage du veau : intégration, refus de fréquenter les marchés, vide sanitaire, contrôle des visiteurs, etc.

Les critères du "bon choix" des animaux sont :

. la connaissance de la ferme d'origine avec, si possible, des garanties contractuelles ; éviter les achats sur les marchés ;

. le bon état de santé apparent, éventuellement confirmé par un contrôle du taux des immunoglobulines sanguines. Il existe à cet usage, un kit ("agglutinode") qui permet de détecter le taux des immunoglobulines d'origine colostrale par une réaction immunologique simple (agglutination rapide sur lame à partir du sang total) ;

. la simplification des circuits de transport ;

. l'élevage en cases séparées ;

. si sela est compatible avec le système de production, éviter l'allotement avant l'âge de 6 semaines (nursery).

◊ Les problèmes spécifiques des bovins adultes : le parasitisme.

Ils concernent essentiellement la mise au pâturage avec, pour conséquence, les problèmes de pollution de l'environnement mais aussi les infestations parasitaires.

Depuis Frick (1969), on sait que la fasciolose hépatique favorise la persistance de l'excrétion. Certains auteurs pensent que les babesioses peuvent activer des porteurs latents.

BIBLIOGRAPHIE
relative au diagnostic bactériologique

1. BENEDICTUS (G.).- Diagnosis of inapparent paratuberculosis : a surgical approach. XIIIth world Congress of Diseases of Cattle, Durban, sept. 17-21, 1984, 761-763.

2. CHATTOPADHYAY (B.) and PILFOLD (J.N.).- The effect of prolonged incubation of Selenite F broth on the rate of isolation of Salmonella from faeces. Medical Laboratory Sciences, 1976, 33, 191-194.

3. CORBION (B.).- Diagnostic différentiel entre les Salmonella fermentant le lactose et certaines entérobactéries. Bull. Lab. Vét., 1981, 4, 165-169.

4. HARRISON (S.G.).- A comparaison between calcium alginate and cotton wool in the examination of cattle for salmonellae. The Journal of Medical Laboratory Technology, 1963, 20, 120-125.

5. HARVEY (R.W.S.) and PRICE (T.H.).- The examination of samples infected with multiple Salmonella serotypes. J. Hyg. Camb., 1967, 65, 423-434.

6. HARVEY (R.W.S.) and PRICE (T.H.).- Elevated temperature incubation of enrichment media for the isolation of Salmonellas from heavily contaminated materials. J. Hyg. Camb., 1968, 66, 377-381.

7. HARVEY (R.W.S.) and PRICE (T.H.).- Comparison of selenite F., Muller-Kauffmann tetrathionate and Rappaport's medium for Salmonella isolation from chicken giblets after pre-enrichment in buffered peptone water. J. Hyg. Camb., 1981, 87, 219-224.

8. LAHELLEC (C.) et COLIN (P.).- Application de la technique dite de séro-enrichissement à la mise en évidence des salmonelles à partir de carcasses de volailles et de certains produits transformés. Bull. Inf. Station. Avic., Ploufragan, 1977, 17, (2), 76-78.

9. LINTON (A.H.), HOWE (K.), PETHIYAGODA (S.) and OSBORNE (A.D.).- Epidemiology of Salmonella infection in calves : its relation to their husbandry and management. The Veterinary Record, 1974, 94, 581-585.

10. MARTEL (J.L.) et MOULIN (G.).- Les entérites salmonelliques des bovins. Rec. Méd. Vét., 1983, 159, 251-256.

11. PARDON (P.), SANCHIS (R.) et MARTEL (J.L.).- Salmonellose abortive des ruminants. Bull. G.T.V., 1979, 6, 15-21.

12. SOJKA (W.J.).- Excretion of Salmonella dublin by adult bovine carriers. Bul. Vet. Journal, 1974, 130, 482-488.

Relative au dépistage sérologique

13. AITKEN (M.M.), HALL (G.A.) and JONES (P.W.).- Investigation of a cutaneous delayed hypersensitivity response as a mean of detecting Salmonella dublin infection in cattle. Res. Vet. Science, 1978, 24, 370-374.

14. AITKEN (M.M.), HUGHES (D.L.), JONES (P.W.), HALL (G.A.) and SMITH (G.S.).- Immunological responses of fluke-infected and fluke-free cattle to Salmonella dublin and other antigens. Res. Vet. Science, 1979, 27, 306-312.

15. HALL (G.A.), JONES (P.W.), AITKEN (M.M.) and PARSONS (K.R.).- The serology of experimental Salmonella dublin infections of cattle. J. Hyg., Camb., 1978, 81, 31-41.

16. HINTON (M.).- Avortements à Salmonella dublin chez les bovins : Etude de l'épreuve de séro-agglutination. J. Hyg., Camb., 1973, 71, 459-469.

17. HINTON (M.).- Avortements à Salmonella dublin chez les bovins : Etude de l'épreuve de lacto-séro-agglutination et du test de l'anneau. J. Hyg., Camb., 1973, 71, 471-479.

18. LAWSON (G.H.K.), MAC PHERSON (E.A.) and WOODING (P.).- The epidemiology of Salmonella dublin infection in a dairy herd: Serology. J. Hyg., Camb., 1974, 72, 329-337.

19. LE GUILLOUX (M.), BAILLET (H.), CONRADT (J.C.), GROSSE (M.), SCHWARZENBART (J.), THIBIER (R.) et VILLEMIN (M.).- Avortements des bovins à Salmonella dublin : sérologie ; note conjointe sur un cas d'entérite bovine. Bull. Soc. Vét. Prat., 1969, 53, 211-222.

20. LE GUILLOUX (M.).- Les avortements des bovins à Salmonella dublin : la fixation du complément. Bull. Soc. Vét. Prat., 1971, 55, 117-127.

21. LE GUILLOUX (M.).- Une nouvelle réaction d'hémolyse rapide appliquée au diagnostic de la brucellose, de la salmonellose et de la maladie de Johne chez les bovins. Rev. Méd. Vét., 1972, 123, 1289-1601.

22. LE GUILLOUX (M.).- Contribution au diagnostic sérologique de la salmonellose bovine à Salmonella dublin : l'agglutination somatique rapide par chauffage et centrifugation. Rev. Méd. Vét., 1975, 126, 641-652.

23. ROBERTSSON (J.A.) and CARLSSON (H.E.).- Elisa for measurement of antibody response to a killed Salmonella typhimurium vaccine in cattle. Zbl. Vet. Med. B, 1980, 27, 38-35.

24. PARDON (P.), SANCHIS (R.), et MARTEL (J.L.).- Salmonellose abortive des ruminants. Bull. G.T.V., 1979, 15-21.

25. SMITH (P.J.) and HARVEY (C.N.).- Diagnosis of bovine salmonellosis : Development of an indirect haemagglutination test. Br. Vet. J., 1977, 133, 474-482.

26. SMITH (P.J.), HARVEY (C.N.) and HEBERT (C.N.).- Diagnosis of bovine salmonellosis II. Application of the indirect haemagglutination test to the diagnosis of Salmonella dublin infection. Br. Vet. J., 1977, 133, 509-517.

27. WRAY (C.), MORRIS (J.A.) and SOJKA (W.J.).- A comparison of indirect haemagglutination tests and serum agglutination tests for the serological diagnosis of Salmonella dublin infection in cattle. Br. Vet. J., 1975, 131, 727-737.

28. WRAY (C.) and SOJKA (W.J.).- A study of the complement fixation test in Salmonella dublin infection. Res. Vet. Science, 1976, 21, 184-189.

29. WRAY (C.), SOJKA (W.J.) and CALLOW (R.J.).- The serological response in cattle to Salmonella infection. Br. Vet. J., 1977, 133, 25-32.

30. WRAY (C.), MORRIS (J.A.) and SOJKA (W.J.).- Immunoglobulins detected by the serum agglutination test for Salmonella dublin infection of cattle. Zbl. Vet. Med. B., 1979, 26, 340-343.

31. WRAY (C.), CALLOW (R.J.), SOJKA (W.J.) and JONES (P.C.).- A study of the antiglobulin test for the diagnosis of Salmonella dublin infection of cattle. Br. Vet. J., 1981, 137, 53-59.

*
* *