

Enquête sérologique dans un pays sahélien, le Niger. Problèmes d'échantillonnage et résultats de la sérosurveillance de la peste bovine

N. Bloch¹

I. Diallo¹

BLOCH (N.), DIALLO (I.). Enquête sérologique dans un pays sahélien, le Niger. Problèmes d'échantillonnage et résultats de la sérosurveillance de la peste bovine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3) : 305-311

Une enquête sérologique portant sur 2 815 sérums a été conduite en vue d'étudier la sérologie de la peste bovine au Niger. Les auteurs présentent dans un premier temps le protocole d'échantillonnage mis en place et envisagent les biais qui peuvent en résulter. L'analyse des sérums est ensuite étudiée en fonction des facteurs suivants : âge, sexe, état vaccinal et lieu d'origine des sérums. *Mots clés* : Bovin - Sérologie - Peste bovine - Analyse statistique - Niger.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la campagne panafricaine de séro-surveillance de la peste bovine, le Laboratoire central de Niamey a décidé d'organiser une collecte de sérums sur un échantillon représentatif de bovins du Niger. Ces sérums doivent être utilisés pour évaluer la couverture immunitaire de ce cheptel vis-à-vis de la peste bovine et la prévalence d'un certain nombre d'affections décelables par la sérologie : brucellose, fièvre de la vallée du Rift, fièvre Q, chlamydie, pasteurellose sérotype E et péripneumonie contagieuse.

Pays sahélien, le Niger est divisé en sept départements (Dosso, Zinder, Maradi, Diffa, Tahoua, Agadez et Tillabéri) et en 35 arrondissements, couvrant au total une superficie de 1 267 000 km², avec une population de sept millions d'habitants (carte 1).

Le Laboratoire central de l'élevage (Labocel) est basé à Niamey (département de Tillabéri). Une antenne située à Zinder couvre les départements de Zinder, Maradi et Diffa ; une autre, basé à Tahoua, couvre les départements de Tahoua et Agadez.

Le cheptel bovin est composé de zébus, principalement de races Bororo et Azawak. Une grande partie des troupeaux est transhumante, sans que l'on puisse

cependant en préciser le pourcentage par rapport à l'ensemble.

Aucune estimation sérieuse concernant les effectifs n'existe actuellement. Le seul chiffre dont on dispose est le nombre d'immunisations durant la campagne de vaccination 1987-1988 : 1 412 000 animaux ont été vaccinés contre la peste bovine et la péripneumonie contagieuse. Il est impossible d'extrapoler, à partir de ce chiffre, l'effectif du cheptel puisque, d'une part, seuls les animaux de plus de six mois sont vaccinés et, d'autre part, dans certaines régions, les éleveurs sont très réticents à accepter la vaccination (problèmes de contention et crainte de réactions secondaires). Cependant, les estimations habituellement diffusées donnent un total de deux millions de bovins pour l'ensemble du pays.

PROBLÈMES D'ÉCHANTILLONNAGE

Protocole

Le protocole d'échantillonnage préconisé par la FAO (Food and Agricultural Organization) et l'AIEA (Agence Internationale pour l'Énergie Atomique) dans le cadre du PARC (Panafriean Rinderpest Campaign) propose deux modèles selon le type d'élevage, sédentaire ou transhumant. Le pays doit être divisé en petites unités qui peuvent recouper des zones administratives telles que les arrondissements.

En zone d'élevage sédentaire, dans chaque zone, six sites sont tirés au hasard parmi ceux recensés. Dans chacun de ces sites, les prélèvements sont effectués sur 40 animaux.

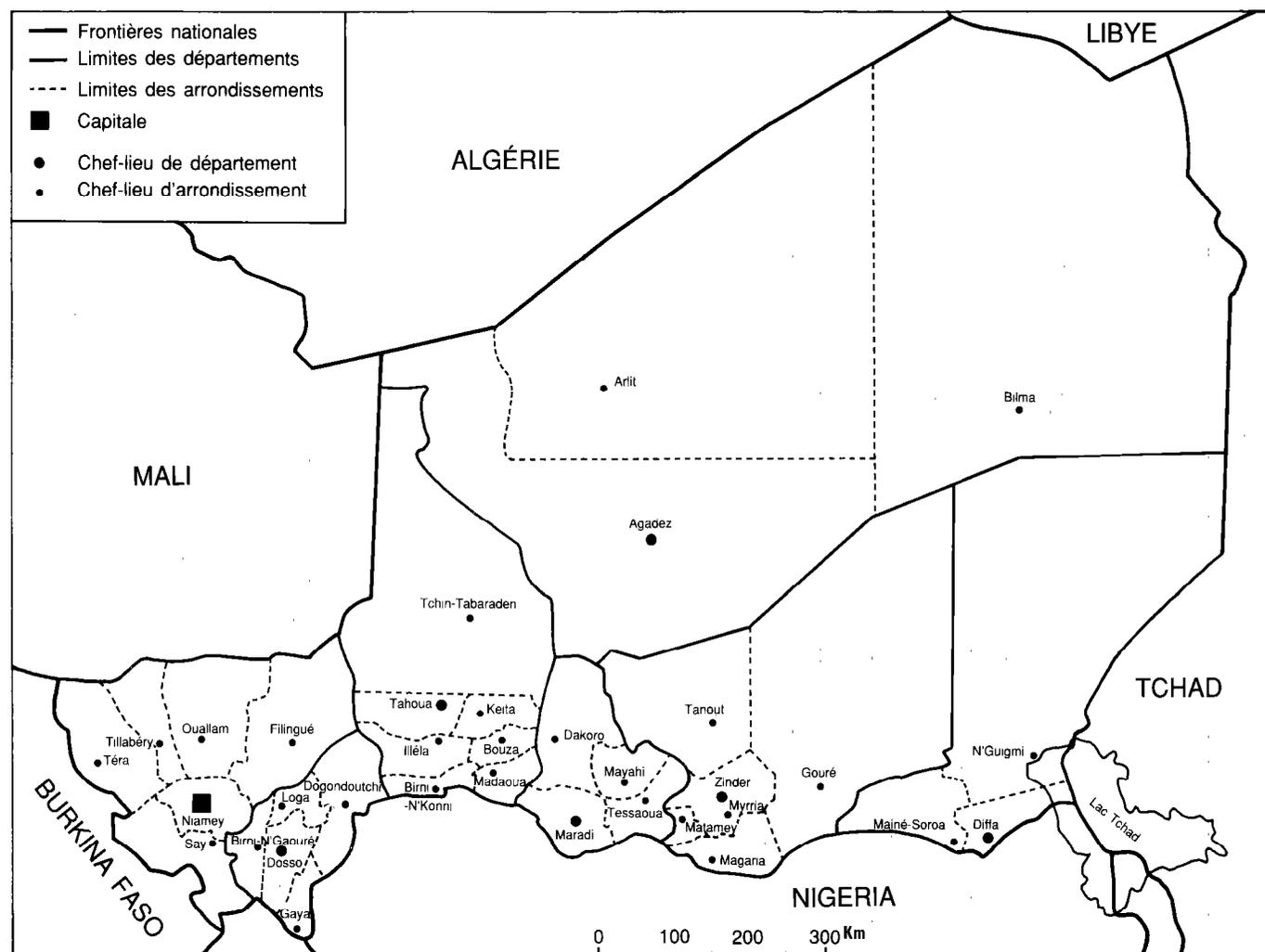
En zone d'élevage transhumant, on doit d'abord évaluer le nombre de troupeaux transhumants, N , dans chaque zone, puis tirer au sort un certain nombre de troupeaux, n ; une table est proposée pour déterminer n en fonction de N (par exemple, si $N = 50$, $n = 31$). Dans chacun des n troupeaux, 40 animaux sont soumis à la prise de sang.

Mais ce protocole est inapplicable au Niger pour trois raisons.

1. Labocel, BP 485, Niamey, Niger.

Reçu le 14.2.1990, accepté le 5.3.1990.

N. Bloch I. Diallo



Carte 1 : Niger. Départements et arrondissements.

Il n'y a pas de régions pratiquant exclusivement un seul type d'élevage ; pour respecter le protocole de l'AIEA, il faudrait donc faire un double échantillonnage, sur les sédentaires puis les transhumants.

La densité des animaux n'est pas uniforme dans l'ensemble du pays : dans toute la moitié nord du Niger, en zone subdésertique, la densité est très faible. Choisir dix sites par arrondissement et prélever le même nombre de sérums sur chaque site conduirait à surreprésenter toute la partie subdésertique du pays. Par ailleurs, comment définir un site de prélèvement ? Doit-on retenir un village, avec un nombre minimal d'habitants, ou bien un site de rassemblement d'animaux indépendamment du nombre d'habitants ? Cette notion n'est pas précisée dans le protocole. Dans la seconde hypothèse il faudrait considérer tous les points d'eau comme des sites de prélèvement potentiels ; or il est impossible d'en obtenir la liste exhaustive auprès des autorités départementales.

Il est également impossible de connaître le nombre de troupeaux transhumants présents dans une zone parce que ce nombre fluctue en fonction des ressources fourragères de la région. Localiser ces troupeaux de façon précise dans chaque arrondissement est irréalisable.

Compte tenu de toutes ces contraintes, un protocole et des critères différents ont dû être définis.

En effectuant la totalité des prélèvements sur un laps de temps court (un mois), on peut assimiler les troupeaux transhumants à des sédentaires et appliquer un seul protocole à l'ensemble du cheptel.

Afin de pouvoir appliquer la même fraction de sondage à tout le pays à partir des chiffres de la campagne de vaccination, on a admis le postulat que le pourcentage d'animaux vaccinés était à peu près le même dans tous les arrondissements (ce qui est faux, mais ce

biais semble moins grave que de prendre le même nombre de sérums dans chaque arrondissement).

Du fait des impératifs financiers et du personnel disponible pour la récolte et l'analyse ultérieure des sérums, il a été décidé d'en prélever environ 5 000 au niveau des centres de vaccination : le nombre d'animaux vaccinés étant de 1,4 million, une fraction de sondage au 1/320 permettait d'obtenir le nombre de sérums désirés.

Toutefois, afin de mieux cerner la situation dans le département d'Agadez où le cheptel bovin constitue une population à risque du fait de l'importance des grandes transhumances, on y a appliqué une fraction de sondage plus forte, au 1/40.

Enfin, le pays a été divisé en quatre zones :

- zone du département d'Agadez ;
- zone du département de Tahoua ;
- zone des départements de Maradi, Zinder et Diffa ;
- zone des départements de Tillabéri et Dosso.

Dans chaque zone, les prélèvements ont été effectués sur dix sites choisis suivant la méthode des totaux cumulés. Une fois déterminés les arrondissements dans lesquels auraient lieu les prélèvements, on a tiré au sort, dans chaque arrondissement, un site parmi les centres de vaccination. Le plan de travail était alors le suivant :

- 200 sérums dans la zone d'Agadez à raison de 20 sérums par site ;
- 600 sérums dans la zone de Tahoua à raison de 60 sérums par site ;
- 2 000 sérums dans la zone de Zinder-Maradi-Diffa à raison de 200 sérums par site ;
- 1 570 sérums dans la zone de Tillabéri-Dosso à raison de 157 sérums par site.

Étant donné que les animaux de moins de six mois sont porteurs d'anticorps d'origine colostrale ou maternelle, ils n'ont pas fait l'objet de prélèvements puisque cela aurait conduit à surreprésenter les mères.

Les indications qui accompagnent les sérums sont les suivantes : sexe, âge (quatre classes : moins de 1 an, de 1 à 2 ans, de 2 à 3 ans et plus de 3 ans), animal vacciné ou non (est considéré comme non vacciné tout animal n'ayant pas subi la vaccination lors de la dernière campagne).

Discussion du protocole

Le but de cette enquête était d'obtenir un échantillon représentatif afin de pouvoir extrapoler à partir des

résultats obtenus. Or plusieurs biais n'ont pu être évités.

La répartition des animaux varie d'une année à l'autre dans les différentes régions en fonction de la pluviométrie. Ainsi, certains arrondissements très peuplés en 1988 ne l'étaient plus en 1989, sans qu'il soit possible de le prévoir avant le début de la campagne de vaccination.

Le fait de choisir comme site de prélèvement les villages où ont lieu les opérations de vaccination implique que les animaux vaccinés seront en surnombre dans l'échantillon et que la couverture immunitaire vis-à-vis de la peste bovine sera surévaluée. Ce biais est en revanche négligeable pour les autres recherches sérologiques.

Le quota des prélèvements par site n'a pu être respecté partout faute de moyens de contention des animaux : ainsi, sur un site du département de Zinder, seuls trois sérums ont pu être prélevés au lieu des deux cents attendus. Ce handicap n'est important que pour l'analyse des résultats de la sérologie de la peste bovine puisque, probablement, ce sont les mêmes animaux qui échappent à la vaccination.

En fait, ne sont parvenus au laboratoire de Niamey que 2 815 sérums répartis comme suit :

- 1 214 pour la région de Zinder-Maradi-Diffa au lieu de 2 000 ;
- 1 144 pour la région de Tillabéri-Dosso au lieu de 1 570 ;
- 298 pour le département de Tahoua au lieu de 600 ;
- 150 pour le département d'Agadez au lieu de 200.

APPLICATION A LA SÉROLOGIE DE LA PESTE BOVINE

Technique sérologique

La technique utilisée est celle préconisée par l'AIEA et décrite par ANDERSON et ROWE (1) : c'est la technique ELISA avec une dilution unique des sérums au 1/4. Les résultats obtenus ont été traités par informatique (Samsung Magitronic) grâce à un logiciel d'épidémiologie (Epidemio version 3, août 1987, Pr DUFLO, hôpital Salpêtrière, Paris).

Résultats

Effectif de l'échantillon

Les 2 815 animaux de l'échantillon ont été analysés en fonction de l'âge, de la région, et de l'immunisation durant la campagne 1988-1989 (tabl. I). Pour chaque tranche d'âge et chaque région sont indiqués les effectifs d'animaux vaccinés, les effectifs d'animaux non vaccinés et la somme des deux (V + NV).

TABLEAU I Analyse de l'échantillon. Effectifs par tranche d'âge et par région.

	< 1 an	≥ 1 an < 2 ans	≥ 2 ans < 3 ans	≥ 3 ans	Total
Ensemble du pays					
Vaccinés* (V)	352	435	360	1 030	2 177
Non vaccinés (NV)	147	135	116	240	638
V + NV	499	570	476	1 270	2 815
Tahoua					
Vaccinés*	46	32	44	62	184
Non vaccinés	27	28	33	26	114
V + NV	73	60	77	88	298
Agadez					
Vaccinés*	227	23	25	30	105
Non vaccinés	114	14	14	12	554
V + NV	41	37	39	42	159
Zinder, Maradi, Diffa					
Vaccinés*	148	163	160	535	1 007
Non vaccinés	21	41	40	106	207
V + NV	170	204	200	640	1 214
Tillabéri, Dosso					
Vaccinés*	130	217	131	403	881
Non vaccinés	85	52	29	97	263
V + NV	215	269	160	500	1 144

* Vaccinés en 1988-1989.

Analyse du facteur sérologie positive en fonction des facteurs âge et vaccination (tabl. II)

L'intervalle de confiance de chaque pourcentage est calculé selon la formule $\varepsilon \sqrt{(pq/n)}$ avec $\varepsilon = 1,96$ pour un risque d'erreur $\alpha = 0,05$ (tabl. II).

Les effectifs d'animaux non vaccinés étant trop faibles dans les départements de Tahoua et Agadez, l'intervalle de confiance ne peut être calculé, aussi les chiffres ne sont indiqués que pour mémoire entre parenthèses.

Il n'est pas possible de comparer les pourcentages d'animaux séropositifs non vaccinés des différentes régions, compte tenu des faibles effectifs. De plus, ce renseignement serait peu intéressant puisque certains animaux considérés comme non vaccinés ont été immunisés les années précédentes.

La comparaison des animaux vaccinés séropositifs dans chaque tranche d'âge des quatre régions montre que les différences sont non significatives au risque d'erreur $\alpha = 0,05$, hormis le département d'Agadez, dont les pourcentages sont significativement inférieurs à ceux des autres régions pour les trois premières tranches d'âge.

Le pourcentage d'animaux séropositifs (vaccinés + non-vaccinés), toutes tranches d'âge confondues, est significativement plus faible à Agadez qu'à Tahoua, et plus faible à Tahoua que dans les deux autres régions (Zinder-Maradi-Diffa et Tillabéri-Dosso).

Analyse du facteur sérologie positive en fonction des facteurs sexe et vaccination

Dans l'échantillon, 79,1 p. 100 des mâles sont vaccinés contre 77 p. 100 des femelles. Or le test du χ^2 montre que le pourcentage de séropositivité est significativement plus élevé chez les femelles que chez les mâles, tant chez les vaccinés que chez les non-vaccinés (chez les vaccinés, $0,60 \pm 0,03$ pour les mâles, $0,66 \pm 0,02$ pour les femelles ; chez les non-vaccinés, $0,35 \pm 0,07$ pour les mâles, $0,40 \pm 0,07$ pour les femelles). Il semblerait donc que l'immunisation des mâles soit moins efficace que celle des femelles.

Analyse du facteur sérologie positive en fonction du facteur vaccination

La forte proportion de séropositifs chez les non-vaccinés ($0,38 \pm 0,03$) s'explique par le fait que ces animaux ont pu être immunisés les années précédentes. Cette proportion chez les vaccinés est de $0,64 \pm 0,02$ ($0,58 \pm 0,02$ pour V + NV).

DISCUSSION

La couverture immunitaire

La couverture immunitaire globale est faible : 58,4 p. 100 des animaux sont séropositifs. De plus,

TABLEAU II Analyse de la séropositivité (proportion de sérologie positive) en fonction des facteurs âge et région chez les animaux vaccinés (V) et non vaccinés (NV).

	< 1 an	≥ 1 an < 2 ans	≥ 2 ans < 3 ans	≥ 3 ans	Tous âges confondus
Ensemble du pays					
V	0,45 ± 0,05	0,60 ± 0,05	0,70 ± 0,05	0,70 ± 0,03	0,64 ± 0,02
NV	0,16 ± 0,06	0,32 ± 0,08	0,49 ± 0,09	0,53 ± 0,06	0,35 ± 0,04
V + NV	0,37 ± 0,04	0,53 ± 0,04	0,64 ± 0,04	0,67 ± 0,03	0,58 ± 0,02
Tahoua					
V	0,56 ± 0,1	0,53 ± 0,2	0,72 ± 0,1	0,76 ± 0,1	0,66 ± 0,07
NV *	(0,07)	(0,10)	(0,21)	(0,38)	0,19 ± 0,07
V + NV	0,38 ± 0,1	0,33 ± 0,1	0,50 ± 0,1	0,65 ± 0,1	0,48 ± 0,05
Agadez					
V	0,26 ± 0,1	0,30 ± 0,2	0,52 ± 0,2	0,57 ± 0,2	0,42 ± 0,1
NV *	(0,07)	(0,07)	(0,021)	(0,25)	0,15 ± 0,1
V + NV	0,19 ± 0,1	0,21 ± 0,1	0,41 ± 0,2	0,47 ± 0,1	0,32 ± 0,07
Zinder, Maradi, Diffa					
V	0,47 ± 0,08	0,66 ± 0,07	0,72 ± 0,07	0,72 ± 0,03	0,67 ± 0,03
NV	0,33 ± 0,2	0,53 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,56 ± 0,09	0,57 ± 0,07
V + NV	0,46 ± 0,07	0,63 ± 0,06	0,73 ± 0,06	0,69 ± 0,03	0,65 ± 0,02
Tillabéri, Dosso					
V	0,43 ± 0,09	0,59 ± 0,06	0,71 ± 0,08	0,68 ± 0,04	0,63 ± 0,03
NV	0,16 ± 0,08	0,32 ± 0,1	0,58 ± 0,2	0,56 ± 0,1	0,39 ± 0,06
V + NV	0,33 ± 0,06	0,54 ± 0,06	0,69 ± 0,07	0,65 ± 0,04	0,57 ± 0,03

* Effectifs trop faibles pour calculer l'intervalle de confiance.

seulement 70,2 p. 100 des animaux adultes (plus de 3 ans) et vaccinés (c'est-à-dire ayant déjà théoriquement reçu trois injections puisque la vaccination est obligatoire et annuelle à partir de l'âge de 6 mois) sont séropositifs. Or, une seule injection doit en principe protéger un animal durant toute sa vie économique !

On ne peut mettre en doute la qualité du vaccin produit, puisqu'il subit un double contrôle avant d'être livré. Deux explications sont possibles et se complètent :

— le non-respect de la chaîne de froid durant le transport du vaccin lyophilisé entre Niamey et le site de vaccination, ou lors de la reconstitution de la pastille vaccinale (si les animaux doivent être attrapés un par un, le vaccin reste longtemps dans la seringue à la chaleur) ;

— une mauvaise maîtrise des animaux, ceux-ci ne recevant pas la totalité de la dose vaccinale, et le titre du vaccin ayant chuté lors de sa reconstitution ou lors du transport, la dose injectée n'est alors plus suffisante pour assurer une séroconversion.

Le facteur sexe

Les mâles sont moins bien protégés que les femelles. Ceci est sans doute dû aux problèmes de contention évoqués ci-dessus.

Le facteur âge

La séroconversion des jeunes n'atteint pas celle des adultes (45,7 p. 100 de séropositivité chez les jeunes et 70 p. 100 chez les adultes), mais elle est indispensable puisqu'elle permet d'accroître la couverture immunitaire de 16,3 p. 100 chez les jeunes non vaccinés, à 45,7 p. 100 chez les jeunes vaccinés.

Le facteur région

L'analyse des résultats par région montre que la couverture immunitaire globale, tous âges confondus, sur l'ensemble des animaux vaccinés ou non, est plus faible dans les départements de Tahoua et Agadez.

N. Bloch I. Diallo

Cependant, les faibles effectifs de l'échantillon dans ces deux départements ne permettent pas une analyse statistique détaillée. L'explication probable réside dans les deux constatations suivantes :

— la couverture vaccinale est plus faible dans ces deux départements du fait de la grande mobilité des troupeaux, et qu'il s'agit de zébus Bororo difficiles à maîtriser ;

— beaucoup d'animaux considérés comme non vaccinés dans cette zone n'ont en fait jamais été vaccinés.

CONCLUSION

Une enquête organisée en février 1987 avait permis la récolte de 600 sérums sur des animaux vaccinés dans tout le pays mais sans randomisation rigoureuse. Les résultats de la sérologie de la peste bovine indiquaient que plus de 80 p. 100 de la population vaccinée était immunisée. Sur l'échantillon récolté en 1989, malgré certains biais qui surévaluent le chiffre, ce taux n'est que de 64,2 p. 100. La disparité entre les deux résultats montre combien la randomisation est importante si l'on veut pouvoir extrapoler les résultats à l'ensemble de la population.

Du fait qu'une grande partie des troupeaux est transhumante, il faut impérativement que ce genre d'enquête se déroule dans un laps de temps très court ; or pour obtenir une meilleure précision, dans les conditions du Niger, la seule solution est

d'augmenter le nombre de prélèvements, ce qui implique des moyens financiers importants pour mettre en place un plus grand nombre d'équipes.

On peut toutefois estimer que les résultats indiqués donnent une bonne approximation de la couverture immunitaire.

Enfin, sur le plan pratique, les recommandations qui s'imposent sont les suivantes :

— assurer une meilleure maîtrise des animaux par la construction de couloirs de vaccination, et la remise en état de ceux qui existent déjà ;

— respecter la chaîne de froid durant l'acheminement et la reconstitution du vaccin ;

— intensifier par tous les moyens la campagne annuelle de vaccination car les 1,4 million d'animaux vaccinés ne représentent, selon toute probabilité, que la moitié du cheptel national réel, ce qui reste somme toute assez faible, même après déduction des jeunes de moins de six mois.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr Boubacar BOUBACAR, de l'antenne du laboratoire de Zinder, le Dr Djibo GAMA-TIÉ, de l'antenne du laboratoire de Tahoua, et le Dr Saley MAMADOU, de la Direction de la santé animale à Niamey, pour avoir effectué la récolte des sérums.

BLOCH (N.), DIALLO (I.). Serological survey in a Sahelian country, the Niger. Sampling problems and results of the Rinderpest serosurvey. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3) : 305-311

A survey on Rinderpest serology was conducted in Niger with a sample of 2815 sera. The authors present the sampling method and resulting bias. The analysis of the sera is discussed according to the following factors : sex, age, vaccination status and geographic origin of the sera. *Key words* : Cattle - Serology - Rinderpest - Statistical analysis - Niger.

BLOCH (N.), IBRAHIM (D.). Encuesta serológica en un país sahelino, el Niger. Problemas de preparación de muestras y resultados de la inspección serológica de la peste bovina. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (3) : 305-311.

Se efectuó una encuesta serológica concerniendo a 2815 sueros para estudiar la serología de la peste bovina en Niger. Los autores presentan el método de preparación de las muestras utilizado y examinan las variaciones resultantes posibles. se estudian los sueros con arreglo a los factores siguientes : edad, sexo, estado vacínico y lugar de origen de los sueros. *Palabras claves* : Bovino - Serología - Peste bovina - Analisis estadística - Niger.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDERSON (J.), ROWE (L.W.). Use of an enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of IgG antibodies to rinderpest in epidemiological surveys. *Res. vet. Sci.*, 1983, **34** (1) : 77-81.
2. MARINER (J.), SALIFOU (S.), MAMINI (C.), BAARE (K.), STEM (C.), YEDLOUTSCHNIG (R.J.), MEBUS (C.A.), SOLOD (A.E.). Serosurvey of Sahelian cattle for evidence of epizootic disease. *Prev. vet. Med.*, 1989, **7** : 163-171.
3. PLOWRIGHT (W.). The application of monolayer tissue culture techniques in rinderpest research. The use of attenuated culture virus as a vaccine for cattle. *Bull. Off. int. Epizoot.*, 1962, **57** : 253-276.
4. PLOWRIGHT (W.), TAYLOR (W.P.). Long-term studies of the immunity in East African cattle following inoculation with rinderpest culture vaccine. *Res. vet. Sci.*, 1967, **8** (1) : 118-128.
5. RUMEAU-ROUQUETTE (C.), BRÉART (G.), PADIEU (R.). *Méthodes en épidémiologie*. 3e éd. Paris, Flammarion, 1985. 424 p.
6. SCHWARTZ (D.). *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. 3e éd. Paris, Flammarion, 1984. 318 p.