

Possibilités et limites de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination morbillieuse dans la sérologie de la peste bovine

II. — Disparité des résultats fournis par cette réaction et celle de séroneutralisation du virus bovipestique

par A. PROVOST, Y. MAURICE et C. BORREDON (*)

I. E. M. V. T., Laboratoire de Recherches Vétérinaires de Farcha, Fort-Lamy, Tchad

RÉSUMÉ

Le parallélisme observé entre les résultats des tests d'inhibition de l'hémagglutination morbillieuse et de séro-neutralisation du virus bovipestique appliqués à la recherche des anticorps sériques antibovipestiques n'est que temporaire chez un certain nombre de bovins vaccinés avec des vaccins antipestiques et chez d'autres bovidés exposés à l'infection pestique naturelle. Expérimentalement, on démontre que ces tests mettent en œuvre deux catégories parfaitement différentes d'anticorps sériques. En conséquence est fortement sujette à caution l'identité antigénique des structures superficielles des virions pestiques et rougeoleux qui sont les hémagglutinines, substrats physiques de l'immunogénèse de ces anticorps.

« Tout ce qui se ressemble n'est pas identique »
SHAKESPEARE.

Les premiers résultats de la réaction d'inhibition de l'hémagglutination morbillieuse appliquée à la recherche des anticorps antibovipestiques permettaient de penser que la cinétique de ces derniers reflétait l'immunité antipestique (1, 2) ; on en concluait qu'elle pouvait statistiquement servir à son appréciation.

Effectivement, les premiers sondages d'immunité antipestique post-vaccinale réalisés au cours de la première phase du projet conjoint n° 15 de lutte contre la peste bovine montraient que

nombre de bovins hébergeaient des anticorps inhibant l'hémagglutination morbillieuse (IHM), bien que parmi les plus vieux animaux dont les sérums aient été éprouvés on en trouvât qui fussent négatifs. Les contrôles réalisés les années suivantes laissaient pourtant perplexes ; on constatait que 43 p. 100 des sérums de bovins adultes examinés, portant plusieurs marques auriculaires de vaccination, étaient négatifs au test IHM (11). Ce résultat était particulièrement inquiétant parce qu'il faisait planer un doute sur la couverture vaccinale de l'ensemble du troupeau de la zone du P. C. 15 ; il pouvait tout aussi bien s'expliquer par une défaillance du test.

(*) Aide technique de Madame G. DUFAU et de Monsieur Z. N'GALDAM.

Pour éclaircir cette situation, les bovins d'un troupeau où 46 p. 100 des animaux s'étaient révélés être dépourvus d'anticorps IHM furent revaccinés au virus-vaccin caprinisé (*). Aucune montée thermique ni aucune réaction clinique ne se sont manifestées : ils étaient immuns. Comme l'on aurait pu suspecter une hypogammaglobulinémie des sérums (10) — pourtant bien improbable par sa fréquence sur un tel échantillonnage — on a soumis ces derniers à l'électrophorèse ; tous étaient normaux. Dans ces conditions, la valeur du test IHM pour apprécier l'immunité antipestique devenait fortement sujette à caution et sa valeur comparée à celle du test de séro-neutralisation du virus bovine pestique (test SN), celle-ci fermement établie (8), demandait à être réappréciée. Cette note n'a d'autre objet que de présenter les résultats obtenus.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux lignes de recherches ont été suivies :

- examen en parallèle avec les deux tests IHM et SN des sérums de différentes espèces exposées à des contacts avec des virus pestiques pathogènes ou vaccinaux ;
- essai de séparation *in vitro* des deux catégories d'anticorps impliqués dans les deux tests, pour autant qu'elles soient censées exister.

1. Animaux d'expérience. Dans les essais ici rapportés, qui sont purement sérologiques, les animaux ne sont considérés que comme des fournisseurs de sérums ; il ne sera donc pas fait mention de leur comportement immunitaire lors d'épreuves bovine pestiques virulentes. Ont été ainsi examinés des sérums de :

- Bovins domestiques, de races et d'origines diverses : zébus arabes et bororos du Tchad, zébus peuhls du nord-Cameroun, zébus bororos de R. C. A. La plupart d'entre eux avaient été vaccinés à une ou plusieurs reprises contre la peste bovine avec le virus vaccin caprinisé (le début de l'expérience se situant au milieu de la phase I du P. C. 15, ** débutée avec ce vaccin) ;

pour ces animaux, un seul échantillon de sérum a été examiné. La réponse donnée à la comparaison des deux tests IHM et SN est purement qualitative.

A l'occasion de l'étude de divers vaccins expérimentaux, on a eu l'occasion de prélever des échantillons de sang sur des veaux de tous âges.

Cinquante-cinq zébus bororos achetés à Bouar (R. C. A.) région indemne de peste et où aucune vaccination antipestique n'est pratiquée, ont reçu environ 10^8 DCP₅₀ de virus-vaccin de cultures cellulaires.

Ils ont été entretenus pendant 3 ans dans une station de R. C. A. à l'abri de tout contact fortuit avec des virus pestiques sauvages ou atténués et soumis à des prises de sang régulières ; leurs sérums ont été suivis quant à la cinétique des anticorps IHM et SN.

- Artiodactyles sauvages. Les sérums de 87 individus appartenant à 14 espèces potentiellement réceptives à la peste ont été examinés (11) ; il est bien évident que de tels animaux ne pouvaient avoir été soumis qu'à des contacts avec des souches sauvages du virus.

● Chèvres. A l'occasion d'une petite production de virus-vaccin caprinisé, furent prélevés avant l'inoculation de virus, les sérums de 100 chèvres locales (race sahélienne).

- Chameaux. Lors de différents sondages sérologiques, on a eu l'occasion d'examiner 482 sérums.

2. Tests sérologiques. Ils sont classiques.

a) Inhibition de l'hémagglutination morbilleuse (IHM) décrite par Bögel, Provost et Enders-Ruckle (1).

b) Séro-neutralisation du virus pestique en cultures cellulaires (SN) suivant les modalités techniques de Plowright et Ferris (7).

3. Séparation *in vitro* des anticorps IHM et SN.

L'expérience est réalisée de deux manières :

- a) Un hyperimmunsérum antipestique de bovin et un autre de chèvre (11) sont chacun soumis au test IHM. On sélectionne dans la gamme des dilutions croissantes des sérums le premier tube où la couronne d'hématies est agglutinée à la presque totalité ; on peut penser que dans ce tube n'existe pratiquement plus d'anticorps IHM. Le surnageant est recueilli ; une partie aliquote est soumise à un nouveau test IHM de contrôle et dans le reste on titre les anticorps neutralisants

(*) A notre confrère J. GRATEAU, qui prit le soin de ce contrôle, vont nos meilleurs remerciements.

** P. C. 15 = Projet conjoint de lutte contre la Peste bovine.

en tenant compte des facteurs introduits par la dilution du sérum dans le test IHM primitif.

b) Mettant à profit le fait que l'hémagglutinine morbilleuse ne s'élué pas des hématies sur lesquelles elle est adsorbée, on absorbe les anticorps IHM des deux hyperimmuns sérums dont les titres IHM et SN ont été déterminés dans un temps préliminaire, avec une épaisse suspension d'hématies d'*Erythrocebus patas* sensibilisées par l'hémagglutinine morbilleuse au tween-ether (*). L'opération est réalisée à plusieurs reprises jusqu'à ce que les tests IHM de contrôle effectués à chaque opération montrent qu'il n'existe plus d'anticorps IHM ; les sérums sont alors soumis au test SN.

RÉSULTATS

1. Sérums d'animaux ayant été en contact avec des souches sauvages du virus pestique.

— Artiodactyles sauvages. Sur 87 sérums de buffles, gazelles, cervicapres, cobs, oryx, bubales, damalisques, koudous, élans de Derby et phacochères, 26 sont positifs au test SN, un seul au test IHM au titre 1 : 2, 3 possèdent des traces.

— Chameaux. Les résultats ont été commentés dans une publication précédente (6). Sur 482 sérums examinés, 48 possèdent des anticorps IHM ; ces 48 sérums sont aussi positifs au test SN, mais sans qu'il y ait concordance quantitative entre les valeurs des deux tests (tableau I). Toutefois, sur 22 sérums négatifs au test IHM, 18 le sont aussi au test SN. L'espèce cameline est la seule pour laquelle la concordance soit aussi bonne.

— Chèvres. Aucun des 100 sérums de chèvres examinés n'a d'anticorps IHM alors que 47 possèdent des anticorps SN ; ils correspondent d'ailleurs à des chèvres n'ayant pas réagi thermiquement à l'inoculation de virus caprinisé.

2. Sérums de bovins vaccinés contre la peste bovine.

Dans cette catégorie les sérums ont été examinés :

a) Qualitativement. Sur 314 sérums de zébus vaccinés à plusieurs reprises en brousse contre

TABLEAU N°1

Titre comparé des anticorps IHM et SN dans les sérums de chameaux.

I H M		S N	
Titre	Nombre	Titre	Nombre
Négatifs	22	Négatifs	18
		1/2	1
		1/4	1
		1/8	1
		1/64	1
Positifs		supérieurs à 1/2	4
Traces	5	1/16	1
1/2	8	supérieurs à 1/2	3
		1/4	2
		1/8	1
		1/32	1
		1/64	1
1/4	10	1/2	1
		1/4	1
		supérieurs à 1/4	6
		1/32	2
1/8	1	supérieur à 1/8	1

la peste et possédant des anticorps SN, 165 seulement, soit 53 p. 100, présentent un test IHM positif. Il n'a pas été possible dans ce contrôle de savoir à quelle date ni avec quel vaccin avait été effectuée la primo-vaccination antipestique.

b) Quantitativement. Le tableau 2 fournit les résultats obtenus avec une partie des sérums des bovins dont a été suivie la cinétique immunitaire. On y remarque qu'une concordance existe dans la négativité pour les bovins n° 19 et 23 qui, assez étrangement, n'ont pas répondu à la vaccination.

Si l'on excepte ces deux derniers sérums, l'immunogénèse antipestique (anticorps SN) est parallèle à la détection des anticorps IHM, ces derniers à des titres variables, sauf pour le bovin n° 21 pour lequel existe un retard dans l'immunogénèse morbilleuse et les bovins n° 31 et 51 qui, élaborant pourtant des anticorps pestiques, n'ont pas élaboré d'anticorps IHM. Ni immédiatement après la vaccination ni plus tard, il ne paraît exister de corrélation entre les titres en anticorps SN et IHM. Bien au contraire, il est patent que dans l'ensemble ces derniers diminuent ou se négativent alors que restent

(*). Vendue par Behringwerke A. G., Marburg-Lahn, Allemagne.

TABLEAU N° 11

Evolution des anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse (IHM) et neutralisant le virus bovipestique (SN) dans des sérums de zébus vaccinés contre la peste.

N° du bovin	Avant vaccination		1 mois		4 mois		22 mois		25 mois		35 mois	
	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN	IHM	SN
5	< 2	0	16	> 2	2	> 2	4	> 3	NF	NF	4	> 3
6	< 2	0	64	> 2	4	NF	4	> 3	8	> 3	-	-
7	< 2	0	64	> 2	< 2	> 2	< 2	2,9	-	-	-	-
8	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	> 3	4	> 3	-	-
10	< 2	0	16	> 2	< 2	NF	< 2	> 3	NF	NF	< 2	> 3
11	< 2	0	16	> 2	< 2	> 2	< 2	> 3	2	> 3	-	-
13	< 2	0	4	> 2	< 2	NF	< 2	> 3	-	-	-	-
16	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	> 3	NF	NF	2	2,7
19	< 2	0	< 2	< 1	< 2	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-
20	< 2	0	4	1	< 2	< 1	< 2	< 1	NF	NF	< 2	< 0,3
21	< 2	0	< 2	> 2	4	> 2	4	> 3	NF	NF	2	2,5
22	< 2	0	16	> 2	< 2	> 2	< 2	< 1	NF	NF	< 2	0,3
23	< 2	0	< 2	< 1	< 2	< 1	< 2	< 1	-	-	-	-
26	< 2	0	16	2	16	NF	32	> 3	2	> 3	-	-
31	< 2	0	< 2	> 2	< 2	NF	< 2	1,9	NF	NF	Tr	1,8
35	< 2	0	32	> 2	16	> 2	4	> 3	16	> 3	8	> 3
38	< 2	0	4	> 2	2	> 2	4	> 3	2	2,9	-	-
39	< 2	0	16	> 2	4	> 2	16	2,9	32	2,9	-	-
41	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	NF	> 3	-	-	-	-
44	< 2	0	4	> 2	< 2	0,5	< 2	2,9	-	-	-	-
45	< 2	0	2	> 2	2	> 2	Tr	NF	8	2,9	-	-
46	< 2	0	8	> 2	< 2	> 2	< 2	> 3	NF	NF	< 2	> 3
48	< 2	0	16	> 2	4	< 1	4	3	NF	NF	4	> 3
50	< 2	0	16	> 2	< 2	> 2	2	2,7	4	3,3	-	-
51	< 2	0	< 2	> 2	< 2	> 2	< 2	2,5	NF	NF	< 2	1,5
53	< 2	0	2	> 2	< 2	> 2	< 2	< 1	-	-	-	-

Les titres des anticorps IHM sont exprimés par l'inverse de la fraction caractérisant la dilution de sérum inhibant l'hémagglutination morbilleuse ; les titres en anticorps SN le sont par le TN.50 (titre neutralisant 50 p. 100) des sérums en cultures cellulaires.

Abréviations : NF = test non fait ; - = animal sorti d'expérience ; Tr = traces ; < = inférieur à ; > = supérieur à .

relativement stables les anticorps SN. Un haut titre d'anticorps IHM un mois après la vaccination n'est pas une garantie de leur plus lente décroissance et, parlant, de leur mise en évidence au fur et à mesure que s'éloigne le temps de la vaccination ; si les nos 5, 6, 21, 26, 35, 38, 39, 45 et 48 se sont montrés relativement stables en ce sens, bien qu'avec de fortes fluctuations, les 15 autres (soit 62 p. 100) ayant bénéficié d'une immunogénèse pestique normale sont ou deviennent négatifs dès le 4^e mois. Pour deux

d'entre eux (nos 11 et 50), on retrouve néanmoins par la suite de faibles titres d'anticorps IHM ; il est possible qu'en ces circonstances ait joué dans le test du 4^e mois l'un des facteurs expérimentaux évoqués dans le premier article.

On remarquera que pour 3 animaux (nos 20, 22 et 53) la chute des anticorps IHM a précédé celle des anticorps SN dont la vie n'a été que très brève. Fait assez troublant en lui-même, il ne sera pas commenté ici plus avant.

Incidentement on constatera que si l'on se place

dans les conditions de la pratique d'un contrôle d'immunité antipestique plusieurs mois après la vaccination, on trouverait que 14 bovins sur 26, soit 44,7 p. 100, sont négatifs au test IHM.

3. Sérums de veaux.

Les deux tests effectués sur 49 sérums de veaux âgés de 2 à 8 mois indiquent que si 25 possèdent des anticorps SN, il n'y en a que 6 qui possèdent des anticorps IHM, et encore aux faibles titres de 1 : 2 ou 1 : 4.

Il paraît bon de faire remarquer que dans les résultats qui viennent d'être exposés, on n'a jamais vu un test IHM être positif pour un sérum sans que le fût aussi le test SN. Bien à l'évidence, l'inverse n'est pas vrai.

4. Séparation *in vitro* des anticorps IHM et SN.

Les résultats des deux expériences sont fournis par le tableau 3. La conservation du titre des anticorps SN ou leur très faible réduction après les traitements qui font disparaître les anticorps IHM primitivement présents à un titre très significatif, démontre clairement que l'on a affaire à deux catégories d'anticorps totalement différents.

TABLEAU N° III

Conservation des anticorps SN dans des sérums bovipestiques après épuisement des anticorps IHM.

	Avant traitement		Après traitement	
	IHM	SN	IHM	SN
Expérience A				
Sérum de boeuf	64	2,7	-	2,9
Sérum de chèvre	64	3,3	2	2,9
Expérience B				
Sérum de boeuf	64	2,7	-	2,7
Sérum de chèvre	64	3,3	2	2,9

Les titres sont exprimés par l'inverse de la dilution de sérum inhibant l'hémagglutination morbilleuse pour le test IHM et par l'exposant du logarithme 10 de la dilution (N₅₀) pour le test SN.

DISCUSSION

La présence d'anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse dans les sérums de bovins

convalescents d'infection bovipestique et leur apparition lors de l'immunogénèse antipestique (1, 2) paraissent apporter le bien qui manquait à la connaissance des relations antigéniques des virus rougeoleux et pestiques et permettait de penser, à la suite de Waterson, Rott et Ruckle-Enders (13), qu'elles s'établissent par une similitude des antigènes de surface.

Imagawa, Goret et Adams (4) avaient montré qu'un sérum antipestique de bœuf neutralisait le virus morbilleux adapté à la souris, sans qu'il puisse être toutefois affirmé que cette propriété était due à l'immunogénèse antipestique puisque ces auteurs n'ont pas disposé des mêmes sérums avant immunisation. Fort de ce résultat, sachant que la neutralisation met en jeu les structures de surface des virions qui pour le virus morbilleux sont identiques à celles de l'hémagglutinine, établissant l'immunogénèse parallèle des anticorps antipestiques et antimorbilleux chez le bœuf et tenant compte des similitudes morphologiques des virions rougeoleux et pestiques, on avait pu penser que les anticorps mesurés par les deux techniques étaient identiques et, partant, suivaient un sort semblable (2). Cutchins (3) et Kunita (5) ayant apporté la preuve de l'identité du comportement des anticorps inhibant l'hémagglutination et neutralisant dans la rougeole et en s'appuyant sur l'assimilation, qui paraissait être prouvée, des anticorps IHM dans cette maladie et la peste, on pouvait espérer que ces anticorps se retrouveraient leur vie durant chez les bovins.

Les résultats que nous venons d'exposer montrent qu'il n'en est rien. L'immunogénèse antipestique est bien suivie d'une montée d'anticorps IHM ainsi que nous l'indiquions dans le premier article de cette série, mais en suivant pas à pas leur cinétique, on observe qu'une dissociation s'établit par la suite ; les titres du test IHM faiblissent puis se négativent chez certains bovins, alors que restent relativement constants ceux des anticorps neutralisants. L'explication en est apportée par l'établissement de la non-identité de ces deux classes d'anticorps dans l'infection pestique.

Cette découverte est intrinsèquement importante car elle remet en question la nature des relations antigéniques des virus rougeoleux et pestiques qui, en tout état de cause, ne peut plus être fondée sur une assimilation des structures

de surface des virions. Nous avons montré d'ailleurs (9) que c'étaient par les cores viraux et non par les peplons que les deux virus étaient parents.

Nous avons aussi exprimé l'opinion qu'en fait les anticorps antipestiques détectés avec l'hémagglutinine morbilleuse représentaient des anticorps fixant le complément car dirigés vers un antigène profond et non de surface du virion morbilleux. Ainsi s'ordonnent les connaissances et s'explique la relative fugacité des anticorps IHM dans la peste, parallèle à celle bien connue des anticorps fixant le complément.

Les résultats de la dissociation des anticorps IHM et SN, ici exposés, recourent ceux de Rowe et coll. (12) qui sur 50 sérums positifs au test SN constatent que 31 sont négatifs au test IHM ; plus ardue est à fournir l'explication des

9 sérums qu'ils trouvent positifs au test IHM et négatifs au test SN. Mise à part une erreur de technique, comme le suggèrent d'ailleurs ces auteurs, le résultat paraît être complètement illogique dans l'état actuel de nos connaissances.

La conséquence pratique est que le test d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse appliqué à la recherche des anticorps antipestiques ne doit en aucun cas servir à assurer des sondages d'immunité antipestique.

Son intérêt est restreint au contrôle d'une immunogénèse pestique récente par virus pathogène ou atténué ; ainsi conserve-t-il sa place dans l'arsenal des épreuves de laboratoire permettant un diagnostic rétrospectif de peste bovine sur des bovins non vaccinés, convalescents d'une maladie pestiforme.

SUMMARY

Possibilities and limits of the measles haemagglutination inhibition test in the serology of Rinderpest

II. Dissimilarity between the results obtained with this test and the rinderpest virus seroneutralisation

The similarity observed between the results of measles haemagglutination inhibition test and the seroneutralisation of rinderpest virus applied to research of rinderpest serum antibodies, has been shown to be only temporary in some cattle vaccinated with rinderpest vaccines and in some others submitted to natural infection. Experimentally, it has been shown that two completely different groups of serum antibodies were involved in these tests. Therefore, the antigenic identity of the superficial structures of rinderpest and measles virions which are the haemagglutinins, physical support of the immunogenic properties of these antibodies, is likely to be doubtful.

RESUMEN

Posibilidades y límites de la reacción de inhibición de la hemaglutinación morbillosa en la serología de la peste bovina.

II. Disparidad de los resultados obtenidos por dicha reacción y la de sero-neutralización del virus bovípestico

El paralelismo observado entre los resultados de las pruebas de inhibición de la hemaglutinación morbillosa y de sero-neutralización del virus bovípestico aplicadas para la búsqueda de los anticuerpos sericos anti bovípesticos sólo es temporario en un cierto número de bovinos vacunados con vacunas antipesticas y en demás bovinos sometidos a la infección natural. Experimentalmente, se demuestra que en dichas pruebas aparecen dos grupos enteramente diferentes de anticuerpos sericos. En consecuencia, es poco segura la identidad antigenica de las estructuras superficiales de los viriones pesticos y morbillosos que son las hemagglutininas.

RÉFÉRENCES

1. BÖGEL (K.), PROVOST (A.) et ENDERS-RUCKLE (G.). — Hämmagglutinations - Hemmungsreaktion mit Masernantigen bei Rinderpest. I. Anwendung in der Diagnostik. *Zentbl. Bakt. I. (Org.)*, 1966, **199** : 1-19.
2. BÖGEL (K.), PROVOST (A.) et ENDERS-RUCKLE (G.). — Hämmagglutinations - Hemmungsreaktion mit Masernantigen bei Rinderpest. II. Antikörperproduktion nach Inokulation Verschiedener Lebendimpfstoffe beim Rind. *Zentbl. Bakt. I. (Org.)*, 1966, **201** : 137-153.
3. CUTCHINS (E. C.). — A comparison of the hemagglutination - inhibition, neutralization and complement-fixation tests in the assay of antibodies to measles. *J. Immun.*, 1962, **88** : 788-795.
4. IMAGAWA (D. T.), GORET (P.) et ADAMS (J. M.). — Immunological relationship of measles, distemper and rinderpest virus. *Proc. Nat. Acad. Sc. (Wash.)*, 1960, **46** : 1119-1123.
5. KUNITA (N.), KITAWAKI (T.), FUNAHASHI (S.) et TOYOSHIMA (K.). — Comparison of the hemagglutination inhibition test for measles with serological test and its application to a field trial. *Biken J.*, 1963, **6** : 45-56.
6. MAURICE (Y.), PROVOST (A.) et BORREDON (C.). — Présence d'anticorps antivipestiques chez le dromadaire du Tchad. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, **20** : 537-542.
7. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). — Studies with rinderpest virus in tissue culture. III. The stability of the cultured virus and its use in virus neutralization test. *Arch. ges. Virusf.*, 1961, **11** : 516.
8. PLOWRIGHT (W.). — The application of monolayer tissue culture techniques in rinderpest research. I. Introduction : use in serological investigations and diagnosis. *Bull. O. I. E.*, 1962, **57** : 1-23.
9. PROVOST (A.) et BORREDON (C.). — Quelques recherches fondamentales sur le virus bovipestique. 2. L'hémagglutinine bovipestique. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** : 33-48.
10. PROVOST (A.), BORREDON (C.) et QUEVAL (R.). — Une hypogammaglobulinémie essentielle des bovins d'Afrique centrale, cause d'erreurs dans les enquêtes sérologiques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965, **18** : 385-395.
11. **Rapports annuels du laboratoire de Recherches Vétérinaires de Farcha pour les années 1965, 1966, 1967.**
12. ROWE (L. W.), ZWART (D.) et KOUWENHOVEN (B.). — A comparison of the hemagglutination - inhibition and neutralisation test in the essay of rinderpest antibodies in cattle. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1967, **15** : 301-306.
13. WATERSON (A. P.), ROTT (R.) et RUCKLE-ENDERS (G.). — The components of measles virus and their relation to rinderpest and distemper. *Zeitsch. Naturf.*, 1963, **18 b** : 377-384.