

Épidémiologie de deux arbovirus du complexe VEE en Guyane Française : données préliminaires sur les relations virus-vecteurs

Nicolas DEGALLIER *

Jean-Pierre DIGOUTTE **

François-Xavier PAJOT *

avec la collaboration technique de

René KRAMER ***, José CLAUSTRE ***

Serge BELLONY ***, Guy CHATENAY ***

Eliane ALFRÉ ***

RÉSUMÉ

L'étude de la répartition saisonnière des isollements de souches virales à partir de souris sentinelles et des principaux vecteurs Culicidés a montré une alternance de périodes de transmission à bas et à haut niveaux.

La place de Cx. portesi dans le cycle sylvatique de ces virus apparaît prépondérante et les périodes de transmission de type épizootique correspondent à des densités élevées et des populations âgées de ce moustique.

Le rôle relatif joué par différents vertébrés est moins connu mais les données concernant le cycle d'activité, les préférences trophiques de Cx. portesi et les périodes de reproduction des Marsupiaux permettent de proposer une hypothèse sur le cycle de ces virus.

MOTS-CLÉS : *Culicidae* - Cycle d'activité - Arboviroses - Epidémiologie.

ABSTRACT

EPIDEMIOLOGY OF TWO VEE COMPLEX ARBOVIRUSES IN FRENCH GUYANA : FIRST DATA ON VIRUS-VECTORS RELATIONS.

Two new viruses of VEE complex, Tonate and Cabassou, have been isolated many times from sentinel mice, Culicids and wild vertebrates in French Guiana.

Culex (Mel.) portesi appears to be the best vectors in sylvatic cycle of these viruses. Its nocturnal aggressivity cycle, mammals-directed trophic preferences, high density and high parous rates permitted us to correlate with seasonal appearances of epizootic-like cycle between enzootic-like transmission periods and to propose an hypothetical scheme for the maintenance of these viruses in sylvatic biotopes.

KEY WORDS : *Culicidae* - Activity cycles - Arbovirus - Diseases - Epidemiology.

* Entomologiste médical O.R.S.T.O.M., B.P. 165, 97301 Cayenne Cedex - Institut Pasteur de la Guyane Française.

** Directeur de l'Institut Pasteur de la Guyane Française, B.P. 304, 97300 Cayenne.

*** Technicien de l'Institut Pasteur de la Guyane Française.

1. INTRODUCTION.

Deux arbovirus du groupe VEE, Tonate et Cabassou, revêtent une importance particulière en Guyane Française du fait de leur parenté très proche avec le virus de l'Encéphalite Equine du Vénézuëla (Digoutte *et al.*, 1975).

Ces arbovirus ont été fréquemment isolés à partir de *Culicidae*, de souriceaux sentinelles ou de Vertébrés sauvages durant la période 1973-1977. Nous nous proposons d'analyser ces données à la lumière des résultats acquis sur la biologie des vecteurs.

2. PRÉSENTATION DU MILIEU NATUREL.

2.1. Stations de captures.

2.1.1. CARACTÉRISTIQUES GÉOGRAPHIQUES.

Stations de l'île de Cayenne.

Paramana (4° 48' N, 52° 21' O) : station de l'Institut Pasteur dans une zone de forêt primaire dense de 100 ans d'âge environ.

Gallion (4° 47' N, 52° 26' O) : forêt dégradée sur sol appauvri et mal drainé.

Matoury – Chemin Mortuom P.K. 1,7 (4° 50' N, 52° 19' O) : forêt très dégradée.

La Chaumière (4° 53' N, 52° 22' O) : forêt très dégradée et marécageuse dans les bas-fonds (pinotière).

Autres stations.

Elles sont situées sur le littoral, à l'ouest de Cayenne.

Tonate (5° 01' N, 52° 28' O) : forêt secondarisée en bordure de la R.N. 1.

Sinnamary (5° 21' N, 52° 51' O) : station située dans une forêt sèche le long de la route de l'Anse de Sinnamary.

Trou-Poissons (5° 25' N, 53° 05' O) : forêt galerie entre une savane inondable (savane de Trou-Poissons) au sud et une zone marécageuse au nord.

2.1.2. CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES.

Les données sont fournies par la station météorologique de Rochambeau (4° 50' N, 52° 22' O). La pluviométrie (voir fig. 2) croît de novembre à mai-juin (saison des pluies) pour diminuer ensuite de juillet à octobre (saison sèche). Une petite saison sèche peut avoir lieu

en février-mars. On remarque la pluviométrie très forte du mois de janvier 1974 et de la période janvier-juin 1976 ainsi que la sécheresse accentuée des mois de septembre et octobre 1976.

Bien que recevant des totaux annuels inférieurs, les stations de Sinnamary et Trou-Poissons montrent des courbes pluviométriques semblables à celles de la station de Rochambeau.

3. MÉTHODES EMPLOYÉES.

3.1. Captures de Culicidés.

Les moustiques sont capturés au tube à hémolyse sur sujet humain et groupés par heure au cours de captures de 6 h à 12 h, 16 h à 22 h ou durant 24 h consécutives. Des captures simultanées, au piège lumineux « CDC » ont eu lieu en 1976. Les Culicidés sont ensuite déterminés et des pools monospécifiques de 100 moustiques au maximum sont fournis au laboratoire de Virologie. Des moustiques récoltés au cours de captures de 24 h à la station du Gallion (1976) sont disséqués et leur âge physiologique déterminé selon la technique de Detinova (1962).

3.2. Souris sentinelles.

Des portées de six souriceaux âgés de 24 h accompagnés de leur mère furent placées de 16 h à 7 h en sous-bois dans les stations de capture de juin 1975 jusqu'à juin 1977.

4. RÉSULTATS.

4.1. Isolements des virus Tonate et Cabassou (Tabl. I).

4.1.1. ISOLEMENT A PARTIR DE VERTÉBRÉS SAUVAGES.

Le virus Tonate a été isolé d'organes de 13 espèces d'Oiseaux et le virus Cabassou de 2 espèces d'Oiseaux et de 3 espèces de Mammifères.

Les isolements à partir de sang, c'est-à-dire d'animaux virémiques, ont eu lieu en début de saison des pluies ainsi qu'en juin-juillet 1975 (Digoutte *et al.*, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978).

ÉPIDÉMIOLOGIE DE DEUX ARBOVIRUS DU GROUPE VEE

TABLEAU I. — Isolements des virus Tonate et Cabassou

Nbre de souches
isolées (1973-1977)

Origine	Tonate	Cabassou
Oiseaux		
<i>Ardeola ibis</i>	1	
<i>Chiroxiphia pareola</i>	2	
<i>Elaenia chiriquensis</i>	2	
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	2	
<i>Leucopternis albicollis</i>	1	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1	
<i>Nycticorax violacea</i>	1	
<i>Oxyura dominica</i>	1	
<i>Psarocolius decumanus</i>	1	
<i>Ramphocelus carbo</i>	1	
<i>Sakesphorus canadensis</i>	1	
<i>Sporophila lineola</i>	1	
<i>Tachyphonus rufus</i>	1	
<i>Tolmomyias poliocephalus</i>		1
<i>Turdus nudigenis</i>		1
Mammifères		
<i>Cheiroptera</i> sp.		1
<i>Didelphis marsupialis</i>		1
<i>Philander opossum</i>		1
Souriceaux sentinelles (VI/1975 - 5/V/1977)	54	9
Culicidae		
<i>Anopheles braziliensis</i>	1	
" <i>mediopunctatus</i>	1	
<i>Coquillettidia albicosta</i>	1	
" <i>venezuelensis</i>	7	2
<i>Culex nigripalpus</i>		1
" <i>portesi</i>	49	6
" <i>spissipes</i>	1	
" <i>zeteki</i>	1	
" <i>species</i>		1
<i>Limatus pseudomethysticus</i>		1
<i>Mansonia pseudotitillans</i>	1	
" <i>titillans</i>	2	1
<i>Uranotaenia geometrica</i>	1	
<i>Wyeomyia melanocephala</i>	1	
" <i>occulta</i>	1	1
" <i>pseudopecten</i>	1	
Phlebotominae		
<i>Lutzomyia</i> sp.	1	

4.1.2. ISOLEMENTS A PARTIR DE SOURIS SENTINELLES (fig. 1).

L'emploi de sentinelles a montré une circulation importante d'arbovirus durant la période considérée. Tonate a été isolé de juin 1975 à février 1976 et de novembre 1976 à mai 1977 tandis que Cabassou semble avoir circulé en décembre 1975, janvier, septembre

et novembre 1976. Un isolement a eu lieu en février 1977 (Digoutte *et al.*, *op. cit.*).

Il est remarquable que ces deux virus n'aient pas été isolés de mars à août 1976 alors que les autres arbovirus (gr. Guama et gr. C.) ont circulé en permanence. A l'exception des périodes juin-octobre 1975 et février-mai 1977, la transmission de Tonate et Cabassou semble avoir lieu principalement en début de saison des pluies (novembre-janvier).

4.1.3. ISOLEMENT A PARTIR DE DIPTÈRES.

4.1.3.1. Espèces vectrices.

Treize espèces de Culicidés et des spécimens indéterminés de Phlébotominés, ont été trouvés naturellement infectés par le virus Tonate tandis que six espèces de Culicidés ont fourni des souches du virus Cabassou (Digoutte *et al.*, *op. cit.*).

Les espèces les plus fréquemment infectées sont *Culex portesi* et *Coquillettidia venezuelensis*. Le rôle de *Cx. portesi* avait déjà été pressenti en Guyane française par Serie *et al* (1968) dès 1967.

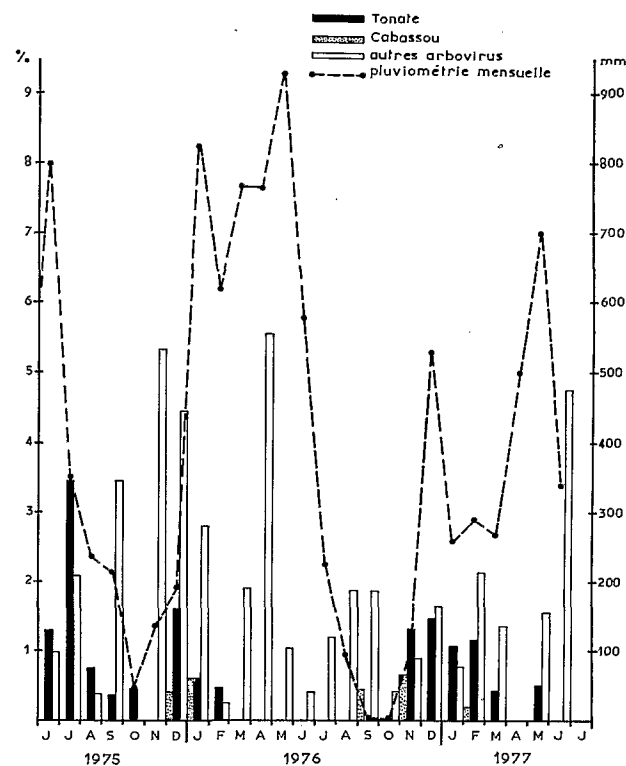


FIG. 1. — Souches arbovirales isolées de souriceaux sentinelles et pluviométrie mensuelle.

4.1.3.2. Variations saisonnières du nombre de souches isolées (fig. 2).

Le nombre de souches isolées montre un maximum en début de saison des pluies pour les cinq années considérées.

Cependant, en 1975 et en 1977, des conditions pluviométriques particulières de la saison des pluies (précipitations faibles) semblent avoir favorisé une circulation de virus en fin de saison pluvieuse.

Cette distribution particulière des isoléments à partir des vecteurs corrobore ce qui a été constaté pour les isoléments à partir des souris sentinelles. De plus, une période « silencieuse » se retrouve de février à octobre pour Tonate et Cabassou tandis que d'autres arbovirus semblent avoir circulé durant la période février-novembre 1976.

Des pluies abondantes (> 500 mm) pendant plusieurs mois semblent constituer un facteur limitant pour la transmission des deux alphavirus étudiés ici. Il est cependant nécessaire de considérer les paramètres entomologiques pour préciser cette interaction.

4.2. Cycles d'activité des vecteurs.

4.2.1. Cx. PORTESI.

Plus de 75 % des captures sur sujet humain ont eu lieu entre 18 h et 7 h. Cette espèce montre d'autre part une activité accrue au crépuscule et quelquefois avant le lever du jour (Degallier *et al.*, 1978).

4.2.2. CQ. VENEZUELENSIS.

L'activité de cette espèce suit le même rythme que celle de *Cx. portesi* mais une proportion importante de moustiques (30-40 %) pique durant le jour (Degallier *et al.*, *op. cit.*).

4.2.3. AUTRES ESPÈCES.

Les autres espèces culicidiennes n'ont fourni qu'épisodiquement des souches virales (Tabl. I).

An. mediopunctatus, *Ma. pseudotitillans*, *Cx. nigripalpus*, *Cx. spissipes* et *Cx. zeteki* : cycle d'activité semblable à celui de *Cx. portesi*.

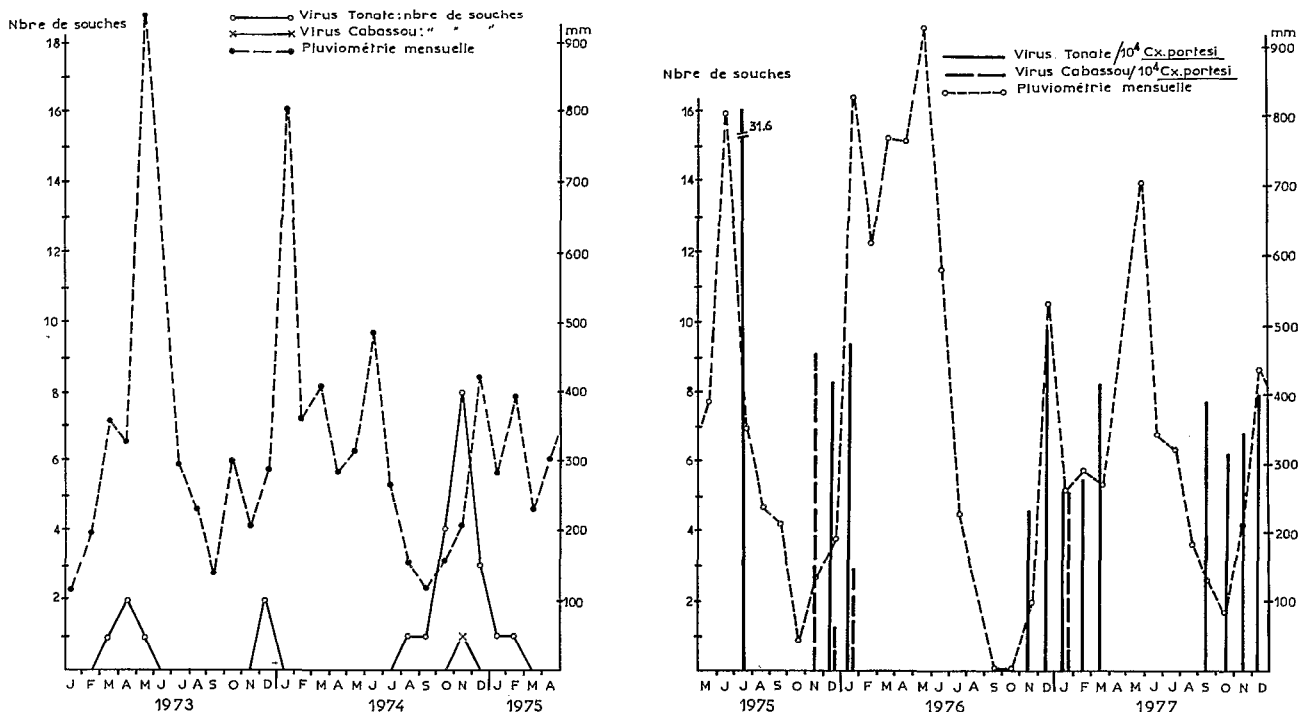


FIG. 2. — Souches d'alphavirus isolées mensuellement à partir de moustiques (Nombre de souches/10 000 moustiques inoculés) et pluviométrie mensuelle.

Cq. albicosta et *Ma. titillans* : cycle d'activité semblable à celui de *Cq. venezuelensis*.

Li. pseudomethysticus, *Wy. melanocephala*, *Wy. occulta* et *Wy. pseudopecten* : activité diurne avec un maximum en début d'après-midi pour les trois premières espèces et deux maximum (entre 7 h et 10 h et entre 16 h et 18 h) pour *Wy. pseudopecten* (Degallier *et al.*, *op. cit.*).

4.2.4. CONCLUSIONS.

La connaissance du cycle d'activité des vecteurs permet de prévoir les moments privilégiés où peuvent s'effectuer les contacts entre les moustiques et les hôtes vertébrés (Reeves, 1965). La biologie de ces vertébrés étant très mal connue, il est actuellement impossible d'évaluer l'avantage épidémiologique d'un cycle nocturne sur un cycle diurne et vice-versa. Cependant, la majorité des souches ont été isolées de *Cx. portesi* et *Cq. venezuelensis* toutes deux à activité nocturne avec un maximum d'agressivité au crépuscule, moment où les Marsupiaux (Charles-Dominique, 1977) et Rongeurs nocturnes (Jonkers *et al.*, 1968) sortent de leurs lieux de repos tandis que la plupart des Oiseaux se perchent pour leur repos nocturne (Luby *et al.*, 1969).

4.3. Variations saisonnières de la densité des vecteurs.

4.3.1. *Cx. PORTESI* (fig. 3).

La densité des populations de ce moustique subit des fluctuations importantes au cours du temps, des densités fortes (Nbre/homme/heure ≥ 10) étant généralement observées en début de saison des pluies (v. novembre 1974, 1975, 1976) et pendant la petite saison sèche (v. 1976, 1977). Cependant, en juillet-août 1976, un arrêt quasi total des pluies a favorisé une pullulation qui fût ensuite stoppée par deux mois et demi de sécheresse.

Les captures au piège lumineux réalisées en 1976 nous permettent de faire les mêmes remarques que ci-dessus.

Des pluies mensuelles comprises entre 150 mm et 350 mm semblent donc favoriser la pullulation de cette espèce.

La correspondance entre les périodes de transmission intense et de forte densité de *Cx. portesi* n'est pas sans exceptions. En juillet-août 1975, la densité a été faible et les isolements très nombreux tandis qu'à la même époque en 1976, la densité fut élevée et les isolements

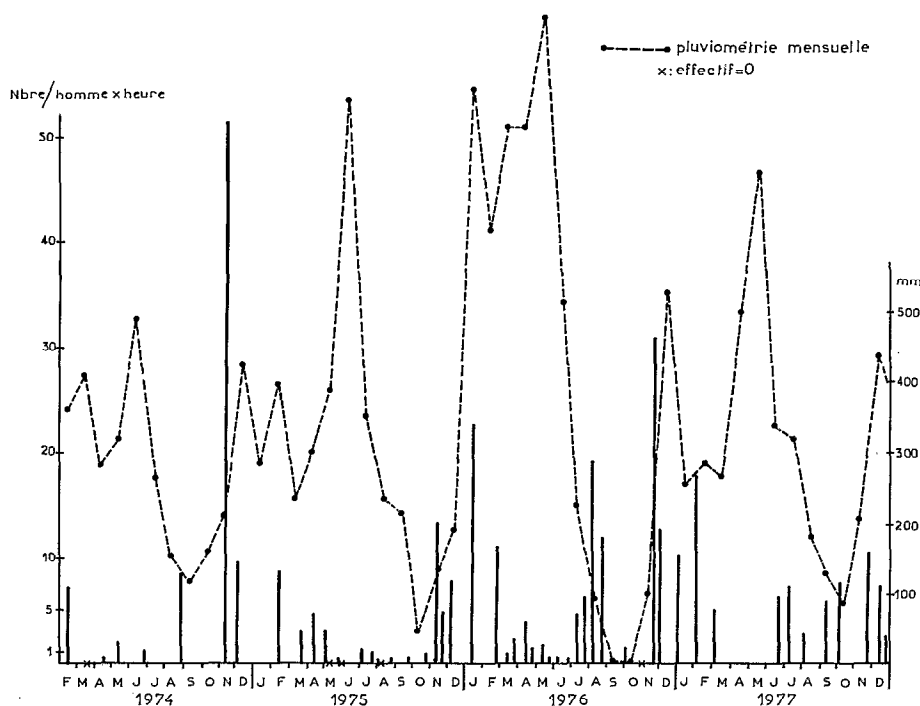


FIG. 3. — Variations saisonnières de densité de *Cx. portesi* à la station du Gallion et pluviométrie mensuelle; captures sur homme de 17 h à 21 h.

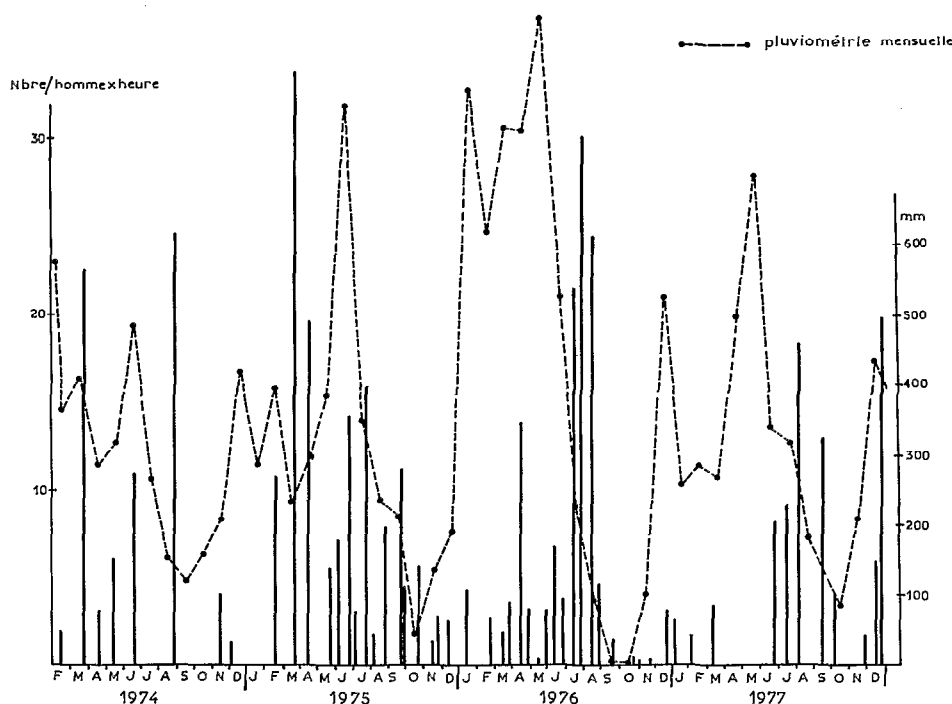


FIG. 4. — Variations saisonnières de densité de *Cq. venezuelensis* à la station du Gallion et pluviométrie mensuelle; captures sur homme de 17 h à 21 h.

nuls si l'on fait abstraction de la souche Cabassou isolée de sentinelles en septembre 1976. Nous verrons plus loin quelles peuvent être les raisons de ces contradictions apparentes.

4.3.2. *Cq. VENEZUELENSIS* (fig. 4).

Cette espèce montre des fluctuations de densité beaucoup moins nettes; peu élevée en début de saison des pluies, la densité augmente pour atteindre un maximum lorsque les pluies diminuent d'intensité en juillet-août. La sécheresse accentuée des mois de septembre et octobre 1976 a provoqué une diminution importante du nombre de moustiques capturés. Des récoltes au piège lumineux montrent les mêmes variations pour l'année 1976.

La remarque faite plus haut est aussi valable pour cette espèce, des densités élevées (voir juillet-août 1976) ne correspondent pas forcément à des isollements de souches virales.

4.3.3. AUTRES ESPÈCES VECTRICES.

Des données sur les variations saisonnières de densité des Culicidés existent pour quatre autres espèces :

Cx. spissipes (fig. 5) a été particulièrement abondant en août et décembre 1976, soit en début de saison sèche et en début de saison des pluies, phénomène déjà observé pour *Cx. portesi*.

Wy. melanocephala, *Wy. occulta* et *Wy. pseudopecten* (fig. 6) sont abondants du mois d'avril au mois de juillet, soit durant la deuxième moitié de la saison des pluies.

4.3.4. CONCLUSIONS.

Les variations saisonnières de densité des espèces étudiées semblent être le résultat de l'action des pluies sur les gîtes larvaires. *Cx. portesi*, dont les larves se développent dans de petites mares semi-permanentes (Aitken *et al.*, 1968), est abondant lorsque les pluies mensuelles permettent à ce type de gîte de se maintenir sans être lessivé. *Cp. venezuelensis*, dont les larves vivent fixées aux plantes aquatiques dans des marais permanents, montre une densité maximale en fin de saison des pluies, lorsque la superficie des marais est maximale.

Les espèces du genre *Wyeomyia*, dont les larves se développent dans l'eau retenue par différentes plantes,

ÉPIDÉMIOLOGIE DE DEUX ARBOVIRUS DU GROUPE VEE

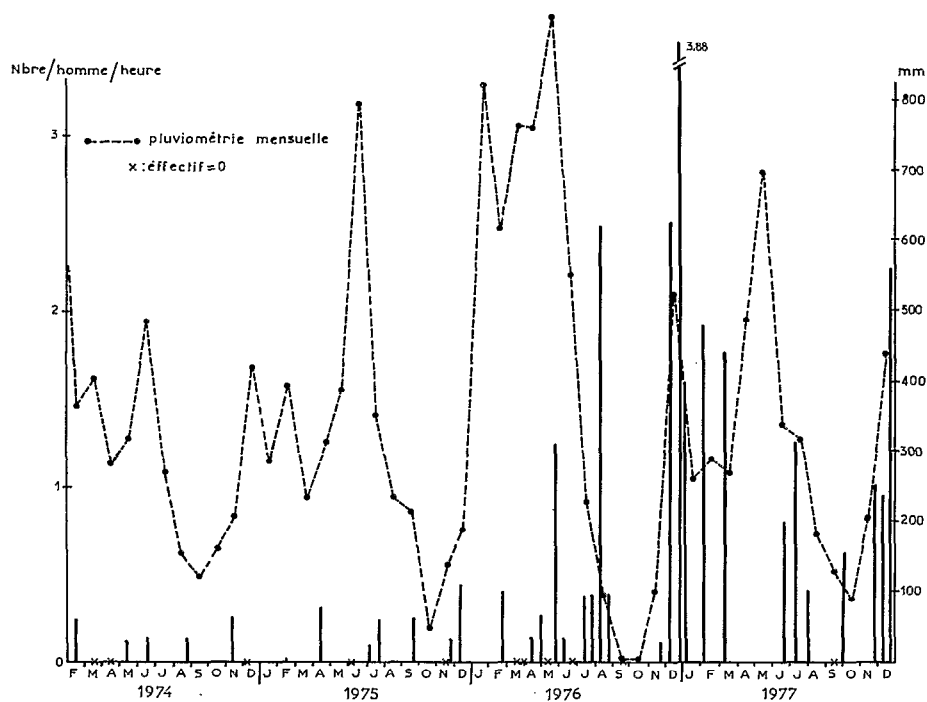


FIG. 5. — Variations saisonnières de densité de *Cx. spissipes* à la station du Gallion et pluviométrie mensuelle; captures sur homme de 17 h à 21 h.

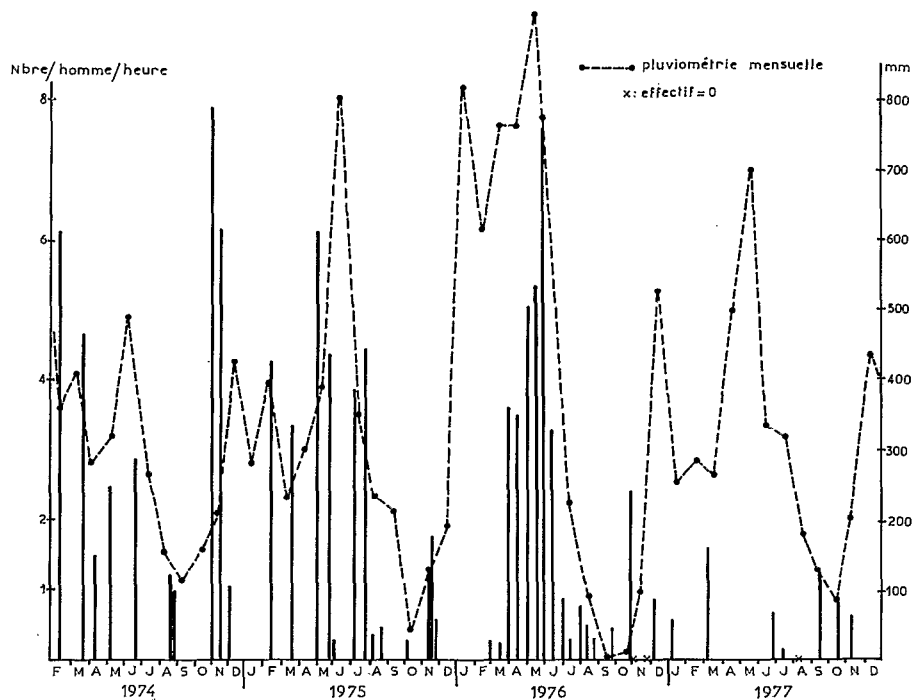


FIG. 6. — Variations saisonnières de densité de *Wy. melanocephala*, *Wy. occulta* et *Wy. pseudopecten* à la station du Gallion et pluviométrie mensuelle; captures sur homme de 8 h à 12 h.

semblent plus abondantes en fin de saison des pluies, lorsqu'une plus grande quantité de phytotelmes sont en eau.

Les isollements les plus nombreux des virus Tonate et Cabassou (figures 1, 2) ont lieu en début de saison des pluies, lorsque *Cx. portesi* est très abondant. Dans la période comprise entre les mois de février et septembre 1976, aucune souche de ces deux virus n'a été isolée tant à partir de sentinelles qu'à partir de moustiques. Cependant, *Cq. venezuelensis* fut capturé en grande quantité (fig. 4) et *Cx. portesi* fut présent (fig. 3).

Ce dernier apparaît comme un vecteur privilégié mais des données concernant son taux de survie naturel sont nécessaires pour préciser ses qualités de vecteur.

4.4. Age des populations de vecteurs.

4.4.1. *Cx. PORTESI*.

4.4.1.1. Age physiologique et cycle d'agressivité.

Nous avons déterminé le taux horaire moyen (Mw = moyenne de Williams) de femelles pares chez des moustiques récoltés au cours de trois captures de 24 h effectuées en début et en fin de saison sèche (fig. 7).

Bien que le cycle d'agressivité des femelles soit conforme à ce qui a été dit plus haut, nous remarquons un décalage du pic d'agressivité des femelles pares vers le milieu de la nuit (22 h - 23 h) alors que les femelles nullipares ont leur pic situé entre 20 h et 21 h. L'analyse de ce phénomène par le calcul du coefficient de corrélation des rangs de Spearman montre effectivement une absence significative de corrélation entre le cycle des femelles pares et celui des femelles nullipares ($r_s = 0,965$ et $t = 1,049$ à la valeur critique de t pour $p = 0,30$ et $ddl = 17$). Au contraire, à Trinidad, Davies (1975) avait montré une homogénéité du taux de femelles pares au cours de la nuit.

Il est donc nécessaire de disséquer des femelles capturées durant tout le cycle d'activité pour obtenir une évaluation plus correcte de l'âge physiologique de la population.

4.4.1.2. Age physiologique et variations saisonnières de densité (Tabl. II).

Les isollements de virus ont lieu lorsque la proportion de femelles pares est élevée, supérieure à 75 % (fig. 8). De telles conditions sont remplies lorsque la densité de moustiques diminue rapidement (pente de la courbe très forte), la proportion de femelles pares peut alors augmenter de 15 % à 40 % en une quinzaine de

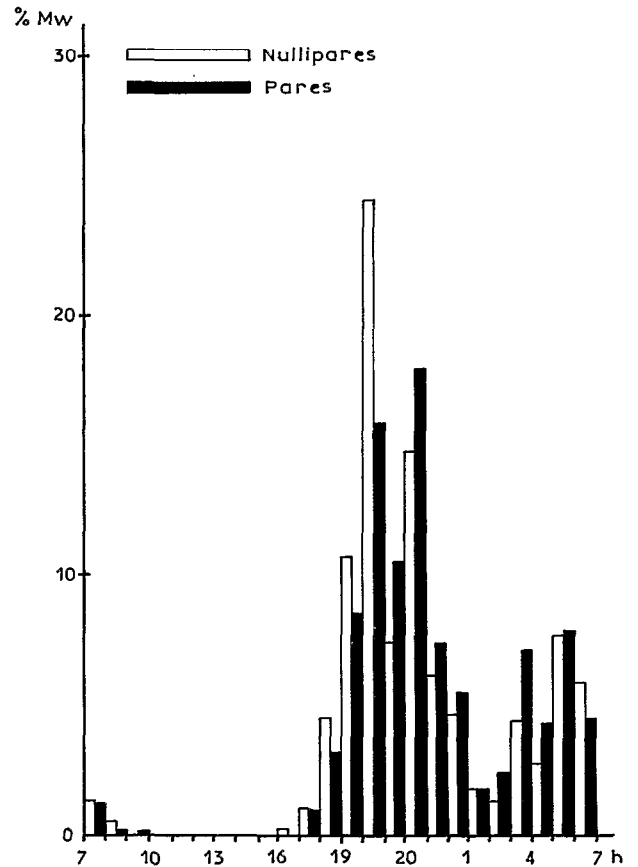


FIG. 7. — *Cx. portesi*: cycle d'agressivité journalier et âge physiologique des femelles (Moyenne de Williams de 3 captures de 24 heures, effectif : 1482).

jour (mai, février-mars, septembre et novembre). Une augmentation du taux de femelles pares peut aussi se produire, plus modeste, lorsque la densité diminue (mai) ou augmente (juin-juillet) lentement.

4.4.2. *CQ. VENEZUELENSIS*.

Les dissections des femelles récoltées au cours de deux captures de 24 h ont donné les taux de parité suivants :

10-VI-1976 : 197 Pares/491 (40 %)

22-XI-1976 : 46 Pares/ 77 (60 %)

Ces chiffres sembleraient indiquer que chez cette espèce, la proportion de femelles pares, faible en période favorable à l'accroissement des populations (juin) reste faible lorsque la densité est stationnaire (novembre).

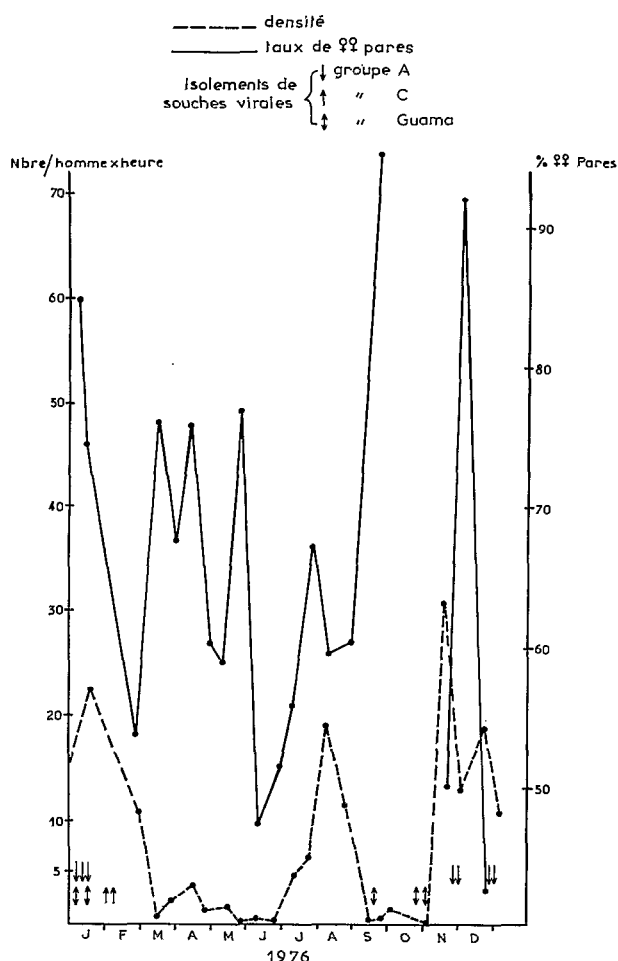


FIG. 8. — *Cx. portesi* : variations saisonnières de la densité, du taux de femelles pares et isoléments de souches arbo-virales.

4.4.3. CONCLUSIONS.

L'âge physiologique des femelles de *Cx. portesi* a une influence sur le cycle d'agressivité mais il n'est pas certain que ce fait ait beaucoup d'importance au point de vue épidémiologique.

Le taux de femelles pares est lié à la dynamique des populations, elle-même en relation avec la pluviométrie. Dans des conditions favorables, la population de *Cx. portesi* peut comprendre jusqu'à plus de 90 % de femelles pares alors que celle de *Cq. venezuelensis* ne semble pas dépasser 60 %.

L'âge physiologique moyen des populations de vecteurs semble jouer un rôle primordial dans l'alternance d'épisodes endémiques et épizootiques de transmission.

5. DISCUSSION ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Comme de nombreux auteurs l'on montré, les arbovirus du groupe VEE sont susceptibles de se multiplier très rapidement puis de provoquer des épizooties lorsque les conditions écologiques sont favorables (Stamm, 1958 ; Gordon Smith, 1959 ; Jonkers *et al.*, 1968 ; Anonyme, 1971 ; Goes et Bruno-Lobo, 1961 ; Lord, 1974 ; Shope, 1972 ; Woodall, 1972).

De manière comparable, les virus Tonate et Cabassou semblent se multiplier intensément lorsque certaines conditions climatiques sont remplies. En fait, le climat agit d'une part sur la multiplication des vecteurs et le vieillissement de leurs populations, d'autre part sur la biologie des hôtes vertébrés (Jonkers *et al.*, *op cit.*).

Plusieurs espèces de Mammifères et surtout d'Oiseaux ont fourni des souches appartenant au complexe VEE en Guyane française et dans les pays voisins mais le nom-

TABLEAU II

Date et mode de capture*	Nbre de ♀♀ pares Nbre de dissé- quées	% de ♀♀ pares	Total (L + H) et %
6-I 1976 L	227/268	84,7	88/116 (75,8)
15-I H	161/217	74,1	
26-II H	51/95	53,6	
15-III H	63/80	78,7	
L	25/36	69,4	
29-III H	39/55	70,9	76/113 (67,2)
L	37/58	63,7	
12-IV H	65/86	75,5	27/53 (50,9)
29-IV H	24/40	60,00	
13-V H	10/17	58,8	
25-V L	33/43	76,7	73/109 (66,9)
10-VI H	6/7		
L	3/12	25,0	
28-VI H	10/21	47,6	73/77 (94,8)
L	17/32	53,1	
12-VII H	49/88	55,6	73/77 (94,8)
28-VII H	59/85	69,4	
L	14/24	58,3	
10-VIII H	195/329	59,2	73/77 (94,8)
24-VIII H	86/143	60,1	
23-IX H	24/25	96,0	
L	49/52	94,2	73/77 (94,8)
3-XI H	1/2		
22-XI H	309/616	50,1	
6-XII H	458/499	91,7	73/77 (94,8)
21-XII H	80/187	42,7	

* L = "CDC light trap" ; H = sujet humain.

bre de souches est cependant insuffisant pour montrer une périodicité saisonnière des isoléments. Sudia et Newhouse (1975), Young *et al.* (1969) et Howard (1974) ont montré que la virémie de Rongeurs infectés expérimentalement peut être élevée.

A Belem, Shope (1972) et Woodall (1972) ont montré une périodicité saisonnière dans le nombre de Rongeurs non immuns pouvant expliquer l'alternance de périodes de transmission hypoenzootique et hyperenzootique.

Bien que de telles études n'aient pas encore été réalisées en Guyane française, les Rongeurs jouent probablement un rôle important dans le cycle du virus Tonate (Digoutte, 1975).

En ce qui concerne les Marsupiaux en Guyane française, la période de reproduction se situe en début de saison des pluies (Charles-Dominique, *op. cit.*). Le nombre d'animaux non immuns augmenterait brusquement, favorisant une circulation d'arbovirus de type épizootique.

Cependant, les études de la virémie et des anticorps induits par une infection expérimentale ne permettent pas d'établir de façon claire et satisfaisante le rôle relatif joué par les Marsupiaux (Calisher, 1972) et diverses études sur le terrain ont donné des résultats contradictoires (Anonyme, 1972).

Le rôle joué par les Oiseaux n'est connu en Guyane française que par le nombre relativement important de souches du complexe VEE qu'ils ont fourni, mais ceci peut être dû au faible taux des captures de Mammifères. Bien que de nombreux auteurs pensent que les Oiseaux ne jouent qu'un faible rôle dans le cycle des virus du complexe VEE (Dickerman, 1972), ces derniers sont les seuls virus (à l'exception d'une souche de virus SLE) isolés d'Oiseaux en Guyane française alors que les Mammifères ont fourni plusieurs souches appartenant aux groupes C et Guama. Contrairement à ce qui a été dit pour les Marsupiaux, le cycle de reproduction de quelques-uns au moins de ces Oiseaux semblent s'étaler sur la majeure partie de l'année (non publié).

Chamberlain *et al.* (1956) et Stephen Bowen et McLean (1977) ont montré la formation d'anticorps et la disparition rapide de la virémie chez les Oiseaux infectés expérimentalement par le virus VEE. De même, à Belem, des études sérologiques (Anonyme, 1967) ont montré que les anticorps disparaissent beaucoup plus vite chez les Oiseaux que chez les Mammifères (Chamberlain *et al.*, Hammon *et al.*, in Luby *et al.*, 1969).

Nous reprendrons néanmoins l'hypothèse de Chamberlain *et al.* (*op. cit.*) suivant laquelle les Mammifères, dont la virémie, plus élevée, de plus longue durée et

suivie d'une immunité plus durable, seraient des hôtes propices durant les périodes de transmission épizootique tandis que les Oiseaux, à virémie plus faible et courte mais dont l'immunité dure moins longtemps, assureraient le maintien des virus durant les périodes interépizootiques.

Les hôtes Culicidés pourraient aussi intervenir dans le maintien des virus au cours de ces périodes interépizootiques. *Culex portesi*, le vecteur prépondérant (Aitken, 1972), dont le cycle gonotrophique et la survie sont de longue durée (8 j. et 60 j. respectivement) pourrait jouer ce rôle (Kruijff, 1970 ; Davies et Martinez, 1970 ; Davies, 1972 ; *obs. pers.*), la transmission ayant lieu à un niveau hypoenzootique indétectable par les techniques employées.

Par contre, deux conditions doivent être remplies lors des périodes de transmission intense : une densité et un taux de femelles pares élevés chez les vecteurs. Ces conditions sont remplies en début de saison des pluies et en début de saison sèche avec *Cx. portesi* (Guyane : Serie *et al.*, 1970 ; Surinam : Kruijff, 1972 ; Panday, 1974 ; Trinidad : Davies, 1975, 1972 ; Brésil : Anonyme, 1967 ; Davies *et al.*, 1970).

Les populations d'autres espèces, considérées ici comme vecteurs occasionnels, ou bien n'atteignent pas des densités suffisantes (par ex. *Cx. taeniopus* à Trinidad, Davies, 1975) ou bien ne peuvent atteindre une proportion élevée de femelles pares (par ex. *Co. venezuelensis*, v. § 4.4.2. et Panday, 1974 pour le Surinam).

D'autres paramètres entomologiques semblent intervenir dans les relations entre virus et vecteurs : la localisation spatio-temporelle de l'activité et les préférences trophiques de ces derniers.

Comme nous l'avons vu, les Culicidés les plus fréquemment infectés sont crépusculaires et nocturnes ainsi que les Mammifères hôtes des virus de ce groupe. D'autre part, différents auteurs ont montré que *Cx. portesi* est également actif dans la voûte forestière et au sol (Aitken *et al.*, 1968) ou montre une légère prévalence au sol (Davies, 1975 ; Kruijff, 1972 ; Anonyme, 1969) ou dans la canopée (Davies *et al.*, 1971), ce qui assure le contact entre ce vecteur et le plus grand nombre de vertébrés.

Les préférences trophiques de *Cx. portesi* sont mal connues en Guyane française mais il ressort d'études faites ailleurs que ce moustique est généralement plus attiré par les Mammifères (Rongeurs pour Aitken *et al.*, *op. cit.* et *Didelphis marsupialis* pour Davies, 1975) que par les Oiseaux. Enfin, les taux de capture sur homme montrent une anthropophilie non négligeable.

Des études réalisées en Guyane française, il ressort que de nombreuses espèces de *Culicidae* et de Vertébrés

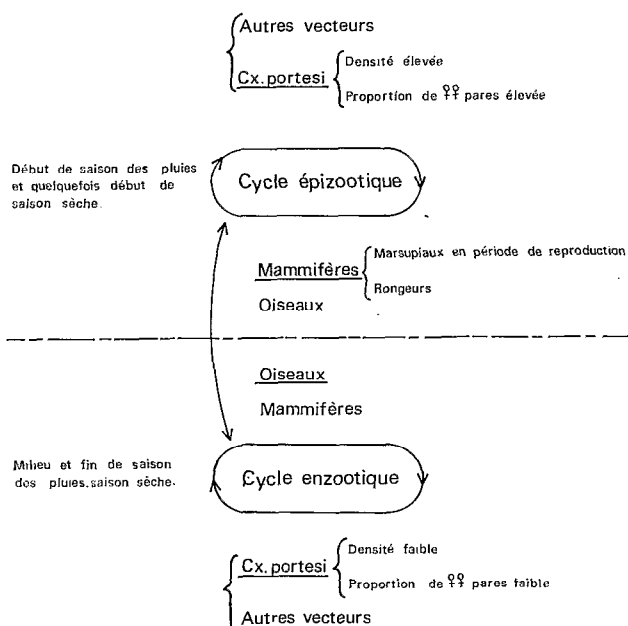


FIG. 9. — Schéma hypothétique du cycle des virus Tonate et Cabassou en Guyane Française.

sont impliquées à des degrés divers dans les cycles sylvatiques des virus du groupe VEE.

Deux modalités de transmission semblent se succéder suivant un rythme saisonnier (fig. 9) : un cycle enzootique et un cycle épizootique. Les paramètres entomologiques les plus déterminants dans cette alternance sont la densité et l'âge des populations de *Culex portesi*, le vecteur principal.

Ces paramètres semblent étroitement liés au régime pluviométrique.

Bien que nos connaissances soient limitées en ce qui concerne les hôtes vertébrés, nous pouvons supposer qu'il y a une alternance des rôles joués par les Oiseaux et les Mammifères, ces derniers intervenant surtout durant les périodes de transmission épizootique.

REMERCIEMENTS.

Nous remercions ici l'équipe de captureurs sans l'application desquels cette étude n'aurait pu être réalisée. Nous sommes également redevables à M. R. Taufflieb qui a bien voulu revoir et corriger notre manuscrit.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M. le 4 septembre 1978.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN (T.H.G.), 1972. — Habits of some mosquito hosts of VEE (Mucambo) virus from northeastern South America, including Trinidad in Venezuelan Encephalitis, proceedings of the Workshop Symposium on Venezuelan Encephalitis Virus, P.A.H.O. Scientific publ. n° 243 : 254-256.
- AITKEN (T.H.G.), WORTH (C.B.) et TIKASINGH (E.S.), 1968. — Arbovirus studies in Bush Bush forest, Trinidad, W.I., September 1959 - December 1964. — III. Entomologic Studies *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 17, (2) : 253-268.
- Annual report, 1967. — Belem virus laboratory, Belem, Para Brazil 150 p.
- Annual report, 1969. — Belem virus laboratory, Belem, Para Brazil 194 p.
- CALISHER (C.H.), 1972. — Discussion : Silent hosts of Venezuelan equine encephalitis (VEE) virus in endemic situations : mammals; in Venezuelan Encephalitis, proceedings of the Workshop-Symposium on Venezuelan Encephalitis Virus, P.A.H.O. scientific publ. n° 243 : 268-270.
- CHAMBERLAIN (R.W.), KISSLING (R.E.), STAMM (D.D.), NELSON (D.B.) et SIKES (R.K.), 1956. — Venezuelan equine encephalomyelitis in wild birds. *Am. J. Hyg.*, 63, (3) : 261-273.
- CHARLES-DOMINIQUE (P.), 1977. — Ecologie et organisation sociale des Marsupiaux Didelphidés, Rapport préliminaire, *multigr.*, 7 p.
- DAVIES (J.B.), 1972. — Studies on the life history and habits of *Culex (M.) portesi* with relation to its involvement as a vector of arboviruses in Venezuelan encephalitis, Proceedings of the Workshop - Symposium on Venezuelan Encephalitis Virus, P.A.H.O. Scientific Publ. n° 243 : 258-260.
- DAVIES (J.B.), 1975. — Studies on *Culex (Melanoconion) portesi* and *Culex (Melanoconion) taeniopus* mosquitoes in Trinidad. Thèse, Londres, 257 p., *multigr.*
- DAVIES (J.B.), CORBET (P.S.), GILLIES (M.T.) et McCRAE (A.W.R.), 1971. — Parous rates in some Amazonian mosquitoes collected by three different methods. *Bull. ent. Res.*, 61 : 125-132.
- DAVIES (J.B.) et MARTINEZ (R.), 1970. — Observations on the population dynamics, behavior and maintenance of a laboratory colony of *Culex (Melanoconion) portesi* Senevet and Abonnenc, 1941 (*Diptera : Culicidae*). *J. med. Ent.*, 7, (2) : 179-188.

- DEGALLIER (N.), PAJOT (F.-X.), KRAMER (R.), CLAUSTRE (J.), BELLONY (S.) et LE PONT (F.), 1978. — Rythmes d'activité des Culicidés de la Guyane française (*Diptera, Culicidae*). *Cahiers ORSTOM, Sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVI, n° 1 : 73-84.
- DETINOVA (T.S.), 1962. — Age grading methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria. *World Hlth. Org. Monogr. Ser.*, 47, 216 p.
- DICKERMANN (R.W.), 1972. — Silent hosts : birds in Venezuelan Encephalitis, proceedings of the Workshop - Symposium on Venezuelan Encephalitis Virus, P.A.H.O. scientific publ. n° 243 : 281-283.
- DIGOUTTE (J.P.), 1975. — Report from the arbovirus laboratory, Institute Pasteur and O.R.S.T.O.M., Cayenne French Guyana. *Arthropod borne virus information exchange*, n° 28 : 116-118.
- DIGOUTTE (J.P.) et GIRAULT (G.), 1976. — Résultats de l'étude chez la souris du pouvoir protecteur du virus Tonate et de deux souches de virus Cabassou contre la souche neurovirulente Everglades du Groupe VEE. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)*, 127 B : 429-437.
- DIGOUTTE (J.P.) et al., 1974. — Rapport annuel d'activités du groupe de Recherche U 79, I.N.S.E.R.M. - Institut Pasteur de la Guyane française. Année 1973.
- DIGOUTTE (J.P.) et al., 1975. — Idem, année 1974.
- DIGOUTTE (J.P.) et al., 1976. — Idem, année 1975.
- DIGOUTTE (J.P.) et al., 1977. — Idem, année 1976.
- DIGOUTTE (J.P.) et al., 1978. — Idem, année 1977, en préparation.
- Encéphalite équine vénézuélienne, 1971. — Relevé épidémiologique hebdomadaire de l'O.M.S., 33, 343-344.
- GOES (P. de) et BRUNO-LOBO (M.), 1961. — Estudos sobre os Arbovirus. I. Síntese do problema e plano inicial de trabalho - *Anais Microbiol.*, Rio de Janeiro, 9, (A) : 11-153.
- GORDON SMITH (C.E.), 1959. — Arthropod - borne viruses. *Brit. med. Bull.*, 15 (3) : 235-239.
- HOWARD (A.T.), 1974. — Experimental infection and intracage transmission of Venezuelan equine encephalitis virus (subtype IB) among cotton rats, *Sigmodon hispidus* (Say Ord). *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 23 (6) : 1178-1184.
- JONKERS (A.H.), SPENCE (L.), DOWNS (W.G.), AITKEN (T.H.G.) et WORTH (C.B.), 1968. — Arbovirus studies in Bush Bush forest. Trinidad, W.I., September 1959 - December 1964. VI. Rodent - associated viruses (VEE and agents of Groups C and Guama) Isolations and further studies. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 17 (2) : 285-298.
- KRUIJF (H.A.M. de), 1970. —
- KRUIJF (H.A.M. de), 1972. — Aspects of the ecology of mosquitoes in relation to the transmission of arboviruses in Surinam. *Studies on the Fauna of Suriname and other Guyanas*, n° 51 : 1-56.
- LORD (R.D.), 1974. — History and geographic distribution of Venezuelan equine encephalitis. *P.A.H.O. Bull.*, 8, (2) : 100-110.
- LORD (R.D.), CALISHER (C.H.), SUDIA (W.D.) et WORK (T.H.), 1973. — Ecological investigations of vertebrate hosts of Venezuelan equine encephalomyelitis virus in South Florida. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 22 (1) : 116-123.
- LUBY (J.P.), SULKIN (S.E.) et SANFORD (J.P.), 1969. — The epidemiology of St Louis encephalitis : a review. *Ann. Rev. Med.*, 20 : 329-350.
- Open discussion, 1972. — Silent hosts of Venezuelan equine encephalitis (VEE) virus in endemic-situations : Mammals in Venezuelan Encephalitis, proceedings of the Workshop-Symposium on Venezuelan Encephalitis virus, Scientific Publ., n° 243, 276-278.
- PANDAY (R.S.), 1974. — Mosquito ecology in relation to the transmission of pathogens in Surinam. Thèse, Paramaribo, 203 pp.
- REEVES (W.C.), 1965. — Ecology of mosquitoes in relation to arboviruses. *Ann. Rev. Ent.*, 10 : 25-46.
- SERIE (C.), CLASTRIER (J.), JACOBI (J.C.), LABARBE (C.) avec la coll. tech. de KRAMER (R.), CHATENAY (G.) et DEMOCRITE (J.), 1968. — Un an de recherches arbovirologiques en Guyane française. *Arch. de l'Institut Pasteur de la Guyane française et de l'Inini*, 21, publ. n° 517, 75 p.
- SERIE (C.) et al., 1970. — Rapport sur le fonctionnement technique de l'Institut Pasteur de la Guyane française pendant l'année 1969. *Arch. Inst. Pasteur Guyane française Inini*, 21, publ. n° 527, 518 p.
- SHOPE (R.E.), 1972. — Discussion : Silent hosts of Venezuelan equine encephalitis (VEE) virus in endemic situations : mammals ; in Venezuelan Encephalitis ; proceedings of the Workshop - Symposium on Venezuelan Encephalitis Virus, P.A.H.O. scientific publ. n° 243 : 271-273.
- STAMM (D.D.), 1958. — Studies on the ecology of equine encephalomyelitis. *Am. J. publ. Hlth.*, 48 (3) : 328-335.

ÉPIDÉMIOLOGIE DE DEUX ARBOVIRUS DU GROUPE VEE

- STEPHEN BOWEN (G.) et MCLEAN (R.G.), 1977. — Experimental infection of birds with epidemic Venezuelan encephalitis virus. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 26 (4) : 808-814.
- SUDIA (W.D.) et NEWHOUSE (V.F.), 1975. — Epidemic Venezuelan equine encephalitis in North America : a summary of virus - vector - host relationships. *Am. J. of Epidem.*, 101 (1) : 1-13.
- WOODALL (J.P.), 1972. — Discussion : Silent hosts of Venezuelan equine encephalitis (VEE) virus in endemic situations : mammals ; in Venezuelan Encephalitis : proceedings of the Workshop — Symposium on Venezuelan Encephalitis, P.A.H.O. Scientific publ. n° 243 : 273-275.
- YOUNG (N.A.), JOHNSON (K.M.) et GAULD (L.W.), 1969. — Viruses of the Venezuelan equine encephalomyelitis complex. Experimental infection of Panamanian rodents. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 18 (2) : 290-296.