

**Epidémiologie de *Bunyavirus* (arbovirus)
des groupes C et Guama en Guyane française :
données préliminaires
et comparaison avec les virus du complexe V.E.E.**

Nicolas DEGALLIER*
Jean-Pierre DIGOUTTE**
François-Xavier PAJOT*

*avec la collaboration technique de René KRAMER****

José CLAUSTRE***
Serge BELLONY***
Guy CHATENAY*** et Éliane ALFRÉ***

RÉSUMÉ

L'épidémiologie des Bunyavirus des groupes C et Guama diffère de celle des Alphavirus Tonate et Cabassou par les points suivants : leur abondance est nettement supérieure, leur répartition saisonnière est plus uniforme et ne présente pas de périodicité bien nette et leurs hôtes vertébrés comprennent plusieurs espèces de Mammifères.

Par contre, l'hôte vecteur principal est le même : Culex portesi. Cependant, plusieurs paramètres restent à étudier plus précisément pour expliquer les cycles sylvatiques de ces virus.

MOTS CLÉS : Epidémiologie - *Bunyavirus* - *Alphavirus* - Guyane française.

ABSTRACT

EPIDEMIOLOGY OF GROUP C AND GUAMA GROUP (*BUNYAVIRUS*, ARBOVIRUS) IN FRENCH GUIANA : FIRST DATA AND COMPARISON WITH V.E.E. COMPLEX VIRUSES.

Group C and Guama viruses epidemiology in French Guiana seems to be different from that of Alphavirus Tonate and Cabassou.

The isolates of the former are more numerous, seasonally more widely distributed without clear-cut periodicity and they also include some mammals as vertebrate hosts.

On the other hand, Culex portesi seems to be the best invertebrate host for the two genera of viruses. However, many aspects are still in need of more precise studies for allowing us to understand the sylvatic cycles of these viruses.

KEY WORDS : Epidemiology - *Bunyavirus* - *Alphavirus* - French Guiana.

* 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. Adresse actuelle : Institut Pasteur de Paris, 25, rue du Dr. Roux, 75015 Paris.

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

1. INTRODUCTION

Une note précédente (Dégallier *et al.*, 1978) fait le point de nos connaissances sur l'épidémiologie de deux *Alphavirus* du complexe V.E.E. en Guyane française et propose une hypothèse faisant intervenir des Vertébrés différents pour expliquer le cycle naturel de ces arbovirus. Au cours de l'inventaire virologique, effectué de 1973 à 1977, de nombreuses souches de *Bunyavirus* furent aussi isolées, appartenant aux groupes Guama (Bimiti, Catu et Guama) et C (Murutucu, Oriboca et Caraparu).

Une comparaison entre les conditions d'isolement de ces deux genres de virus sylvatiques semble utile pour préciser l'hypothèse évoquée ci-dessus.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les méthodes utilisées pour la recherche des souches sont les mêmes que celles décrites dans cette première note (Dégallier *et al.*, *op. cit.*) : prélèvement d'organes chez des vertébrés sauvages, exposition de souriceaux sentinelles et captures de Culicidés. Les lieux d'étude sont également les mêmes.

3. CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

Nous avons utilisé les données fournies par la station météorologique de Rochambeau (4° 50' N, 52° 22' W) et figuré la pluviométrie mensuelle sur la figure 2. Nous renvoyons également le lecteur intéressé par de plus amples détails à notre première note.

4. RÉSULTATS

4.1. Isolements à partir de Vertébrés sauvages (Tabl. 1)

Les virus du groupe Guama ont été isolés d'organes de 13 espèces d'Oiseaux (3 895 spécimens inoculés) et de 2 espèces de Mammifères (dont 276 Marsupiaux).

Parmi ces virus, le virus Bimiti a été identifié chez *Galbula dea* (Oiseau) et les virus Catu et Guama chez *Didelphis marsupialis* (Mammifère Marsupial). Ce dernier apparaît comme un hôte Mammifère privilégié car le taux d'infection global est supérieur à celui calculé pour *Proechimys guyanensis* (voir Annexe 1).

Les isolements à partir d'animaux virémiques ont eu lieu aux mois de mai et juillet 1975, janvier, mars-avril et août 1976 soit durant la saison des pluies ou au début de la saison sèche (Digoutte *et al.*, 1974 à 1978).

TABLEAU I

Isolements des arbovirus des groupes C et Guama : nombre de souches isolées (1973-77)

	Origine		Groupe Guama	Groupe C	
Oiseaux	<i>Attila</i>	<i>cinnamomeus</i>	1		
	<i>Columba</i>	<i>plumbea</i>	1		
	<i>Elaenia</i>	<i>chiriquensis</i>	2		
	<i>Galbula</i>	<i>dea</i>	1		
	<i>G.</i>	<i>galbula</i>	1		
	<i>Myiarchus</i>	<i>ferox</i>	1		
	<i>Pitangus</i>	<i>sulphuratus</i>	3		
	<i>Platyrinchus</i>	sp.	1		
	<i>Ramphocelus</i>	<i>carbo</i>	4		
	<i>Tamnomanes</i>	<i>ardesiacus</i>	1		
	<i>Thraupis</i>	<i>episcopus</i>	2		
	<i>T.</i>	<i>palmarum</i>	1		
	<i>Turdus</i>	<i>fumigatus</i>	1		
	Mammifères :	<i>Didelphis</i>	<i>marsupialis</i>	5	
		<i>Philander</i>	<i>opossum</i>		1
	<i>Proechimys</i>	<i>guyanensis</i>	3		
Souriceaux	sentinelles (VI/1975 - 24/VI/1977)		101	22	
Culicidae	<i>Aedes</i>	<i>arborealis</i>		1	
	<i>Anopheles</i>	<i>braziliensis</i>	1		
	<i>A.</i>	<i>darlingi</i>	1		
	<i>A.</i>	<i>peryassui</i>		1	
	<i>Coquillettidia</i>	<i>albicosta</i>		1	
	<i>C.</i>	<i>venezuelensis</i>	14	2	
	<i>Culex</i>	<i>portesi</i>	56	26	
	<i>C.</i>	sp	1		
	<i>C.</i>	<i>spissipes</i>	2	2	
	<i>C.</i>	<i>taeniopus</i>	1		
	<i>Mansonia</i>	<i>titillans</i>	2	2	
	<i>Phoniomyia</i>	<i>splendida</i>	1		
	<i>Psorophora</i>	<i>ferox</i>	1		
	<i>Sabethes</i>	<i>undosus</i>	1		
	<i>Trichoprosopon</i>	<i>digitatum</i>	1	1	
<i>T.</i>	<i>longipes</i>	1			
<i>T.</i>	sp		1		
<i>Wyeomyia</i>	<i>occulta</i>		1		
Phlebotominae :	<i>Lutzomyia</i>	sp	1		

Les virus du groupe C n'ont été isolés que d'un seul Vertébré : *Philander opossum* (Mammifère Marsupial).

4.2. Isolements à partir de souriceaux sentinelles

Les isolements ont eu lieu durant toute la période considérée tant pour les virus du groupe Guama que pour ceux du groupe C avec une prédominance des premiers (tabl. I).

Les isolements de Catu, Bimiti et Guama semblent apparaître par vagues successives dont les maxima se

ÉPIDÉMIOLOGIE DES *BUNYAVIRUS* EN GUYANE FRANÇAISE

situent en novembre 1975, avril et août 1976 et février 1977 (fig. 1). Seul un pic est net en décembre 1975 pour les virus du groupe C.

4.3. Isolements à partir de Diptères

4.3.1. ESPÈCES VECTRICES (Tabl. I)

Les virus du groupe Guama et du groupe C ont été isolés respectivement chez 12 et 9 espèces de *Culicidae*.

Un virus du groupe Guama a été isolé d'un pool de *Phlebotominae* indéterminés.

Culex portesi et *Coquillettidia venezuelensis* ont fourni le plus grand nombre de souches. Cependant, la comparaison entre les taux d'infection globaux des différentes espèces par les virus étudiés montre que *Cx. portesi* se classe entre la troisième et la cinquième place (Annexe 2). Mais nous ne pouvons dire si les différences de densité constituent un phénomène réel ou sont le reflet de l'inefficacité des modes de capture utilisés à l'égard des espèces « peu abondantes ». Donc, sans pouvoir nous prononcer formellement, nous considérerons que *Cx. portesi* est l'espèce la plus apte à propager ces virus.

En ce qui concerne le gr. Guama, nous verrons plus loin que le grand nombre relatif de souches isolées à partir de *Cq. venezuelensis* n'est pas entièrement explicable par la très forte supériorité numérique de cette espèce dans les captures.

4.3.2. VARIATIONS SAISONNIÈRES DU NOMBRE DE SOUCHES ISOLÉES

La figure 2 représente pour chacun des groupes, le nombre mensuel de souches isolées à partir de *Cx. portesi* d'une part, et à partir des autres vecteurs d'autre part.

Les isolements ont lieu toute l'année, des fluctuations étant plus ou moins nettes. Deux maximums dans le taux de moustiques infectés sont cependant décelables pour le groupe Guama en février-mars (petite saison sèche) et en juillet-août (début de grande saison sèche).

4.4. Comparaison des résultats avec ceux concernant les virus Tonate et Cabassou

4.4.1. SPECTRE D'HÔTES

4.4.1.1. Hôtes vertébrés

Seules deux espèces d'Oiseaux (sur 26) et deux espèces de Mammifères (sur 4) étaient infectées par un *Alpha-virus* ou un *Bunyavirus* bien que les nombres d'espèces hôtes différentes soient semblables pour les deux types de virus.

Les *Bunyavirus* du groupe Guama semblent présenter le plus large spectre d'hôtes contrairement aux virus Cabassou et du groupe C, limités à quelques espèces. Du point de vue des taux d'infection, les virus du groupe Guama semblent plus fréquents que le virus Cabassou

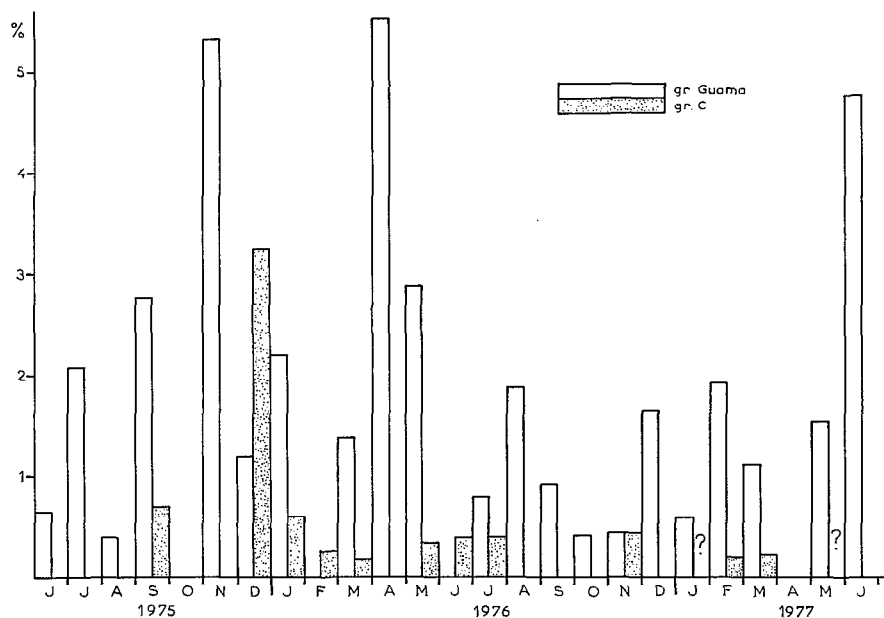


Fig. 1. — Isolements mensuels de souches virales des groupes Guama et C à partir de sourceaux sentinelles. Un point d'interrogation indique une souche non identifiée.

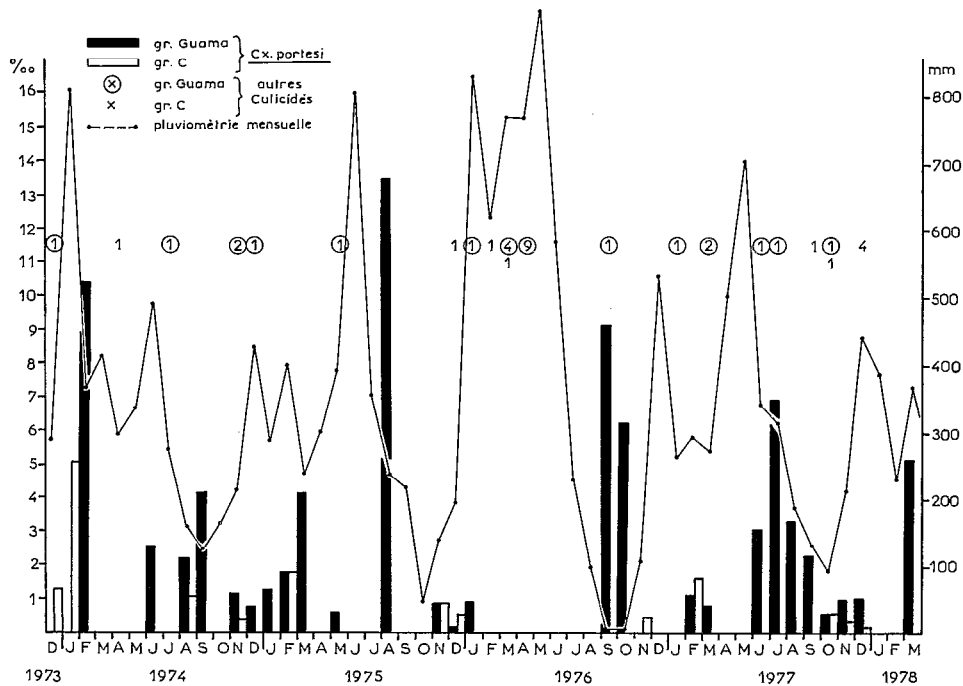


Fig. 2. - Isolements mensuels de souches virales des groupes Guama et C à partir de Culicidés. Les histogrammes représentent le nombre de souches pour 1 000 *Cx. portesi* inoculés et x est le nombre de souches isolées à partir d'autres espèces de Culicidés.

chez *Didelphis marsupialis* tandis que chez *Philander opossum*, Cabassou serait plus fréquent que chacun des trois virus du groupe C (voir Annexe 1).

Le virus Tonate semble être inféodé uniquement aux Oiseaux.

4.4.1.2. Hôtes Culicidés

Sept espèces (sur 24) semblent capables d'héberger des *Bunyavirus* ou des *Alphavirus*. Dans un cas comme dans l'autre, *Cx. portesi* a fourni un nombre de souches beaucoup plus grand et les autres espèces apparaissent dès lors comme des vecteurs occasionnels (voir en 4.3.1. ci-dessus et l'Annexe 2). Ainsi que nous l'avons vu pour les virus Tonate et Cabassou, *Cq. venezuelensis* a fourni comparativement un grand nombre de souches de *Bunyavirus* du fait de sa grande abondance relative. Cependant, ce moustique est peut-être meilleur vecteur des virus du groupe Guama que des virus Tonate et Cabassou.

4.4.2. TAUX D'INFECTION NATURELLE

Afin d'avoir une indication sur les fréquences relatives des quatre groupes de virus, nous avons effectué pour chaque virus la moyenne des taux mensuels d'infection en utilisant la formule :

$$\bar{t}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{S_i \times 100}{N_i}}{n}$$

où

- ti est le taux d'infection mensuel moyen en %,
- Si est le nombre mensuel de souches isolées,
- Ni est le nombre mensuel de moustiques inoculés (100/pool au maximum) ou de souriceaux sentinelle exposés,
- n est le nombre de mois pour lesquels la moyenne \bar{t}_i est calculée.

Les valeurs de \bar{t}_i calculées pour chaque virus sont portées dans le tableau suivant :

Virus	ti <i>Cx. portesi</i> (n = 52)	ti sentinelles (n = 25)
gr. Guama (3 virus)	0,17	1,62
Tonate	0,06	0,60
gr. C (3 virus)	0,03	0,28
Cabassou	0,004	0,09

Ces chiffres, plus précis que ceux du Tableau I et de Dégallier *et al.* (*op. cit.*, Tabl. 1), permettent d'évaluer la fréquence relative de ces virus comme suit : pour 1 souche Cabassou nous avons respectivement chez *Cx. portesi* et les sentinelles 7 et 3 souches du gr. C, 15 et 7 souches Tonate et 42 et 18 souches du groupe Guama.

A notre avis, ces différences dans les fréquences d'isolements des diverses souches reflètent la réalité mais il faut toutefois garder présents à l'esprit les faits suivants :

- Bien que très courts (24 h-48 h), les temps d'incubation de ces différents virus chez le souriceau ne sont pas forcément identiques, au sein d'un même pool de moustiques, un virus à multiplication plus lente pouvant être « masqué » par un virus à multiplication plus rapide.

- Ces virus peuvent posséder des sensibilités variées à la congélation-décongélation-centrifugation que subissent les pools de moustiques.

- En Guyanne française, le groupe Guama et le gr. C comprennent chacun trois virus différents dont l'abondance relative, la transmission par *Cx. portesi* et le pouvoir pathogène pour les souriceaux sentinelles peuvent être distincts.

Les chiffres ci-dessus ne sont fournis qu'à titre indicatif et ne sauraient donc être soumis à des tests statistiques.

4.4.3. VARIATIONS SAISONNIÈRES DU NOMBRE DE SOUCHES ISOLÉES

4.4.3.1. Souches isolées à partir de vertébrés sauvages

Les isolements à partir d'animaux virémiques se situent à peu près aux mêmes époques pour les deux genres de virus, soit en début et en fin de saison des pluies avec un étalement nettement plus large pour les *Bunyavirus*.

4.4.3.2. Souches isolées à partir de souris sentinelles

Une périodicité nette a été mise en évidence pour les virus Tonate et Cabassou qui circulent principalement en début de saison des pluies (novembre-janvier : Dégallier *et al.*, *op. cit.*).

Cette circulation intermittente est à opposer à la continuité des isolements des *Bunyavirus*. Ces derniers sont isolés par vagues dont les sommets s'échelonnent tous les 4-5 mois.

4.4.3.3. Souches isolées à partir de Culicidés

Nous retrouvons dans ce cas les différences constatées ci-dessus entre les virus Tonate et Cabassou, d'une part et les virus des gr. Guama et C, d'autre part. Pour ces derniers, les taux d'isolements maximum correspondent aux pics d'isolement à partir des sentinelles et aux isolements à partir de vertébrés virémiques.

4.4.4. CONCLUSIONS

Des comparaisons effectuées ci-dessus, plusieurs faits apparaissent significatifs :

- le nombre d'Oiseaux capables d'héberger l'un ou l'autre de ces virus est très faible par rapport au très grand nombre d'espèces différentes capturées (310 espèces pour 3 895 spécimens);

- excepté pour le virus Tonate (isolé uniquement d'Oiseaux), les Mammifères Marsupiaux (Didelphidés) et Rongeurs (capturés en nombre nettement plus faible) ont fourni comparativement plus de souches;

- à côté de ces différences constatées pour les hôtes vertébrés, une certaine unité apparaît pour les hôtes Culicidés où *Cx. portesi* semble être le meilleur vecteur pour les deux types de virus. Une différence semble exister entre les couples *Cq. venezuelensis* - groupe Guama et *Cq. venezuelensis* - Tonate qui permet de supposer des capacités vectrices distinctes de cette espèce pour ces deux virus;

- il existe des différences importantes dans les taux d'infection de *Cx. portesi* par les différents virus mais il reste néanmoins difficile de connaître les causes de ce phénomène;

- la répartition saisonnière est également différente pour les deux groupes de virus, les *Alphavirus* du complexe V.E.E. n'étant pas détectés durant les périodes inter-épizootiques tandis que les *Bunyavirus* sont isolés en permanence.

Les conclusions ci-dessus semblent indiquer que les *Bunyavirus* et les *Alphavirus* étudiés ici possèdent des écologies distinctes. Nous tenterons donc d'interpréter ces observations au vu des données bibliographiques pour mettre ensuite l'accent sur les aspects nécessitant des études plus particulières.

5. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Bien que des virus des groupes Guama et C présents en Guyane française aient été signalés comme pathogènes pour l'homme (Sérié *et al.*, 1968; Scherer *et al.*, 1975; Tikasingh *et al.*, 1974; de Haas et Timmers, 1976), peu d'études ont été réalisées concernant leur écologie. Galindo *et al.* (1966), Galindo et Srihongse (1967), Srihongse *et al.* (1974) à Panama; Spence et Downs (1968) en Guyana; Spence *et al.* (1962), Jonkers *et al.* (1968 a et b), Aitken *et al.* (1969) à Trinidad; de Haas et de Kruijff (1971), Van Tongeren (1965-1967), Metselaar (1966), de Haas et Arron-Leuwin (1975), Jonkers *et al.* (1964a), Karbaat *et al.* (1964) au Surinam; Anonyme (1967, 1968), Toda et Shope (1965), Shope *et al.* (1967), Shope et Woodall (1973) au Brésil; Sérié *et al.* (1971), Digoutte *et al.* (1974-1978) en Guyane française, ont contribué prin-

cipalement à l'inventaire des virus chez les hôtes Vertébrés et Invertébrés avec des indications sur les fluctuations saisonnières des isollements.

La contribution la plus complète à l'écologie comparée des virus du complexe V.E.E., des groupes C et Guama est celle de Jonkers *et al.* (1968 *b*). Après des expériences complémentaires (Jonkers *et al.*, 1968 *c*), ces auteurs concluent à une forte prédominance des Rongeurs dans le cycle de ces virus. De même, au Brésil, ces Mammifères semblent jouer un rôle prépondérant (Anonyme, 1967). En Guyane française, au contraire, la majorité des isollements provient d'organes d'Oiseaux, capturés en nombre relativement beaucoup plus important que les Mammifères. Il est donc difficile d'estimer l'importance de ces derniers mais deux espèces de Marsupiaux sont susceptibles d'héberger les virus Cabassou, du groupe Guama et du groupe C et des études sérologiques effectuées par Sérié *et al.* (1971) ont montré une fréquence non négligeable d'anticorps pour un virus du complexe V.E.E. (Mucambo) chez Rongeurs et Marsupiaux.

D'autre part des infections expérimentales tendent à confirmer cette notion de « rodent-associated viruses » (Jonkers *et al.*, 1968 *b*). Bowen (1976), Jonkers *et al.* (1964 *b*, 1968 *c*) Scherer *et al.* (1971) et Young *et al.* (1969) ont montré que des Rongeurs et des Marsupiaux variés sont aptes à développer une virémie élevée après infection expérimentale. Cependant, ces résultats sont difficilement comparables entre eux car ils concernent des souches virales différentes qui peuvent posséder des propriétés variées comme l'ont montré Scherer et Anderson (1975) et Young et Johnson (1969) pour le complexe V.E.E.

D'autre part, Zarate et Scherer (1968) et Howard (1974) ont mis en évidence une transmission directe du virus V.E.E. chez des rats infectés expérimentalement.

Comme nous avons pu le constater, des différences écologiques semblent exister entre les virus du complexe V.E.E. et ceux des groupes C et Guama. Ces différences peuvent par exemple avoir leur cause dans des réponses immunitaires différentes des hôtes Vertébrés; Shope *et al.* (1967) ont ainsi montré que les anticorps contre les *Alphavirus* persistent pendant une période beaucoup plus importante que ceux qui sont induits par les *Bunyavirus*. Bimiti, Catu et Guama seraient des virus relativement mieux « adaptés » aux Rongeurs et Marsupiaux, ne produisant qu'une réaction immunitaire faible d'où leur maintien à un niveau d'endémisme élevé tout au long de l'année. Il est à noter que des phénomènes d'immunité croisée entre ces trois virus existent certainement dans la nature comme elles ont été mises en évidence en laboratoire par Jonkers *et al.* (1968 *c*). Au contraire, les virus du complexe V.E.E. (réactions croisées également connues : Young et Johnson, 1969; Digoutte et Girault, 1976) atteindraient un taux d'endémisme très bas pendant de longues périodes inter-épizootiques, durant lesquelles les Oiseaux joueraient le rôle de réservoir (Dégallier *et al.*, *op. cit.*).

À côté de ces différences existant dans les relations entre les virus et leurs hôtes Vertébrés, il existe probablement aussi des différences dans les relations entre virus et vecteurs.

Bien qu'il n'ait pas été réalisé d'infection expérimentale de *Cx. portesi*, nous pouvons supposer que les virus du groupe Guama atteignent un titre supérieur à celui des autres virus dans les glandes salivaires de ce moustique, ceci assurant une transmission plus efficace.

D'autre part, la durée du cycle extrinsèque de multiplication de ces *Bunyavirus* est peut-être plus courte que celle des *Alphavirus*, ceci n'ayant que peu ou pas d'influence chez *Cx. portesi* dont le cycle gonotrophique est long mais pourrait expliquer la transmission de ces virus par *Cq. venezuelensis* dont le cycle gonotrophique est plus court.

De nombreuses études restent à faire pour mieux cerner l'écologie de ces virus :

- l'évaluation des rôles respectifs des Vertébrés impliqués comme réservoirs;
- l'étude plus fine des *Alphavirus* durant les périodes inter-épizootiques;
- l'étude de la capacité vectrice de *Cx. portesi* à l'égard de ces différents virus.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les manœuvres qui ont procédé très régulièrement à la récolte du matériel nécessaire à cette étude.

Nous sommes également redevables à MM. Taufflieb, Coz et Rickenbach pour les critiques qu'ils ont bien voulu apporter à notre manuscrit.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M., le 9 février 1979.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN (T.H.G.), SPENCE (L.), JONKERS (A.H.) et DOWNS (W.G.), 1969. — A 10-year survey of trinidadian arthropods for natural virus infections (1953-1963). *J. med. Ent.*, 6 (2): 207-215.
- ANONYME, 1967. — Annual report. Belem virus laboratory, Belem, Para, Brazil, 150 p.
- ANONYME, 1968. — Annual Report. Belem virus laboratory, Belem, Para, Brazil, 168 p.
- BOWEN (G.S.), 1976. — Experimental infection of North American mammals with epidemic Venezuelan encephalitis virus. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 25 (6): 891-899.
- DÉGALLIER (N.), DIGOUTTE (J.-P.) et PAJOT (F.-X.) avec la collaboration technique de KRAMER (R.), CLAUSTRE (J.), BEL-LONY (S.), CHATENAY (G.) et ALFRE (E.), 1978. — Epidémiologie de deux arbovirus du complexe V.E.E. en Guyane française : données préliminaires sur les relations

ÉPIDÉMIOLOGIE DES *BUNYAVIRUS* EN GUYANE FRANÇAISE

- virus-vecteurs. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVI, n° 3: 209-221.
- DE HAAS (R.A.) et ARRON-LEEUWIN (A.E.F.), 1975. - Arboviruses isolated from mosquitoes and man in Surinam. *Trop. geogr. Med.*, 27 : 409-412.
- DE HAAS (R.A.) et DE KRUYF (H.A.M.), 1971. - Isolation of Guama-group viruses in Surinam during 1967 and 1968. *Trop. geogr. Med.*, 23 (3) : 268-271.
- DE HAAS (R.A.) et TIMMERS (W.C.), 1976. - Infection rate of arboviruses in Dutch recruits returning from Surinam. *Trop. geogr. Med.*, 28 (2) : 137-140.
- 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.
- 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 V.E.E. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)*, 127 B : 429-437.
- GALINDO (P.) et SRIHONGSE (S.), 1967. - Transmission of arboviruses to hamsters by the bite of naturally infected *Culex (Melanoconton)* mosquitoes. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 16 (4) : 525-530.
- GALINDO (P.), SRIHONGSE (S.), DE RODANICHE (E.) et GRAYSON (M.A.), 1966. - An ecological survey for arboviruses in Almirante, Panama, 1959-1962. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 15 (3) : 385-400.
- HOWARD (A.T.), 1974. - Experimental infection and intracage transmission of Venezuelan equine encephalitis virus (Subtype IB) among cotton rats, *Sigmodon hispidus* (Say and Ord.). *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 23 (6) : 1178-1184.
- JONKERS (A.H.), DOWNS (W.G.), AITKEN (T.H.G.) et SPENCE (L.), 1964a. - Arthropod-borne encephalitis viruses in Northeastern South America. Part I. A serological survey of Northeastern Surinam. *Trop. geogr. Med.*, 16 (2) : 135-145.
- JONKERS (A.H.), SPENCE (L.), DOWNS (W.G.), AITKEN (T.H.G.) et TIKASINGH (E.S.), 1968a. - Arbovirus studies in Bush Bush Forest, Trinidad, W.I., September 1959 - December 1964. V. Virus isolations. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 17 (2) : 276-284.
- JONKERS (A.H.), SPENCE (L.), DOWNS (W.G.), AITKEN (T.H.G.) et WORTH (C.B.), 1968b. - Arbovirus studies in Bush Bush Forest, Trinidad, W.I., September 1959 - December 1964. VI. Rodent-associated viruses (V.E.E. and agents of groups C and Guama): isolations and further studies. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 17 (2), 285-298.
- JONKERS (A.H.), SPENCE (L.), DOWNS (W.G.) et WORTH (C.B.), 1964b. - Laboratory studies with wild rodents and viruses native to Trinidad. II. Studies with the trinidadian Caraparú - like agent TRVL 34053-1. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 13 : 728-733.
- JONKERS (A.H.), SPENCE (L.) et OLIVIER (O.), 1968c. - Laboratory studies with wild rodents and viruses native to Trinidad. III. Studies with three Guama-group viruses. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 17 (2) : 299-307.
- KARBAAT (J.), JONKERS (A.H.) et SPENCE (L.), 1964. - Arbovirus infections in Dutch military personnel stationed in Surinam. A preliminary study. *Trop. geogr. Med.*, 16 (4) : 370-376.
- METSELAAR (D.), 1966. - Isolation of arboviruses of Group A and Group C in Surinam. *Trop. geogr. Med.*, 18 (2) : 137-142.
- SCHERER (W.F.) et ANDERSON (K.), 1975. - Antigenic and biologic characteristics of Venezuelan encephalomyelitis virus strains including a possible new subtype, isolated from the Amazon region of Peru in 1971. *Amer. J. Epidemiol.*, 101 (4) : 356-361.
- SCHERER (W.F.), DICKERMAN (R.W.), LA FIANDRA (R.P.), WONG CHIA (C.) et TERRAN (J.), 1971. - Ecologic studies of Venezuelan encephalitis virus in southeastern Mexico : IV. Infections of wild mammals. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 20 (6, part 1) : 980-988.
- SCHERER (W.F.), MADALENGOITIA (J.), FLORES (W.) et ACOSTA (M.), 1975. - Los primeros aslamiento de arbovirus de encefalitis del este y de grupos C y Guama en la region amazonica del Peru. *Bull. P.A.H.O.*, 9 (1) : 19-26.
- SÉRIÉ (Ch.) *et al.*, 1971. - Activités du groupe de recherche U 79 in : Rapport sur le fonctionnement technique de l'Institut Pasteur de la Guyane française pendant l'année 1970. *Arch. Inst. Pasteur Guyane française*, 32, publ. n° 529 : 1-90.
- SÉRIÉ (Ch.), CLASTRIER (J.), JACOBI (J.-C.) et LABARBE (Cl.) avec la coll. tech. de KRAMER (R.), CHATENAY (G.) et DÉMOCRITE (J.), 1968. - Un an de recherches arbovirologiques en Guyane française. *Arch. Inst. Pasteur Guyane française Intit.*, 21, publ. n° 517 : 67-75.
- SHOPE (R.E.), ANDRADE (A.H.P. de) et BENSABATH (G.), 1967. - The serological response of animals to virus infection in Utinga forest, Belem, Brazil. *Patologia*, 6 : 225-230.
- SHOPE (R.E.) et WOODALL (J.-P.), 1973. - Ecological interaction of wildlife, man, and a virus of the Venezuelan equine encephalomyelitis complex in a tropical forest. *J. Wildlife Dis.*, 9 (3) : 198-203.
- SPENCE (L.), ANDERSON (C.R.), AITKEN (T.H.G.), et DOWNS (W.G.), 1962. - Bimiti virus, a new agent isolated from trinidadian mosquitoes. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 11 : 414-417.
- SPENCE (L.) et DOWNS (W.G.), 1968. - Virological investigations in Guyana, 1956-1966. *West. Indian med. J.*, 17 (2) : 83-89.
- SRIHONGSE (S.), GALINDO (P.), ELDRIDGE (B.F.), YOUNG (D.G.) et GERHARDT (R.R.), 1974. - A survey to assess potential human disease hazards along proposed sea level routes in Panama and Colombia. V. Arbovirus infection in non-human Vertebrates. *Military Medecine*, 139 (6) : 449-453.
- TIKASINGH (E.S.), ARDOIN (P.) et WILLIAMS (M.C.), 1974. - First isolation of Catu virus from a human in Trinidad. *Trop. geogr. Med.*, 26 (4) : 414-416.
- TODA (A.) et SHOPE (R.E.), 1965. - Transmission of Guama and Oriboca viruses by naturally infected mosquitoes. *Nature*, 208 (5007) : 304.

- VAN TONGEREN (H.A.E.), 1965. - Arbovirus group A Spectrum in the Province of Brokopondo, Surinam : a serological survey. *Trop. geogr. Med.*, 17 (2) : 172-185.
- VAN TONGEREN (H.A.E.), 1967. - Occurrence of arboviruses belonging to the C, Bunyamvera and Guama groups and of Oropouche, Junin, Tacaiuma and Kwatta viruses in man in the Province of Brokopondo, Surinam. A serological survey. *Trop. geogr. Med.*, 19 (4) : 309-325.
- YOUNG (N.A.) et JOHNSON (K.M.), 1969. - Viruses of the Venezuelan equine encephalomyelitis complex. Infection and cross-challenge of rodents with V.E.E., Mucambo and Pixuna viruses. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 18 (2) : 280-289.
- 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.
- ZARATE (M.L.) et SCHERER (W.F.), 1968. - Contact-spread of Venezuelan equine encephalomyelitis virus among cotton rats via urine or feces and the naso- or oropharynx. A possible transmission cycle in nature. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 17 : 894-899.

ANNEXE I

Hôtes Vertébrés classés par ordre décroissant du taux d'infection global (1973-1977; t = taux d'infection en %, N = effectif des captures).

Bunyavirus			Alphavirus		
Groupe Guama			Tonate		
Espèce	t	N	Espèce	t	N
<i>Tamnomanes ardesiacus</i>	50,00	2	<i>Leucopternis albicollis</i>	100,00	1
<i>Attila cinnamomeus</i>	16,66	6	<i>Oxyura dominica</i>	50,00	2
<i>Galbula dea</i>	16,66	6	<i>Ardeola ibis</i>	25,00	4
<i>Turdus fumigatus</i>	8,33	12	<i>Psarocolius decumanus</i>	12,5	8
<i>Pitangus sulphuratus</i>	7,14	42	<i>Sakesphorus canadensis</i>	11,11	9
<i>Myiarchus ferox</i>	7,14	14	<i>Sporophila lineola</i>	4,00	25
<i>Galbula galbula</i>	7,14	14	<i>Tachyphonus rufus</i>	3,57	28
<i>Columba plumbea</i>	6,25	16	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	3,50	57
<i>Didelphis marsupialis</i>	4,76	105	<i>Chiroxiphia pareola</i>	2,02	99
<i>Thraupis episcopus</i>	1,75	114	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1,61	62
<i>Proechimys guyanensis</i>	1,54	194	<i>Nycticorax violacea</i>	1,47	68
<i>Elaenia chiriquensis</i>	1,43	139	<i>Elaenia chiriquensis</i>	1,43	139
<i>Ramphocelus carbo</i>	0,88	450	<i>Ramphocelus carbo</i>	0,22	450
<i>Thraupis palmarum</i>	0,77	129			
Groupe C			Cabassou		
<i>Philander opossum</i>	0,74	134	<i>Tolmomyias potocephalus</i>	33,33	3
			<i>Turdus nudigenis</i>	1,29	77
			<i>Didelphis marsupialis</i>	0,94	105
			<i>Chiroptera sp.</i>	0,75	132
			<i>Philander opossum</i>	0,74	134

ÉPIDÉMIOLOGIE DES *BUNYAVIRUS* EN GUYANE FRANÇAISE

ANNEXE 2

Hôtes invertébrés classés par ordre décroissant du taux d'infection global (1973-1977; t = taux en ‰, N = effectif inoculé).

<i>Bunyavirus</i>			<i>Alphavirus</i>		
Groupe Guama			Tonate		
Espèce	t	N	Espèce	t	N
<i>Tr. longipes</i>	3,39	295	<i>Ur. geometrica</i>	3,07	325
<i>Tr. digitatum</i>	2,64	378	<i>Wy. pseudopecten</i>	2,34	426
<i>Ph. splendida</i>	2,54	393	<i>An. mediopunctatus</i>	1,8	549
<i>Sa. undosus</i>	1,79	557	<i>Ma. pseudotitillans</i>	1,50	664
<i>Cx. portesi</i>	0,97	57434	<i>Cx. portesi</i>	0,85	57434
<i>Lutzomyia sp.</i>	0,79	1252	<i>Lutzomyia sp.</i>	0,79	1252
<i>Ps. ferox</i>	0,51	1930	<i>Wy. melanocephala</i>	0,20	4939
<i>Cx. taeniopus</i>	0,13	7217	<i>Cx. zeteki</i>	0,16	5944
<i>Cx. spissipes</i>	0,13	14676	<i>Wy. occulta</i>	0,15	6488
<i>An. darlingi</i>	0,08	11673	<i>An. braziliensis</i>	0,07	13641
<i>An. braziliensis</i>	0,07	13641	<i>Cx. spissipes</i>	0,06	14676
<i>Cq. venezuelensis</i>	0,04	282946	<i>Ma. titillans</i>	0,03	52673
<i>Ma. titillans</i>	0,03	52673	<i>Cq. venezuelensis</i>	0,02	282946
			<i>Cq. albicosta</i>	0,02	40797
Groupe C			Cabassou		
<i>Tr. digitatum</i>	2,64	378	<i>Li. pseudomethysticus</i>	4,85	206
<i>Ae. arborealis</i>	1,34	746	<i>Wy. occulta</i>	0,15	6488
<i>An. peryassui</i>	0,48	2072	<i>Cx. portesi</i>	0,10	57434
<i>Cx. portesi</i>	0,45	57434	<i>Cx. nigripalpus</i>	0,06	10649
<i>Wy. occulta</i>	0,15	6488	<i>Ma. titillans</i>	0,01	52673
<i>Cx. spissipes</i>	0,13	14676	<i>Cq. venezuelensis</i>	0,007	282946
<i>Ma. titillans</i>	0,03	52673			
<i>Cq. albicosta</i>	0,02	40797			
<i>Cq. venezuelensis</i>	0,007	282946			