

**Ecologie du virus de la fièvre jaune en Afrique :
l'apport des recherches récentes**

par Max GERMAIN (*)

Un certain renouvellement s'est fait, au cours des dix dernières années, des conceptions relatives à l'épidémiologie de la fièvre jaune, arbovirose dont on sait que les cycles de transmission selvatique assurant le maintien font intervenir certains Moustiques comme vecteurs et des Singes comme hôtes homéothermes principaux (Haddow). Il a essentiellement pour origine la démonstration de la transmission transovarienne (ou « verticale ») du virus amaril (virus YF) chez certains de ses vecteurs et de récentes recherches ayant porté, en Afrique intertropicale, sur la dynamique de sa circulation en divers milieux naturels. Ces dernières ont eu pour cadre la moitié occidentale de ce continent, où la maladie s'était fait connaître par de fréquentes épidémies, tandis que les conditions de persistance du virus dans l'intervalle de celles-ci y demeuraient paradoxalement inconnues. L'idée sous-jacente à ces investigations fut donc que l'on pourrait, en les conduisant dans cette partie de l'Afrique, acquérir une meilleure compréhension des mécanismes d'épidémisation de la fièvre jaune, c'est-à-dire de ceux par lesquels se relie les deux aspects qui lui confèrent son statut d'anthropozoonose : une nécessaire pérennité selvatique et des expressions épidémiques transitoires.

1. — LES INFORMATIONS FOURNIES PAR LA SURVEILLANCE VIROLOGIQUE

Dans le genre *Flavivirus*, auquel appartient le virus YF, l'interprétation des données immunologiques s'avère le plus souvent délicate du fait de l'existence de réactions croisées. Aussi les recherches visant à objectiver la circulation de ce virus en dehors de tout contexte épidémique se sont-elles données pour but privilégié l'isolement de souches virales. Sans pour autant négliger les blocs forestiers équatoriaux, la surveillance porta tout particulièrement sur les savanes humides et semi-humides qui les jouxtent et dont de préalables études écologiques avaient conduit à suspecter l'importance épidémiologique (Taufflieb *et al.*; Germain, Eouzan *et al.*; Cordellier; Cornet, Chateau *et al.*). Une analyse de ses résultats a déjà été fournie (Germain, Cornet *et al.*), que la présente note reprend en même temps qu'elle en assure la mise à jour (tableau 1).

C'est à Touba (8°04'N, 7°40'W), dans la mosaïque forêt-savane de Côte-d'Ivoire, qu'a été isolée, pour la première fois en Afrique occidentale, une souche de virus YF d'origine selvatique certaine (Chippaux & Cordellier), à partir d'un lot d'*Aedes (Stegomyia) africanus* (Theobald) (1).

(*) La quasi totalité des travaux cités dans ce texte a bénéficié d'une aide financière de l'Organisation mondiale de la Santé (O.M.S.). Les travaux français sont le fruit d'une étroite collaboration entre l'Institut Pasteur et l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-mer.

(1) Il convient de souligner que ce taxon recouvre vraisemblablement un complexe d'espèces, comme le suggère l'aspect diversifié de sa biologie. C'est ainsi que les populations de l'étage guinéen montagnard du Cameroun se caractérisent par des comportements et une écologie larvaire très particuliers (Germain, Eouzan *et al.*).

21 DEC. 1984

O. R. S. F. O. - I. N. Fonds Documentaire

N° : 16.284 ex 1

Cote : B

TABLEAU 1

Dénombrement des souches de virus de la fièvre jaune isolées à partir d'Arthropodes et de Vertébrés selvatiques en Afrique occidentale et centrale (1)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
SÉNÉGAL								
Kédougou (SsS) :								
<i>Aedes gr. furcifer</i>	F	—	—	1 (XII)	55 (X-XII)	33 (X-XII)	—	—
	M	—	—	—	3 (XI-XII)	—	—	—
<i>A. luteocephalus</i>	F	—	—	—	8 (IX-XI)	21 (VIII-XI)	—	—
<i>A. vittatus</i>	F	—	—	—	1 (XI)	—	—	—
<i>A. neafricanus</i>	F	—	—	—	1 (XI)	1 (X)	—	—
<i>Cercopithecus</i>	—	—	—	—	—	2 (IX)	—	—
<i>Erythrocebus</i>	—	—	—	—	—	3 (IX-X)	—	—
HAUTE-VOLTA								
Bobo-Dioulasso (SS) :								
<i>A. luteocephalus</i>	F	—	—	—	—	3 (VIII-X)	—	2 (IX et XI)
COTE-D'IVOIRE								
Touba (M) :								
<i>A. africanus</i>	F	1 (VIII)	—	—	—	—	—	—
RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE								
Bozo (SsS) :								
<i>A. africanus</i>	F	—	1 (IX)	—	—	8 (IX-XI)	10 (IX-XII)	—
<i>A. opok</i>	—	—	1 (X)	—	—	—	2 (IX-X)	—
<i>A. africanus</i> & <i>A. opok</i> mélangés	F	—	4 (XI)	—	—	—	—	—
Bouboui (M) :								
<i>A. africanus</i>	—	—	—	—	—	—	1 (V)	—
Bangui (M) :								
<i>Amblyomma variegatum</i>	—	—	1 (III)	—	—	—	—	—
œufs	—	—	—	—	—	1 (II)	—	—

(1) Abréviations : (M) : mosaïque forêt-savane ; (SsS) : savane subsoudanienne ; (SS) : savane soudanienne ; F : femelles ; M : mâles.

Chiffres romains : mois au cours desquels a été récolté le matériel dont les souches dénombrées ont été isolées.

Dans les colonnes, l'absence de tiret signifie l'absence de surveillance.

La souche de virus YF signalée de Kédougou, novembre 1979, dans un précédent article (Germain, Cornet *et al.*) résultait probablement d'une contamination de laboratoire ; elle a été écartée de ce tableau.

En République Centrafricaine (RCA), les observations conduites à partir de 1973 dans une galerie forestière de Bozo (5°10'N, 18°30'E), en savane subsoudanienne, révélèrent des épisodes d'intense circulation virale en 1974, 1977, 1978 et 1980 (Germain, Sureau *et al.* ; Germain, Cornet *et al.*, *loc. cit.* ; Saluzzo, Hervé *et al.*). Toutes les souches furent obtenues pendant la deuxième moitié de la saison des pluies ou le début de la saison sèche et les vecteurs en cause sont *Aedes (Stegomyia) africanus* et *A. (St.) opok* Corbet et Van Someren. A partir de 1979, la surveillance intéressa également la localité de Bouboui, située 60 km au Sud-Ouest de Bozo, dans la mosaïque forêt-savane, et permit, cette même année, l'isolement d'une souche virale, en tout début de saison des pluies. Il semble que ce dernier isolement soit l'expression d'une transmission transovarienne et témoigne d'une circulation du virus amaril l'année précédente, plus ou moins synchrone de celle constatée à Bozo. L'épuisement consécutif de la fraction sensible du peuplement simien expliquerait qu'une transmission de type classique, « horizontale », n'ait apparemment pas pu s'instaurer en 1979 (Saluzzo, Hervé *et al.*).

D'un particulier intérêt furent, en RCA, les observations faites en cours de surveillance virologique ayant porté sur les Tiques recueillies, à l'abattoir de Bangui, sur les Bovins régulièrement acheminés vers cette ville à travers les zones de végétation précédentes. Une première souche de virus YF fut de la sorte obtenue à partir d'un lot de mâles d'*Amblyomma variegatum* (F.), en mars 1975. En février 1978, ce virus put être isolé de la ponte d'une Tique de la même espèce puis d'un lot de larves issues de la même ponte, ainsi que d'un Singe sur lequel un lot de ces mêmes larves avaient été mises en mesure de se gorger (Germain, Saluzzo *et al.*). Outre qu'elles témoignent du transport à longue distance, par les Bovins, de Tiques probablement infectées dans les zones où la circulation du virus venait d'être mise en évidence par la surveillance virologique de populations culicidiennes, ces observations constituent la première implication d'une Tique dans le cycle naturel de la fièvre jaune et la démonstration de son aptitude à la transmettre par voie transovarienne.

A Kédougou (12°32'N, 12°12'W), dans les savanes subsoudaniennes du Sud-Est du Sénégal, où la surveillance commença en 1972, un très grand nombre de souches de virus YF fut obtenu, toujours pendant la seconde moitié de la saison des pluies ou le début de la saison sèche, de 1976 à 1978 (Cornet, Robin *et al.*; Germain, Cornet *et al.*). Les *Aedes* du groupe *A. (Diceromyia) furcifer* (Edwards) et *A. (St.) luteocephalus* (Theobald) sont ici les vecteurs majeurs. Trois isollements à partir de mâles de *Diceromyia* objectivèrent pour la première fois l'existence dans la nature d'un processus de transmission transovarienne du virus YF par des vecteurs culicidiens. Le virus devait également être isolé des Singes *Cercopithecus aethiops* et *Erythrocebus patas*. Aucune souche de virus amaril ne put être isolée à Kédougou en 1979 et cela est à mettre en relation avec le fait que le taux de Singes porteurs d'anticorps spécifiques y était alors d'au moins 70 %.

Dans la région de Bobo-Dioulasso (11°N), en Haute-Volta, l'isolement du virus amaril à partir de lots d'*A. luteocephalus*, au cours de la saison des pluies 1978, devait enfin démontrer l'appartenance, à tout le moins intermittente, de certaines savanes soudaniennes au foyer africain de fièvre jaune selvatique (Hervy *et al.*).

2. — LA STRUCTURE SPATIALE DE LA FIÈVRE JAUNE

La représentation géographique de la fièvre jaune s'est longtemps bornée à l'identification d'une vaste aire « endémique » au sein de laquelle cycles selvatiques et manifestations épidémiques majeures prenaient conjointement place et s'articulaient dans un espace relativement abstrait qui n'était autre que celui des relations épidémiologiques qu'il est permis de leur décrire : transmission de Singe à Singe ; manifestations humaines, sporadiques, de la « fièvre jaune de jungle » ; relais épidémique assumé par des vecteurs anthropiques, au premier rang desquels *A. (St.) aegypti* (L.). Il semble que la recherche ait aujourd'hui débouché sur la possibilité de donner, de la fièvre jaune, une description dont les termes, en introduisant des connotations spatiales plus précises, sont propres à permettre une meilleure approche de ses mécanismes d'épidémisation.

On est conduit à reconnaître une *aire d'endémicité*. Celle-ci se définit comme étant celle dans laquelle des saisons humides de durée suffisante permettent au virus YF de circuler entre ses hôtes vertébrés et ses vecteurs selvatiques sans que l'hôte humain lui ait nécessairement servi d'introducteur (notion de circulation selvatique primaire). Il semble que le statut relativement stable qu'y présente la fièvre jaune soit à l'origine même du peu d'impact épidémique qu'elle y manifeste. Les enquêtes sérologiques parmi les populations y révèlent une prévalence marquée, peu fluctuante, des stigmates immunologiques (Brès), très évocatrice d'un équilibre entre l'homme et l'agression amarile.

Que la forêt dense équatoriale joue un rôle fondamental dans le maintien selvatique de la fièvre jaune est, semble-t-il, une acquisition définitive des recherches classiques (Haddow). Un régime pluviométrique peu contrasté fait que les vecteurs (*A. africanus* principalement) y sont actifs toute l'année. La dendrophilie très marquée de ces derniers et leur extrême « dilution » dans un milieu uniformément favorable font cependant que leur contact avec l'homme y est généralement faible.

Il en va autrement dans la mosaïque périforestière, les savanes subsoudaniennes et la partie la plus humide des savanes soudaniennes. Si des saisons sèches bien marquées font que la transmission horizontale du virus y est périodiquement empêchée, les galeries forestières qui parcourent cette zone offrent par contre, en saison humide, des densités de vecteurs incomparablement supérieures à celles qui caractérisent la forêt équatoriale, tandis que, par un effet très voisin de celui de lisière, leur activité au niveau du sol est considérablement accrue. Le peuplement simien manifeste le même caractère de concentration dans les écotones géographiques de la grande forêt que constituent ces boisements ripicoles. Ce sont là autant de facteurs écologiques favorisant des amplifications intermittentes, mais paroxystiques, de la circulation virale. Les études ayant porté sur la dynamique de population des vecteurs (*A. africanus*, *A. luteocephalus*, *A. du gr. furcifer*) ont fait apparaître la fin de la saison des pluies et le tout début de la saison sèche comme les moments les plus propices à une intense activité du virus et les surveillances virologiques sont venues le vérifier (Hervé *et al.*; Germain, Hervé *et al.*; Cordelier; Cornet, Chateau *et al.*).

Les savanes à longue saison humide bordant les blocs forestiers équatoriaux offrent donc au virus amaril, suivant une périodicité saisonnière, les meilleures conditions qui soient de circulation selvatique et de transmission à l'homme. Eu égard au rôle prééminent qu'elle semble jouer à l'origine des épidémies dont les probables mécanismes générateurs seront évoqués ci-après, le terme de *zone d'émergence* a été introduit pour désigner cette partie marginale de l'aire d'endémicité (Germain, Sureau *et al.*).

Au-delà de cette zone, en des régions où sévissent de longues saisons sèches (savanes subsahariennes et sahel), la transmission selvatique ne semble plus pouvoir s'instaurer, du moins sous sa forme primaire. Sauf incidence vaccinale, les enquêtes sérologiques révèlent que « l'immunité se présente soit à son plus bas niveau en période inter-endémique, soit à son plus haut niveau, après passage, connu ou inconnu, du virus » (Brès). Le risque épidémique trouve, dans ces régions, son expression la plus forte et va le plus souvent de pair avec une pratique intensive du stockage domestique des eaux, particu-

lièrement favorable à la pullulation du vecteur urbain, *A. aegypti*. Ces caractères définissent l'aire d'épidémicité.

C'est l'homme infecté dans l'aire d'endémicité (soit à partir du cycle selvatique, soit lors de micro-épidémies) qui, au cours de déplacements, est le plus susceptible d'introduire la maladie dans l'aire d'épidémicité. La zone d'émergence, souvent peu éloignée, joue probablement, à l'origine de ces introductions, un rôle de tout premier plan. Ainsi, lors de l'épidémie de Diourbel (Sénégal, en 1965), le virus semble-t-il avoir été importé des savanes humides du Sud-Est du Sénégal ou de la Guinée-Bissau (Cornet, Robin *et al.* 1968).

Certaines épidémies observées à grande proximité de la zone d'émergence peuvent cependant avoir pour origine manifeste un processus de diffusion selvatique primaire. L'épidémie survenue en Gambie en 1978-1979 en est un exemple (Monath *et al.*; Germain, Francy *et al.*). Sa progression d'Est en Ouest fut très évocatrice d'une diffusion le long de l'arbre hydrographique gambien, à partir des foyers naturels du Sud-Est sénégalais. La transmission a d'abord été du type mixte, faisant à la fois intervenir des vecteurs sauvages (*A. du gr. furcifer*, *A. luteocephalus*) et *A. aegypti*, puis, en saison sèche, du type urbain, avec cette dernière espèce pour seul vecteur. Cette épidémie a électivement affecté les couches les plus jeunes de la population. L'ensemble du processus observé semble ici avoir traduit une fluctuation de la limite Nord de la zone d'émergence, cette dernière ayant sans doute réinvesti une région d'appartenance épidémiologique instable, dans laquelle avait pu préalablement se reconstituer, à la faveur d'une série d'années relativement sèches et non propices à la circulation selvatique du virus, une réserve suffisante de sujets sensibles. Il semblerait qu'une surveillance climatologique puisse, dans une certaine mesure, permettre la prévision de telles fluctuations du front septentrional de la zone d'émergence et du risque épidémique qu'elles font encourir. Des renforcements appropriés de la vigilance vaccinale pourraient alors intervenir.

3. — LES MÉCANISMES DE LA CIRCULATION VIRALE

Le rôle plus ou moins prééminent qu'il convient de conférer aux vecteurs dans l'économie de la circulation virale est ici au centre de la discussion. Chez les Primates, la virémie amarile est toujours brève, en général de l'ordre de 2 à 5 jours, et laisse derrière elle une immunité dont on peut considérer que la durée recouvre celle de la vie. C'est donc par un manifeste abus de langage que les Singes furent souvent considérés comme « réservoirs » du virus amaril. Ils ne sont en réalité que d'excellents *amplificateurs* de sa circulation. On sait par contre que les Moustiques vecteurs, une fois infectés, le demeurent toute leur vie, même si leur aptitude à transmettre varie par la suite dans le temps (Cornet, Robin, Adam *et al.*). Des évaluations sur le terrain ont montré que leur taux de survie était généralement élevé (Pajot; Germain, Hervé *et al.*; Cornet, Chateau *et al.*). C'est pour que soit bien signifié, dans la terminologie, le cumul de fonctions qui échoit à l'arthropode, que fut introduit le terme de *vecteur réservoir* (Germain, Mouchet *et al.*).

Les récentes démonstrations expérimentales de la transmission transovarienne, par certains vecteurs culicidiens, de plusieurs flavivirus au nombre

desquels figure le virus YF (Coz *et al.*, Rosen *et al.*, Aitken *et al.*) apportent à la notion de vecteur-réservoir son assise définitive. Les taux d'infection de la descendance, s'ils s'avèrent relativement faibles, sont néanmoins propres à permettre au virus le franchissement de la période critique que constitue pour lui la saison sèche du fait de l'arrêt de la transmission horizontale qu'elle entraîne. Les souches de virus amaril obtenues au Sénégal de mâles d' *A. du gr. furcifer* démontrent la réalité de ce processus dans la nature (Cornet, Robin, Heme *et al.*). On a vu qu'il était également prouvé chez la Tique *Amblyomma variegatum*, dont le possible rôle disséminateur a été souligné.

La transmission verticale du virus pendant la saison sèche explique la possibilité faite aux épizooties de se répéter sur place plusieurs années consécutives, lorsque le volant de Singes sensibles est suffisant pour le permettre. A Kédougou, la précession, d'année en année, des isolements initiaux (décembre en 1976, septembre en 1977, août en 1978) témoigne de ce que la circulation virale semble s'être amorcée chaque fois à partir d'un stock initial de virus plus élevé, hérité de l'amplification ayant eu lieu l'année précédente.

Quelque efficace qu'elle soit, la transmission verticale s'accompagne manifestement d'une grande déperdition de virus circulant, comme le fait entrevoir, au cours des épizooties pluriannuelles, la lenteur réitérée de l'amplification virale au cours des premiers mois de la saison humide. Elle apparaît essentiellement sous les aspects d'un expédient qui permet la conservation du virus pendant la saison critique. A l'issue de cette dernière, le virus ne s'en trouve pas moins confronté avec la nécessité de trouver devant lui des taux suffisants de Singes sensibles. L'intervention périodique d'une transmission horizontale et du processus d'amplification de la circulation virale qu'elle est seule à rendre possible, apparaît indispensable pour assurer la pérennité du virus amaril dans la nature. Mais il ne fait plus de doute que la transmission transovarienne permet au virus de se maintenir indéfiniment dans la mosaïque périforestière et les savanes les plus humides, sans qu'il faille envisager comme indispensable le réinvestissement annuel de celle-ci par la circulation virale ayant pour siège beaucoup plus stable la forêt équatoriale, ainsi que l'hypothèse en avait été émise (Germain, Sureau *et al.*, Cordellier) alors que ce type de transmission restait à démontrer. Ce fait n'exclut probablement pas la fréquence de telles réintroductions à partir du sanctuaire forestier, ni surtout l'éventuelle nécessité, pour les foyers locaux de circulation virale, de se mouvoir, dans le réseau des galeries forestières, au gré de la réceptivité des peuplements simiens. La dispersion engendrée par le déplacement individuel des vecteurs le long des galeries forestières et l'ampleur non négligeable de l'erratisme local auquel se livrent les bandes de certains Singes, tel *Erythrocebus patas*, concourent à permettre la progression spatiale du virus (Germain, Eouzan *et al.*; Cordellier; Germain, Cornet *et al.*).

Les séquences des isolements viraux enregistrés au cours de la surveillance dont la zone d'émergence est l'objet révèlent que la circulation du virus y affecte, en chaque lieu considéré, un caractère très instable ne pouvant que traduire un mécanisme foncièrement épizootique. Mais il n'est pour le moment pas possible de dire avec une suffisante certitude si cette instabilité n'a de dimension que temporelle (circulation « à bas bruit » dans les intervalles inter-épizootiques : mécanisme enzoo-épizootique) ou si elle s'exprime également

dans l'espace, comme l'hypothèse en a été plusieurs fois émise au cours de ces recherches (Germain, Sureau *et al.*; Cordellier; Germain, Cornet *et al.*). C'est ainsi qu'à Bozo, l'isolement de deux souches amarils en fin de saison des pluies 1980, dix-huit mois seulement après la précédente phase épizootique, peut indifféremment signifier la persistance locale du virus ou sa réintroduction dans le système de galeries forestières surveillé, après un intervalle de repos trop bref pour avoir permis la reconstitution massive du volant de Singes sensibles et créé des conditions favorables au renouvellement d'une épizootie de plus grande ampleur. Le progrès des investigations reste à cet égard fortement grevé par l'ambiguïté des données fournies par la sérologie, en des milieux où circulent, simultanément ou en alternance, plusieurs flavivirus (Saluzzo *et al.*, sous presse).

A Bozo, où les saisons pluvieuses sont plus longues et le peuplement simien beaucoup moins important, les épisodes de forte activité sont à la fois plus fréquents et de moindre durée (jamais plus de deux saisons humides consécutives) qu'à Kédougou, situé sur la marge Nord, moins arrosée, de la même zone phytogéographique. Il est à souligner que la relative raréfaction des Singes n'y fait pas obstacle aux épizooties de grande ampleur et qu'un intervalle silencieux de trois ans suffit à y permettre leur réitération (Germain, Cornet *et al.*). Mais la répétition en 1979 de l'épizootie constatée en 1978 n'a pas laissé d'étonner ses observateurs et de faire évoquer l'intervention parallèle d'hôtes vertébrés autres que les Singes. C'est là un problème qui demeure ouvert et devrait susciter des recherches. De même que réclament une analyse plus poussée les mécanismes par lesquels il semble que la modulation géographique du rythme épizootique dépende des conditions localement faites à l'amplification virale par la densité simienne et la durée de la saison humide.

4. — CONCLUSION

On peut énumérer comme suit les apports de la recherche dont la fièvre jaune est actuellement l'objet en Afrique intertropicale :

— Une meilleure compréhension de la structure spatiale de la maladie, avec l'identification d'une zone « d'émergence » dans laquelle le risque de contamination selvatique de l'homme est plus grand et dont semble procéder, de façon plus ou moins directe, toute la dynamique d'épidémisation en des régions plus sèches, habituellement inaccessibles à la circulation selvatique du virus amaril.

— La découverte ou la confirmation sur le terrain de plusieurs vecteurs potentiels du virus, parmi lesquels figure pour la première fois une Tique.

— La notion de vecteur-réservoir et l'explication qu'elle apporte à la survivance du virus pendant les saisons qui lui sont critiques.

La dynamique de circulation selvatique du virus amaril reste cependant à élucider dans nombre de ses aspects. La surveillance entreprise sur le terrain est donc à poursuivre. Des études en laboratoire devraient permettre une meilleure connaissance de l'aptitude des différents vecteurs selvatiques à transmettre le virus par voie transovarienne et surtout d'en quantifier l'efficacité.

Des études biochimiques portant sur la structure virale (enveloppe glycoprotéiques, acide ribo-nucléique) contribueront probablement à élucider l'apparente disparité des souches quant à leur virulence, tandis que l'on attend également d'elles la possibilité de fonder les enquêtes sérologiques sur des critères immunologiques plus discriminatifs.

REFERENCES

- AITKEN (T.H.G.), TESH (R.B.), BEATY (B.J.) & ROSEN (L.), 1979. — Transovarial transmission of yellow fever virus by mosquitoes (*Aedes aegypti*) (*Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 201-208 : 119-121).
- BRÈS (P.), 1970. — Données récentes apportées par les enquêtes sérologiques sur la prévalence des arbovirus en Afrique, avec référence spéciale à la fièvre jaune (*Bull. Org. mond. Santé*, vol. 43 : 22-267).
- CHIPPAUX (A.), CORDELLIER (R.), COURTOIS (B.) & ROBIN (Y.), 1975. — Une souche de virus amaril isolée d'*Aedes africanus* en Côte d'Ivoire (*C.R. Acad. Sc.*, Paris, vol. 281, série D : 79-80).
- CORDELLIER (R.), 1978. — Les vecteurs potentiels sauvages dans l'épidémiologie de la fièvre jaune en Afrique de l'Ouest (*O.R.S.T.O.M., Travaux et Documents*, n° 81, 258 p.).
- CORNET (M.), ROBIN (Y.), ADAM (C.), VALADE (M.) & CALVO (M.A.), 1979. — Transmission expérimentale comparée du virus amaril et du virus Zika chez *Aedes aegypti* L. (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIII : 47-53).
- CORNET (M.), ROBIN (Y.), CHATEAU (R.), HÈME (G.), ADAM (C.) *et al.*, 1979. — Isolements d'arbovirus au Sénégal oriental à partir de moustiques (1972-1977) et notes sur l'épidémiologie des virus transmis par les *Aedes*, en particulier du virus amaril (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVII : 149-163).
- CORNET (M.), ROBIN (Y.), HANNOUN (C.), CORNIOU (B.), BRÈS (P.) & CAUSSE (G.), 1968. — Une épidémie de fièvre jaune au Sénégal en 1965 : recherches épidémiologiques (*Bull. Org. mond. Santé*, vol. 39 : 845-853).
- CORNET (M.), ROBIN (Y.), HÈME (G.), ADAM (C.), RENAUDET (J.), VALADE (M.) & EYRAUD (M.), 1979. — Une poussée épizootique de fièvre jaune selvatique au Sénégal oriental. Isolement du virus de moustiques adultes mâles et femelles (*Médecine et Maladies infectieuses*, vol. 9 : 63-66).
- CORNET (M.), CHATEAU (R.), VALADE (M.), DIENG (P.L.), RAYMOND (H.) & LORAND (A.), 1978. — Données bioécologiques sur les vecteurs potentiels du virus amaril au Sénégal oriental. Rôle des différentes espèces dans la transmission du virus (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XVI : 315-355).
- COZ (J.), VALADE (M.), CORNET (M.) & ROBIN (Y.), 1976. — Transmission transovarienne d'un flavivirus, le virus Koutango, chez *Aedes aegypti* L. (*C.R. Acad. Sc.*, Paris, vol. 283, sér. D : 109-110).
- GERMAIN (M.), CORNET (M.), MOUCHET (J.), HERVÉ (J.-P.) *et al.*, 1981. — La fièvre jaune selvatique en Afrique : Données récentes et conception actuelles (*Médecine Tropicale*, vol. 41, n° 1 : 33-43).
- GERMAIN (M.), EOUZAN (J.-P.), FERRARA (L.) & BUTTON (J.-P.), 1973. — Données complémentaires sur le comportement et l'écologie d'*Aedes africanus* (Theo.) dans le nord du Cameroun (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. IX : 127-146).
- GERMAIN (M.), FRANCY (D.B.), MONATH (T.P.), FERRARA (L.), BRYAN (J.) *et al.*, 1980. — Yellow fever in the Gambia, 1978-1979 : Entomological aspects and epidemiological correlations (*Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, vol. 29 : 929-940).

- GERMAIN (M.), HERVÉ (J.-P.) & GEOFFROY (B.), 1977. — Variation de taux de survie des femelles d'*Aedes africanus* dans une galerie forestière du sud de l'Empire Centrafricain (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XV: 291-299).
- GERMAIN (M.), MOUCHET (J.), CORDELLIER (R.), CHIPPAUX (A.), CORNET (M.) *et al.*, 1978. — Epidémiologie de la fièvre jaune en Afrique (*Médecine et Maladies tropicales*, vol. 8: 69-77).
- GERMAIN (M.), SALUZZO (J.-F.), CORNET (J.-P.), HERVÉ (J.-P.) *et al.*, 1979. — Isolement du virus de la fièvre jaune à partir de la ponte et de larves d'une tique *Amblyomma variegatum* (*C.R. Acad. Sc., Paris*, vol. 289, sér. D: 635-637).
- GERMAIN (M.), SUREAU (P.), HERVÉ (J.-P.), FABRE (J.), MOUCHET (J.) *et al.*, 1976. — Isolements du virus de la fièvre jaune à partir d'*Aedes* du groupe *A. africanus* (Théo.) en République Centrafricaine. Importance des savanes humides et semi-humides en tant que zone d'émergence du virus amaril (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XIV: 125-139).
- HADDOW (A.J.), 1968. — The natural history of Yellow Fever in Africa (*Proc. R. Soc. Edinburg*, sér. B, vol. LXX, part III: 191-227).
- HERVÉ (J.-P.), GERMAIN (M.) & GEOFFROY (B.), 1977. — Biologie comparée d'*Aedes (Stegomyia) opok* et *A. (S.) africanus* dans une galerie forestière du sud de l'Empire Centrafricain. II. Cycles saisonniers (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XV: 271-282).
- HERVY (J.-P.), COURTOIS (B.), COURET (D.), MONTENY-VANDERVOST (N.) *et al.*, 1979. — Isolement de virus amaril et d'autres arbovirus à partir d'*Aedes (Stegomyia)* capturés en savane soudanienne près de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta) (*Rapp. XIX^e Conf. techn. O.C.C.G.E.*, vol. III: 597-607).
- MONATH (T.P.), CRAVEN (R.B.), ADJUKIEWIEZ (A.), GERMAIN (M.), FRANCY (D.B.) *et al.*, 1980. — Yellow Fever in the Gambia, 1978-1979: Epidemiologic aspects (*Amer. J. trop. Med. Hyg.*, vol. 29: 912-928).
- PAJOT (F.X.), 1976. — Aspects physiologiques impliqués dans l'étude écologique de femelles d'*Aedes simpsoni* (Theo.): âge physiologique, cycle trophogonique, fécondité, longévité (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XV: 73-92).
- ROSEN (L.), TESH (R.B.), LIEN (J.C.) & CROSS (J.M.), 1978. — Transovarial transmission of Japanese Encephalitis virus by mosquitoes (*Science*, vol. 199: 909-911).
- SALUZZO (J.F.), HERVÉ (J.-P.), GERMAIN (M.), GEOFFROY (B.), HUARD (M.) *et al.*, 1979. — Seconde série d'isolements du virus de la fièvre jaune à partir d'*Aedes africanus* (Théo.) dans une galerie forestière des savanes semi-humides de l'Empire Centrafricain (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XVII: 19-24).
- TAUFFLIEB (R.), CORNET (M.), LE GONIDEC (G.) & ROBIN (Y.), 1973. — Un foyer selvatique de fièvre jaune au Sénégal oriental (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. XI: 211-220).
- TAUFFLIEB (R.), ROBIN (Y.) & CORNET (M.), 1971. — Le virus amaril et la faune sauvage en Afrique (*Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. Parasitol.*, vol. IX: 351-371).

(Services scientifiques centraux de l'ORSTOM,
70-74, route d'Aulnay, F-93140 Bondy).

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE

EXTRAIT

16.294ex1

B