

Session 5

LES PERSPECTIVES FUTURES ET LES ORIENTATIONS DE RECHERCHE NÉCESSAIRES

ÉPIDÉMIOLOGIE DES ARBOVIROSES : utilisation et intérêt de la détermination de l'âge physiologique des femelles de moustiques vecteurs

par B. MONDET (1) (2)

Epidemiology of Arboviral Diseases: Method and applications of determination of physiological age of mosquito vectors

Summary: *The physiological age of Yellow Fever Aedes females in Africa was studied during four years, from 1988 to 1992. We used a method, according to Polovodova's method, which looks for the « yellow body » under natural light. Those yellow bodies exist in the old females, the « parous » ones, and not in the young females, the « nulliparous » ones. We present some results to illustrate the interest of studying the physiological age of mosquitoes in the epidemiology of the arboviral diseases. The transmission risk, in relation with abundance and parity rate was illustrated, in particular for Aedes africanus and Aedes luteocephalus, which is useful to compare species, or with a given species, to compare periods.*

The parity rate of Aedes furcifer females was studied on 6 points along a transect between a forest and a village. The rate and the abundance of the females caught on human bates are inversely proportional. The parity rate is minimum in the canopy forest (about 50 %) and maximum inside a house (100 %).

The rains have different consequences on the species, according to the period of fall. At the beginning of the dry season, they bring about hatching, but not at the end of the dry season. Massive hatching will occur just at the beginning of the rainy season, some weeks later.

Studying the physiological age of Ae. africanus females, the number of nulliparous is not related to the rain. That means a possibility of « natural » hatching for part of the eggs. Among the female of the dry season, young females are found, which is important for the transmission capacity.

The method, described herein, to determine the physiological age is perfectly applicable to the Yellow Fever vector Haemagogus janthinomys in Southern America. But for the Dengue vectors Aedes aegypti and probably Aedes albopictus, the Detinova's method seems better. Actually, it seems important to study the physiological age of the vectors Ae. aegypti and Ae. albopictus, as well as the evolution of the physiological age in space and time, in order to better know the epidemiology of dengue in Southern America.

Résumé : *L'âge physiologique des femelles d'Aedes, vecteurs de la fièvre jaune en Afrique, a été étudié pendant quatre ans, de 1988 à 1992. Il a été déterminé par une méthode dérivée de celle de Polovodova, qui consiste à rechercher, sous lumière naturelle, le « corps jaune », absent chez les femelles nullipares, présent chez les pares. Quelques résultats sont présentés pour illustrer l'intérêt des études sur l'âge physiologique dans l'épidémiologie des arboviroses.*

Le risque de transmission, lié à l'abondance et au taux de parité, a pu être « visualisé » notamment pour Ae. africanus et Ae. luteocephalus. Cela permet les comparaisons entre les espèces, ou pour une espèce donnée, entre les périodes.

Le taux de parité des femelles d'Ae. furcifer a été étudié le long d'un transect de 6 points, répartis entre la forêt et l'intérieur d'un village. Ce taux est inversement proportionnel à la densité de femelles capturées sur appât humain. Il est minimum en canopée (env. 50 %) et maximum à l'intérieur d'une habitation (100 %).

Les pluies ont des conséquences variables sur les espèces selon qu'elles tombent au début ou au milieu de la saison sèche. Au début, chez Ae. furcifer, elles entraînent des éclosions, mais pas au milieu de la saison. Dans ce cas-là, elles vont plutôt favoriser des éclosions massives, quelques semaines plus tard, au début de la saison des pluies.

La détermination de l'âge physiologique nous a aussi permis de constater que chez certaines espèces, comme Ae. africanus, les

(1) ORSTOM, CP 75, 66017-970 Belém, Pará, Brésil.
Fax : (55) 91-226-5262.

(2) Atelier, Institut Pasteur de Guyane, 23-24 mai 1995 Session 5.

pluies ne sont pas toujours indispensables pour que certains œufs puissent éclore. Les femelles capturées au cours de la saison sèche ne sont ainsi pas obligatoirement de vieilles femelles pares.

La méthode de détermination de l'âge physiologique des femelles vecteurs de fièvre jaune est parfaitement applicable en Amérique du Sud à *Haemagogus janthinomys*. Par contre, la méthode de *Detinova* semble préférable pour déterminer l'âge physiologique des vecteurs de dengue que sont *Ae. aegypti* et peut-être *Ae. albopictus*. Des recherches sur l'âge physiologique de ces vecteurs et son évolution en fonction du temps et du lieu, en relation avec les saisons, seraient à envisager rapidement pour une meilleure connaissance de l'épidémiologie de cette arbovirose dans le Nouveau monde.

INTRODUCTION

La détermination de l'âge physiologique des vecteurs sauvages de fièvre jaune n'avait pas, jusqu'à présent, fait l'objet d'études suivies et régulières. Ce fut l'objet de notre travail en Côte d'Ivoire de 1988 à 1992 (4). Nous avons d'abord démontré qu'il était tout à fait possible de déterminer l'âge physiologique de pratiquement 100 % des femelles capturées en utilisant une méthode dérivée de celle de POLOVODOVA (3). Les résultats obtenus ont montré le grand intérêt de ces déterminations. L'établissement du taux de parité et l'étude de son évolution, suivant le lieu ou le temps, pour chacune des sept espèces de vecteurs, ont apporté des informations précieuses, permettant une meilleure connaissance de l'épidémiologie de la fièvre jaune du point de vue entomologique.

Nous allons rappeler rapidement les méthodes de détermination de l'âge physiologique des moustiques, puis nous allons voir, grâce à quelques exemples, tout l'intérêt que peut avoir la détermination systématique de l'âge physiologique des populations de vecteurs.

Enfin, nous discuterons des possibilités d'application de ces méthodes pour parfaire notre connaissance de la biologie d'*Aedes aegypti* et d'*Aedes albopictus*, et donc de l'épidémiologie de la dengue en Amérique du Sud.

RAPPEL DES MÉTHODES

Des chercheurs russes, DETINOVA en 1945 et POLOVODOVA en 1947, ont établi deux méthodes de détermination de l'âge physiologique, basées sur l'étude des ovaires d'anophèles. La méthode de DETINOVA (1) consiste à examiner le réseau trachéolaire des ovaires : s'il possède des pelotons, la femelle est nullipare (elle n'a jamais pondu), s'il n'en possède pas, la femelle est pare (elle a pondu au moins une fois). La méthode de POLOVODOVA consiste à observer la présence de reliques de ponte apparaissant au niveau du pédicelle chez les femelles pares.

L'étude de l'âge physiologique des vecteurs potentiels de la fièvre jaune n'avait pas été aussi systématique et approfondie que celle des vecteurs du paludisme. Il semble que cela provient d'une part, de la difficulté de réaliser sur le terrain des dissections fines d'ovaires pour la mise en évidence des reliques (en utilisant la méthode de POLOVODOVA) et, d'autre part,

de la présence d'un fort pourcentage de réseaux trachéolaires dont l'aspect se situe entre ceux d'une femelle pare et ceux d'une femelle nullipare (en utilisant la méthode de DETINOVA).

Application aux *Aedes* sauvages

Au moment de la ponte, les résidus des cellules du sac épithélial ayant recouvert l'œuf restent sur place. Ils sont ensuite évacués, mais jamais totalement. Ils se trouvent d'abord enfermés au niveau du pédicelle et forment ce que l'on appelle couramment le « corps jaune ». La dissection systématique des femelles sauvages nous a permis de constater la présence d'un corps jaune parfaitement visible (dans plus de 95 % des cas), sous éclairage naturel, chez les femelles pares de *Stegomyia* et de *Diceromyia*. La présence de ce corps jaune s'observe parfois avant même la dissection de l'ovaire. Pour qu'il se confirme, il suffit d'écartier, à l'aide des deux aiguilles montées utilisées pour la dissection de la femelle, les ovarioles les unes des autres. Le corps jaune apparaît alors sous forme d'amas de débris cellulaires, souvent plus denses au niveau des pédicelles qu'à l'intérieur de l'oviducte interne. Tout au long de l'oogénèse du cycle suivant, ce corps jaune persiste, mais en diminuant de volume.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Variations du taux de parité des femelles d'*Aedes furcifer* sur un transect (fig. 1)

On a effectué des captures de femelles agressives, sur appât humain, le long d'un transect, de la voûte des arbres (point A) à l'intérieur d'une maison (point F), en passant par le sol en forêt (point B), l'orée du village (point C), l'entrée du village (point D) et le centre du village (point E). On constate une diminution des quantités de femelles et, à la dissection, une augmentation de l'âge physiologique. Parmi les vecteurs sauvages de fièvre jaune, en zone de savane soudanienne de Côte d'Ivoire, *Ae. furcifer* est la seule espèce à pénétrer à l'intérieur des habitations.

Les rapports entre quantités de femelles et pourcentages de parité montrent une relation évolutive entre les 2 qui est remarquable. Pour une piqûre, la possibilité de transmission virale est beaucoup plus élevée à l'intérieur des maisons que partout ailleurs. Et, pour à peu

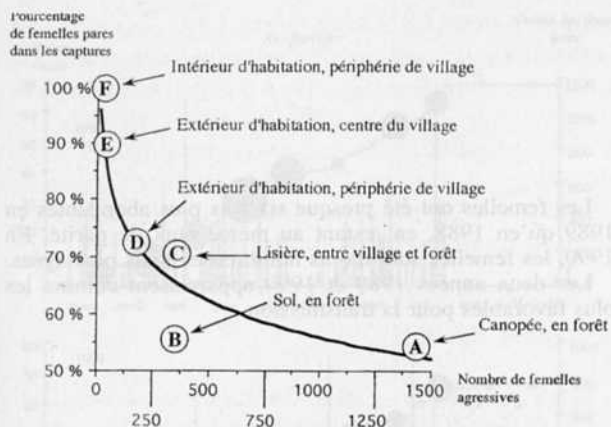


Fig. 1. — Relations entre les quantités de femelles et les pourcentages de parité chez *Aedes furcifer* (transect établi en zone de savane sub-soudanienne, village de Sokala-Sobara, Côte d'Ivoire), 1988-1990.

près les mêmes quantités de piqûres, le risque de transmission est beaucoup plus fort en lisière de village qu'au sol, en forêt.

Le risque de transmission (fig. 2 et 3)

Nous avons cherché à « visualiser » le risque de transmission par un schéma où sont liés les quantités de femelles (nombre de piqûres) et leur âge physiologique (taux de parité des populations). Ce schéma, aux échelles arbitraires, a trouvé une certaine utilité pour établir des comparaisons entre les années, et voir ainsi l'évolution du risque caractérisant chaque espèce de vecteurs.

Nous avons pris comme exemple deux espèces de *Stegomyia* (*Aedes africanus* et *Aedes luteocephalus*) en zone de savane guinéenne, dont les variations d'abondance ont été très importantes entre les années 1988 et 1990.

On se rend compte que les variations annuelles de l'âge physiologique ont été d'une grande amplitude. Le rôle possible de ces deux espèces dans la transmission

du virus amaril peut alors être précisé : chaque espèce prend, par rapport aux autres, selon l'année, un rôle plus ou moins important, pas seulement relié aux quantités de femelles, mais aussi à leur âge.

Variations du taux de parité au cours de l'année (fig. 4 et 5)

On peut également utiliser la détermination de l'âge physiologique pour l'étude de l'évolution mensuelle des populations de vecteurs, au cours d'une année. Au lieu de se contenter de présenter les résultats de capture de l'ensemble des femelles capturées, nullipares et pares confondues, on peut étudier ces populations séparément. Si l'on s'intéresse aux rapports entre les pluies et les populations, par exemple, on aura intérêt à ne considérer que les femelles nullipares. Si l'on cherche à étudier l'évolution des risques, dans une optique épidémiologique, on isolera alors les pares de l'ensemble des femelles. Nous allons donner 2 exemples.

La pluviométrie est représentée soit par les pluies quotidiennes et leur cumul (fig. 4), soit par périodes de 10 jours (fig. 5). Les quantités de femelles sont toujours représentées par des disques dont la surface est proportionnelle aux nombres de femelles capturées. Dans le cas des nullipares, ces disques sont placés aux points de cumul des pluies correspondant à la période de capture (fig. 4), dans le cas des pares, ces disques sont placés sur une échelle de valeurs correspondant au taux de parité de la population au moment de la capture (fig. 5).

Évolution des populations de femelle nullipares (fig. 4)

Nous avons pris comme exemple le cas de *Ae. furcifer* en 1989 et 1990. Quand les premières pluies tombent d'une manière régulière, après une saison normalement sèche, comme ce fut le cas en 1989, les éclosions sont progressives et les populations de femelles nullipares se mettent en place graduellement. Les œufs de cette espèce n'éclosent pas tous à la première remise en eau. Par contre, des pluies qui tombent au cœur de la saison sèche, comme en février 1990, n'entraînent pas d'éclosion (1→) mais favorisent plutôt une éclosion massive des œufs dès le début des premières pluies de la saison humide.

En fin de saison des pluies, les populations d'*Ae. furcifer* ne sont jamais très importantes, mais s'il tombe quelques pluies, comme en novembre et en décembre 1990, les éclosions sont encore possibles. On capture alors des femelles nullipares au début de la saison sèche (2→), qui donneront des femelles pares plus tard. Les pluies de début de saison sèche, même faibles, sont donc épidémiologiquement très importantes.

Les populations d'*Ae. africanus* évoluent de manière différente. En disséquant des femelles capturées au début de la saison sèche, on s'aperçoit qu'il y a une

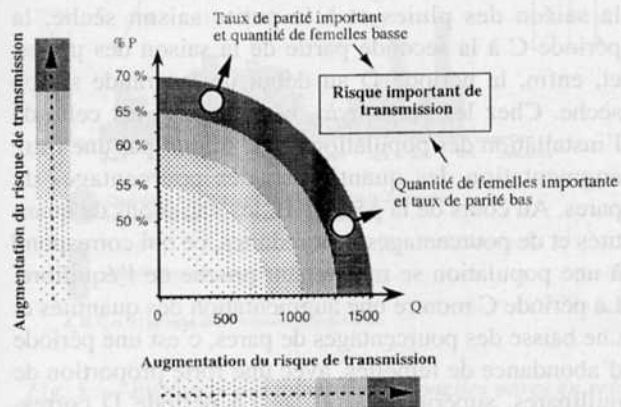


Fig. 2. — Schématisation du risque de transmission.

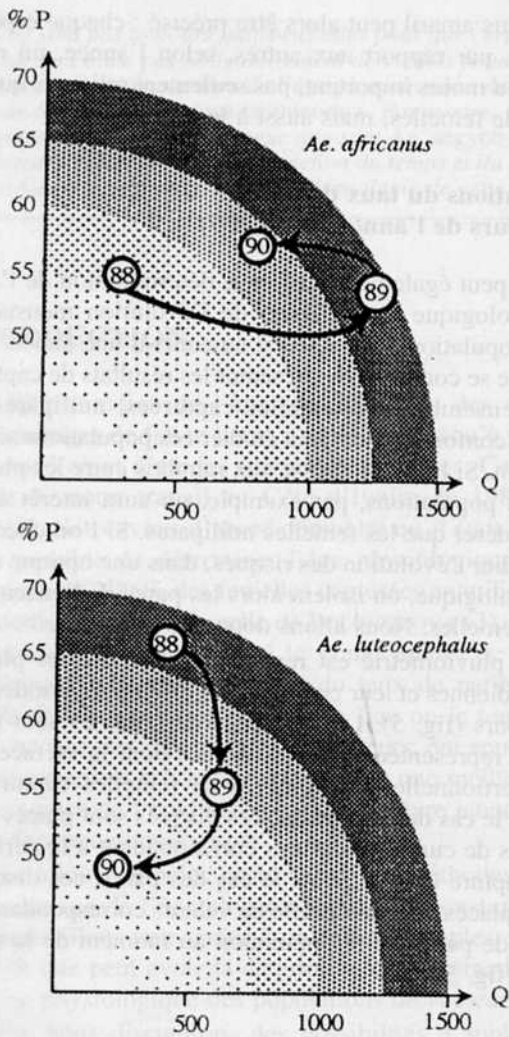


Fig. 3. — Variations annuelles du risque de transmission virale chez deux espèces d'*Aedes*, vecteurs sauvages de la fièvre jaune en zone de savane guinéenne, Dezidougou, Côte d'Ivoire, 1988, 1989 et 1990.

certaine proportion de ces femelles qui sont nullipares, même après plus d'un mois sans pluie. C'est que les œufs de cette espèce sont capables, certains d'entre-eux tout au moins, d'éclore d'une manière spontanée, tant qu'il y a de l'eau dans les gîtes larvaires et sans nécessité de nouvelles pluies.

Évolution des populations de femelle pares (fig. 5)

L'étude de l'évolution du pourcentage de parité donne des indications sur la survie des femelles. Nous avons étudié cette évolution chez l'ensemble des *Stegomyia* (espèces acrodendrophiles) et les *Diceromyia* (composés essentiellement d'*Ae. furcifer*, acrodendrophiles mais se déplaçant facilement au sol et sortant de la forêt vers le village). Nous avons pris comme exemple l'année 1989 considérée comme une année au régime des pluies assez représentatif de la région.

Les populations des deux groupes présentent deux types de développement dans les zones à régime des pluies bimodal, comme c'est le cas ici. Les *Dice-*

romyia se développent surtout en première partie de saison des pluies, les *Stegomyia* en deux phases. On distingue quatre périodes climatiques en relation avec quatre grandes phases de variations des populations de femelles. La période A correspond au début de la saison des pluies, la période B à la première partie de la saison des pluies et à la petite saison sèche, la période C à la seconde partie de la saison des pluies, et, enfin, la période D au début de la grande saison sèche. Chez les *Stegomyia*, la période A est celle de l'installation des populations et se traduit par une forte augmentation des quantités et des pourcentages de pares. Au cours de la période B, les variations de quantités et de pourcentages sont réduites, ce qui correspond à une population se maintenant proche de l'équilibre. La période C montre une augmentation des quantités et une baisse des pourcentages de pares, c'est une période d'abondance de femelles, avec une forte proportion de nullipares, supérieure à 50 %. La période D correspond à une baisse lente et progressive des quantités de femelles et à une augmentation importante du pour-

centage de parité. Les femelles ont été presque six fois plus abondantes en 1989 qu'en 1988, en restant au même taux de parité. En 1990, les femelles sont moins nombreuses mais plus âgées. Les deux années 1989 et 1990 apparaissent comme les plus favorables pour la transmission.

Les populations d'*Ae. luteocephalus* ont subi de très grandes variations aussi bien en abondance qu'en âge moyen. Les femelles n'étaient pas très abondantes au cours de l'année 1988, mais elles étaient très âgées; l'année suivante elles ont été plus nombreuses et leur taux de parité moyen plus faible.

L'année 1988 et, dans une moindre mesure, l'année 1989 apparaissent comme favorables à la transmission.

