

a 61962



WHO/Ma1/298
21 juin 1961

ORIGINAL : ANGLAIS

POSSIBILITES DE MIGRATIONS ACTIVES A LONGUE DISTANCE
DE LA PART D'ANOPHELES PHAROENSIS THEO

par

C. Garrett-Jones¹

1. Introduction

Diverses communications (Johnson, 1960; Kennedy, 1961) ont été récemment consacrées à exposer et à discuter ce qui apparaît comme une théorie nouvelle faisant des migrations actives une caractéristique biologique de certains insectes de petite taille. Les études ont porté principalement sur les aphidiens, insectes peu doués pour le vol, qui ne peuvent courir les distances considérables en cause sans l'aide du vent. Cette dispersion par le vent n'est plus considérée comme passive ou purement mécanique, mais comme un processus dont le début et la fin seraient provoqués par des modifications précises dans le comportement de l'insecte. Lesdites modifications résulteraient du jeu de certains mécanismes physiologiques que déclencherait l'apparition de conditions particulières dans le milieu.

Il n'y a aucune raison de penser qu'un phénomène qui se rencontre chez les aphidiens ne puisse pas se produire aussi chez les moustiques. Pour ceux-ci, les habitudes migratoires n'auraient qu'un intérêt biologique douteux dans une région bien arrosée, mais il en irait à première vue tout autrement dans une zone aride. Il est évidemment très difficile d'établir la réalité des faits, mais rien ne permet d'en exclure la possibilité si des preuves indirectes existent. Or on a relevé passablement d'indices dont le volume n'a fait que croître depuis que Garrett-Jones (1957) a examiné la question en ce qui concerne les anophèles du

¹ Entomologiste, Division de l'Eradication du Paludisme, OMS. Comme pour les autres documents signés de cette série, les opinions exprimées sont celles de l'auteur et ne doivent pas être considérées comme représentant celles de l'Organisation.

Moyen-Orient. Lorsque les gîtes larvaires possibles des moustiques sont plus ou moins éloignés les uns des autres et que quelques-uns se trouvent périodiquement à sec, l'apparition soudaine d'un grand nombre de moustiques dans un endroit improbable a de plus grandes chances d'être remarquée.

Certaines constatations récentes de caractère nouveau et frappant tendent à confirmer l'idée qu'Anopheles pharoensis Theobald peut parfois entreprendre avec l'aide du vent des migrations sur de très longues distances. De tous les anophèles du Moyen-Orient vivant dans la zone climatique désert/oasis, A. pharoensis, principal vecteur du paludisme dans la basse vallée du Nil, est celui pour lequel on avait déjà le plus de présomptions de vols migratoires (Kirkpatrick, 1925; Garrett-Jones, 1950). Les données nouvelles qui vont être discutées ci-après ont été fournies par Saliternik (1960) et McKenzie Pollock (1960).

2. La poussée de paludisme enregistrée en Israël et à Gaza en 1959

En 1959, des cas nouveaux de paludisme ont été notés dans plusieurs localités du littoral israélien et à Gaza, secteurs où l'éradication était considérée comme réalisée. Les malades se trouvaient dispersés sur une bande de territoire d'environ 130 km de long, limitée au sud par Gaza, au nord par Tantura (localité située à quelque 35 km au sud d'Haïfa). La situation présentait des caractéristiques d'un intérêt épidémiologique exceptionnel.

Nous ne nous attarderons pas sur les données relatives à Gaza où la poussée a été la plus forte; en effet, l'identité et l'origine des moustiques qui ont provoqué la transmission ne sont pas certaines. Des opérations antilarvaires de type courant étaient pratiquées à l'époque, mais non sous un contrôle technique tel qu'aucun anophèle ne pût se développer. Il est toutefois à peu près sûr qu'il n'y a pas eu production massive de vecteurs cette année-là à Gaza et qu'aucune "vague" de moustiques apparaissant ailleurs n'a pu en provenir. Au cours d'une enquête entomologique effectuée vers la fin de 1959 dans le secteur de Gaza, on n'a pas trouvé d'anophèles, larves ou adultes; une autre enquête entreprise en 1960 dans la zone méridionale contiguë, n'a permis de conclure à l'existence d'une reproduction que pour A. multicolor.

Du fait des mouvements de population entre le delta du Nil et Gaza, il est possible que se trouve souvent dans cette localité un certain réservoir humain de parasites du paludisme. Néanmoins, depuis plusieurs années, les autorités de l'UNWRA estimaient qu'aucune transmission locale ne se produisait dans le secteur. En juillet 1959, neuf cas de paludisme ont été diagnostiqués; l'incidence a ensuite monté jusqu'à un maximum de 67 cas en octobre pour redescendre à 13 en décembre. Des études épidémiologiques ont établi que 70 cas sur 85 étaient nouveaux et dus à une transmission locale.

On a signalé à Gaza qu'un fort vent du sud-ouest avait soufflé du 15 au 18 septembre et amené une "vague d'invasion" de moustiques (non identifiés) qui piquaient la population. Il y a lieu de noter aux fins de la discussion qui suit que la pleine lune était le 17 septembre.

Etant donné la situation politique, nous pouvons admettre qu'aucun mouvement de population n'a eu lieu en 1959 entre le littoral israélien et les Etats arabes voisins. En Israël, les examens cliniques et de laboratoire sont fréquents et minutieux pour tous les habitants et notamment pour les immigrants de fraîche date. La poussée de paludisme de 1959 a affecté 12 localités qui, d'après les autorités, étaient toutes, à une exception près (Ashkelon, dans le sud, où deux cas avaient été détectés en 1957) complètement exemptes de paludisme depuis 10 ans au moins (Saliternik, 1960). Le nombre total des cas de paludisme relevés dans l'ensemble du territoire israélien a été de 69 en 1957 (Saliternik, 1958/59) et de 36 en 1959. Cette dernière année, 24 cas ont été diagnostiqués dans la plaine côtière (autrement dit, dans une zone géographique nettement distincte des collines de l'intérieur). Les recherches épidémiologiques ont démontré que 21 de ces cas s'expliquaient par des infections locales récentes, trois seulement correspondant à des rechutes.

Dans six localités du district d'Ashkelon, on a compté en tout neuf infections nouvelles, dont une en juillet, deux en août, cinq en septembre et une en novembre. Pour six points assez espacés, plus au nord, il y a eu au total 12 infections nouvelles dont deux en octobre, la fièvre apparaissant pour les 10 autres entre le 6 et le 8 août. Cette poussée a été très frappante (en dépit de sa faible ampleur) parce qu'intéressant un secteur antérieurement exempt de paludisme. Quatre des dix malades avaient fait partie d'un groupe d'habitants d'Haïfa qui étaient allés le 24 juillet au soir en pique-nique à Tantura (où le paludisme était inconnu depuis une dizaine d'années). Saliternik (1960)

estime que cette particularité permet de fixer avec précision la date de la transmission; il est d'ailleurs certain que des infections isolées se sont produites en cinq autres endroits à peu près le même jour.

D'après les observations météorologiques, la nuit du 23 juillet a été marquée par une température exceptionnelle pour la saison. Comme à Gaza en septembre, un fort vent d'ouest ou de sud-ouest (suivant les lieux) a soufflé sur la côte; il a été accompagné de pluies alors que normalement on n'enregistre pas de précipitations en juillet. Il convient aussi de noter que la lune était pleine le 20 juillet.

Dans la plaine côtière israélienne, on répand régulièrement du pétrole à la surface des eaux permanentes. A la suite de la poussée de paludisme, une enquête minutieuse a été menée pendant l'automne pour découvrir d'autres gîtes anophéliens possibles. Des larves d'A. pharoensis ont été trouvées dans 22 localités, les gîtes étant presque exclusivement des flaques temporaires non touchées par les opérations régulières de lutte. Ce fait aurait retenu l'attention en toutes circonstances, car en Israël (et autrefois en Palestine), l'espèce en question ne se rencontrait que rarement, étant à l'extrême limite de ses possibilités de vol. Elle était, en outre, considérée comme non vectrice dans le pays. Les anciens vecteurs connus du paludisme en Palestine et en Israël étaient A. sacharovi, A. claviger, A. superpictus et A. sergenti. La courbe de la transmission due à ces vecteurs accusait deux pointes, l'une entre mai et juillet, l'autre en octobre-novembre (Saliternik, 1958/59). Les trois premières espèces sont maintenant très rares en Israël; quant à A. sergenti (à qui seraient attribuables tous les cas de transmission dans les collines et le graben), on ne le trouve pas à proximité du littoral. L'enquête faite à l'automne de 1959 dans la plaine côtière n'a permis de recueillir comme anophèles que des échantillons d'A. pharoensis; il faut donc conclure que les 21 cas d'infections nouvelles sont dus à ce moustique.

D'autres données méritent d'être rappelées ici. Saliternik (1960) qui a en novembre 1959 soumis des larves d'A. pharoensis provenant du district d'Ashkelon à des tests de sensibilité aux insecticides a constaté qu'elles étaient sensibles au DDT ($CL_{50} = 0,004$ p.p.m.) mais résistantes à la dieldrine ($CL_{50} = 1,0$ p.p.m.). Il se peut que cette résistance ait été un phénomène saisonnier ou ait résulté d'une pression sélective locale, des pulvérisations d'HCH gamma sur les récoltes ayant eu lieu en

avril 1959. Il est, toutefois, très peu vraisemblable qu'A. pharoensis ait été présent en avril (ou durant la période où l'HCH a continué à jouer le rôle d'un agent de sélection puissant). Si l'espèce n'est apparue dans le secteur qu'en juillet, il semble raisonnable de conclure que les femelles "immigrantes" étaient déjà résistantes à la dieldrine. Or la résistance à la dieldrine chez A. pharoensis est très marquée dans plusieurs zones du delta du Nil (Zahar et Thymakis, 1959).

3. Discussion

Saliternik (1960) a écrit que la poussée enregistrée en Israël paraissait exceptionnelle et qu'aucune explication définitive ne pouvait être avancée, les données étant incomplètes. McKenzie-Pollock a émis l'hypothèse que les moustiques infectés avaient été transportés à Gaza par le vent à partir de secteurs du désert du Sinaï où aucune mesure de lutte n'est appliquée.

Des exemples de distances assez longues parcourues par des A. pharoensis ont été cités par Kirkpatrick (1925) et par Low (1925). Ce dernier auteur a signalé qu'après l'élimination de gîtes larvaires voisins d'un camp militaire à Ismailia (Egypte) en 1924, A. multicolor avait disparu du camp alors qu'on y trouvait encore un grand nombre d'A. pharoensis. Ces moustiques "venaient d'un marais distant d'à peu près neuf kilomètres, sur le canal de Kantara. C'est la direction du vent dominant et chaque fois que celui-ci avait soufflé fortement, les anophèles apparaissaient en grandes quantités". De son côté, Kirkpatrick a relevé la présence d'A. pharoensis dans le désert, à 56 kilomètres du gîte larvaire possible le plus proche.

Beaucoup plus tard, on a enregistré des invasions massives d'individus de la même espèce dans des camps militaires du désert libyque, à 29 kilomètres et plus de la nappe d'eau superficielle la plus proche constituée par les marais voisins d'Alexandrie (Garrett-Jones, 1950). Une particularité notable est que les invasions se sont produites chaque fois en une seule nuit, à un mois d'intervalle (août et septembre 1942), la nuit en question étant celle de la pleine lune. Tous les occupants des camps ont été réveillés par les piqûres des moustiques et la courbe des accès de fièvre qui se sont produits une quinzaine plus tard laisse penser qu'il a pu y avoir transmission du paludisme. Le fait n'a pas pu être confirmé sur place par des examens de laboratoire.

Le Dr F. N. Ratcliffe, de l'Organisation de Recherches scientifiques et industrielles d'Australie, a, dans une communication personnelle adressée à l'auteur du présent mémoire, donné des renseignements intéressants et significatifs sur certains événements récents dans son pays (voir aussi Ratcliffe et al. 1952). La diffusion de la myxomatose y a été rapide dès l'apparition du virus dans un secteur et le phénomène semble dû en grande partie à des migrations à longue distance des vecteurs. La maladie qui "s'est manifestée brusquement partout" aurait été principalement transmise par Anopheles annulipes; des individus de cette espèce ont été trouvés dans des terriers de lapins à une vingtaine de kilomètres du gîte larvaire le plus proche, immédiatement après un "rafraîchissement de la température" associé à de forts vents du sud. Un autre vecteur, plus faible, a été Aedes theobaldi dans le cas duquel ont été observés des déplacements en masse de 64 kilomètres en quelques jours. Toutefois, l'indice le plus frappant demeure l'irruption de la myxomatose à Woody Island, île située à 320 kilomètres au moins des zones infestées de lapins du continent australien. De l'avis du Dr Ratcliffe, la seule explication possible réside dans le transport par le vent d'un moustique infecté ou de plusieurs. Nous avons là un autre exemple de migrations possibles à longue distance avec l'aide du vent, phénomène qui n'aurait probablement jamais été soupçonné sans de tels cas où l'insecte a manifestement dû traverser des déserts et des bras de mer.

Si pour les 21 infections nouvelles en Israël il y a effectivement eu transmission locale par A. pharoensis, on peut supposer que les moustiques infectés sont venus du delta du Nil. Ils auraient donc couvert jusqu'à 280 kilomètres (distance entre Port-Saïd et Tantura). Dans aucun autre endroit moins éloigné, le taux de paludisme et le nombre des vecteurs n'étaient, en 1959, suffisants pour rendre compte de la poussée épidémique.

Cette hypothèse paraîtra peu familière et sans doute aventurée aux paludologues, mais les spécialistes de l'écologie des insectes l'accepteront beaucoup plus aisément. Trois points sont à considérer : l'existence de vols migratoires d'un type distinct chez les insectes faibles, les distances qui peuvent être parcourues au cours de ces vols et le nombre des insectes qui voyageront dans ces conditions et qui "arriveront". Johnson (1960) et Kennedy (1961) ont démontré que le comportement des aphidiens ne peut s'expliquer que si ces insectes ont deux types différents de vol : un à brève distance pour la satisfaction de leurs besoins végétatifs, un à longue distance pour la

dispersion efficace de l'espèce. Ceux qui sont coutumiers des migrations à longue distance aidées par le vent subiraient en masse dans certaines conditions des modifications physiologiques telles que leurs réflexes végétatifs seraient inhibés et leurs réactions locomotrices activées. Ils tendraient alors à monter dans l'air (c'est-à-dire à s'éloigner de leurs sources de nourriture) jusqu'à un niveau où le vent les entraînerait sur une distance plus ou moins notable. A un stade ultérieur (sous l'influence de causes encore inconnues) ils reviendraient à leur état initial, leurs réflexes végétatifs seraient réactivés et les insectes descendraient en quête de nourriture (ou de gîtes). Pour chaque espèce, on peut imaginer divers stimulus externes propres à déclencher un processus de modifications physiologiques et, par suite, un vol migratoire : l'âge des insectes, leur densité dans les gîtes, la rareté de la nourriture, la température atmosphérique, la durée du jour, etc. Dans le cas d'A. pharoensis, le stimulus paraît lié à la pleine lune. Nous ne pouvons dire toutefois si des migrations se produisent à chaque pleine lune et s'il n'y en a jamais à d'autres moments.

Le comportement d'A. pharoensis paraît sur un point ne pas correspondre à la théorie de Johnson. Songeant principalement aux aphidiens, celui-ci a écrit que seuls les très jeunes insectes faisaient des vols migratoires. Il en va peut-être ainsi pour le groupe considéré, mais on ne saurait appliquer d'avance les mêmes critères à d'autres. D'après les indices recueillis, des vecteurs de la myxomatose et du paludisme se livrent à des vols de ce genre après avoir fait au moins un repas de sang, certains se trouvant ainsi infectés. Si le stimulus nécessaire est fourni par le clair de lune ou par tout autre facteur externe, son action s'exerce selon toute vraisemblance simultanément sur les femelles de tous âges (et peut-être aussi sur les mâles). En admettant que les A. pharoensis responsables de la transmission en Israël soient venus du delta du Nil, il faut que quelques-unes des femelles aient été presque assez vieilles pour avoir des sporozoïtes au moment de la migration.

Pour la distance parcourue, rien ne permet de douter qu'une certaine proportion de moustiques puissent effectuer des déplacements de plusieurs centaines de kilomètres et survivre. Avec un vent modéré de 50 km/h dans les couches supérieures de l'atmosphère, une migration de 300 kilomètres prendrait six heures. On sait que des aphidiens volent sans interruption pendant de tels laps de temps alors que des acridiens et des lépidoptères se déplacent de façon intermittente jour après jour.

Une des objections soulevées est qu'un nombre considérable de "migrants" auraient été nécessaires pour produire les effets observés en Israël. Nous devons souligner de nouveau ici que des chiffres qui peuvent surprendre le paludologue ne paraissent pas excessifs à l'écologiste. Il est facile de montrer pourquoi. Supposons qu'au début de la migration l'indice sporozoïtique dans la population d'A. pharoensis considérée soit de 1 % et admettons des proportions de 10 % pour respectivement la fraction de la population participant au vol, la fraction arrivant dans un lieu habité et la fraction piquant des êtres humains. Dans ces conditions, il faudrait 100 000 femelles dans le secteur d'origine pour chaque cas d'infection dans le secteur d'invasion. Il suffirait donc de 10 millions de femelles au départ pour provoquer une centaine de cas nouveaux dans une zone non impaludée. Tout écologiste reconnaîtra que ce chiffre est très peu élevé pour des insectes se reproduisant dans un milieu favorable auquel ils sont pleinement adaptés; il en naîtra plusieurs fois autant en, disons, une semaine dans un espace de quelques kilomètres carrés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Garrett-Jones, C. (1950) A dispersion of mosquitoes by wind, Nature, 165, 285
- Garrett-Jones, C. (1957) Migratory flight by anopheline mosquitoes in the Middle East
Bull. end. Dis., 2, 79
- Johnson, C. G. (1960) A basis for a general system of insect migration and dispersal
by flight, Nature, 186, No 4722, 348-350
- Kennedy, J. S. (1961) A crowning point in the study of insect migration, Nature, 189,
No 4767, 785
- Kirkpatrick, T. W. (1925) The mosquitoes of Egypt (Le Caire)
- Low, N. (1925) Anti-malarial work in Ismailia. Jour. R. Army Med. Corps, 45, 52
- McKenzie Pollock, J. S. (1960) Rapports non publiés de la Division sanitaire de l'UNWRA
pour 1959
- Ratcliffe, F. N. et al (1952) Myxomatosis in Australia - a step towards the biological
control of the rabbit. Nature, 170, 7-11
- Salitemick, Z. (1958/59) A review of the State's ten years, 1948-1957, Israël, Ministère
de la Santé, Division de la lutte contre le paludisme
- Salitemick, Z. (1960) An outbreak of malaria along the Israeli coastline in 1959.
Briuth Hazbur (santé publique) (Jérusalem), 3, 217
- Zahar, A. R. & Thymakis, K. (1959) Investigation of the susceptibility of A. pharoensis
to insecticides in Egypt. Rapport non publié à l'OMS : WHO/EM/ME-Tech.2/34