

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
20, rue Monsieur
PARIS VII^e

COTE DE CLASSEMENT N° 2172

ENTOMOLOGIE MEDICALE ET VETERINAIRE

BIOLOGIE DES ANOPHELES D'A.O.F. et d'A.E.F. : 2^e- ANOPHELES FUNESTUS

par

J. HAMON

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 28874 ex 1

Cote : B

BIOLOGIE D' ANOPHELES FUNESTUS

Ce moustique, décrit de Sierra - Léone, est connu de presque toute l'Afrique Noire, une partie de l'Union Sud-Africaine exceptée; il existe également à Madagascar et à l'île Maurice. Au Natal et au Transvaal, De Meillon considère que les exigences climatologiques minima sont : au moins 750 mm. de pluie par an, une moyenne mensuelle ne descendant pas au dessous de 16° et une amplitude des variations thermiques n'excédant pas 22°.

Les gîtes larvaires sont généralement des eaux claires, ombragées, avec une végétation flottante ou dressée, contenant peu de matières organiques et pas de sels minéraux. Sa sensibilité au Na Cl est considérable et, au Bas-Dahomey, alors que les larves d'A. funestus constituent environ 18 % des larves d'anophèles prises dans les Pistia en eau douce, elles disparaissent complètement alors que l'eau ne contient que 0,2 grammes de Na Cl par litre. L'ombrage trop dense est défavorable et celui de la grande forêt semble l'éliminer. Les gîtes les plus courants sont des gîtes permanents : marécages, bords de lacs et d'étangs, rives herbues de fleuves, rivières et ruisseaux, zones d'inondations des cours d'eau. A plusieurs reprises nous en avons capturé en Haute-Volta dans les débris de bois flottants d'un ruisseau, en l'absence de végétation. Symes, au Kenya, a trouvé des gîtes larvaires dans des puits et des récipients domestiques remplis d'eau et considère qu'à Malindi cette espèce se multiplie en permanence à l'intérieur des habitations. Les larves sont très vives et très craintives et, selon Gébert et Harper à l'île Maurice et Adam au Cameroun, elles s'enfoncent rapidement quand elles sont dérangées et sont susceptibles de rester longtemps au fond. Comme, en outre, elles sont souvent dans la végétation en eau assez profonde, leur capture ne peut être faite que par du personnel entraîné et n'ayant pas peur de se mouiller les pieds.

En zones boisées, les gîtes sont le plus souvent permanents et la population larvaire ne présente pas de fluctuations considérables; par contre, en zone de savanes, les gîtes sont souvent des rizières ou des marécages temporaires ou des marigots disparaissant en saison sèche et on enregistre alors une fluctuation saisonnière très marquée de la population larvaire : en fin de saison sèche, la majorité des gîtes sont disparus et la population est très réduite; les premières pluies troublent l'eau des marécages et lessivent les ruisseaux et rivières et la population larvaire tombe à zéro; quelques mois après, les cours d'eau ont acquis un régime assez équilibré et les marécages se sont formés, le nombre des larves atteint son maximum; enfin, les pluies cessent, les gîtes se réduisent en nombre, en surface, et leur eau se pollue peu à peu et les larves de funestus se raréfient rapidement. Dans les régions accidentées sans marécages, A. funestus est strictement inféodé aux rivières et aux torrents et y est alors détruit par chaque forte pluie; c'est pour cette raison que De Meillon pense qu'une partie du Natal est indemne de funestus, alors que son climat lui convient parfaitement.

Les adultes sont très endophiles et très anthropophiles. Leur préférence pour le sang humain est très marquée. Gillies, au Tanganyika, sur 79 spécimens gorgés pris en dehors des habitations en a trouvé 74 gorgés de sang humain, 2 nourris sur chien et 3 contenant un sang non identifiable. Cependant, ils sont susceptibles de piquer aussi les bœufs et il est probable qu'en zone de savanes riches en gibier, ils piquent les gros animaux sauvages, ce qui peut expliquer la capture de larves très loin de tout village sur les rives de la Volta Noire, en A.O.F. Les mâles sont nettement moins endophiles que les femelles et se rencontrent assez fréquemment dans les abris inhabités et dans les trous d'arbres. Etant donné qu'en différents territoires, notamment au Transvaal, au Zululand et en Swaziland, on a trouvé des larves dans des régions où il n'y avait aucun adulte dans les habitations ni aucune trace de paludisme autochtone, différents auteurs, dont De Meillon et Garnham, ont envisagé l'existence de races biologiques ne jouant aucun rôle dans la transmission du paludisme.

A l'intérieur des maisons, les adultes se trouvent principalement sous le toit en en haut des parois, principalement dans les habitations en paille ou en torchis. Si le toit est en tôle, les adultes le quittent pendant les heures les plus chaudes du jour pour venir se poser au bas des murs ou sous les meubles où l'air est le plus frais. Quand les cases sont remplies de fumée, on trouve moins d'adultes, parfois même pas du tout et ils se réfugient en bas des murs où la fumée est la moins dense.

De façon courante, cette espèce attaque de nuit, à l'intérieur des habitations. Gillies, au Tanganyika, en faisant des captures simultanées, dans des conditions identiques, à l'intérieur et à l'extérieur des habitations, a constaté qu'au crépuscule on peut trouver quelques femelles piquant à l'extérieur des cases, mais qu'une heure ou deux après la tombée de la nuit, les attaques ont lieu exclusivement à l'intérieur. Cependant Haddow et collaborateurs, dans le comté de Bwamba, en Uganda, ont constaté que les femelles piquaient de temps à autre en plein jour comme de nuit dans les bananeraies et en forêt, au niveau du sol aussi bien que dans la canopée, où ses repas sont alors probablement effectués aux dépens des singes. D'autre part, Adam, dans la région de Garoua, Nord-Cameroun, a observé que les femelles attaquaient toute la journée à l'intérieur des cases et que, depuis le crépuscule jusqu'à 1 heure du matin, les attaques s'effectuaient aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations; après 1 heure du matin, la baisse de température était telle qu'elle entraînait un arrêt des attaques à l'extérieur. Il a aussi observé durant la même période (début de saison sèche) quelques attaques à l'extérieur en plein jour. J'ai personnellement observé des phénomènes semblables, mais sur une moindre échelle, en Haute-Volta, dans les régions de Tougan et de Bobo Dioulasso.

Heures d'entrée et de sortie, mouvements dans les habitations : De Meillon, au Transvaal, a trouvé que les adultes entrent à partir de 20 heures, avec un maximum d'entrées vers 23 heures pour les femelles et vers 5 heures du matin pour les mâles. Haddow, au Kenya, a enregistré une entrée lente de 20 heures à 2 heures du matin et une entrée rapide de 3 à 5 heures du matin. Ribbands, en Afrique Occidentale, signale 70 % d'entrées avant minuit et 30 % après et trouve que 97 % des adultes restent dans les maisons après l'aube; il a trouvé que le vol était partiellement inhibé au cours des périodes sans lune et que lorsque la lune se levait les moustiques pénétraient alors dans les habitations en grand nombre.

Barber et Gordon, au Libéria et en Sierra-Léone, ont constaté qu'ils trouvaient tous les jours dans les cases le même pourcentage de femelles à ovaires bien développés et que des captures quotidiennes dans une même case permettaient de prendre chaque jour à peu près le même nombre d'adultes; ils en concluent que la population des habitations se renouvelle complètement toutes les 24 heures. Vincke et Peeters, au Katanga, constatent que les femelles ne quittent les maisons où elles se sont gorgées que lorsqu'elles sont prêtes à pondre. De Meillon, au Transvaal, en examinant la population entrant et sortant des cases a constaté que la majorité des entrants venaient d'éclore ou de pondre et que la majorité des sortants étaient prêts à pondre; il en conclut que les femelles entrent dans la case pour s'y nourrir et y restent pendant tout leur développement ovarien. Ces divers auteurs sont unanimes sur le fait qu'il n'y a pas de retour dans une maison déterminée après la ponte. Wilkinson, en Ouganda, en employant des trappes de sortie dans des cases de bois et fibre agglomérée, trouve le matin pour 100 femelles capturées : 26 gorgées sur les murs, 23 à jeun sur les murs, 29 gorgées et 22 à jeun dans les trappes; dans des cases en torchis et chaume les chiffres correspondants sont respectivement 29 - 33 - 17 - 21; cela correspond à une oxophilie nette des femelles gorgées, dont 50 % environ vont digérer hors de la case et cela indique également une préférence marquée pour les cases en torchis et paille, plutôt que pour les cases en bois et fibre agglomérée. Davidson, au Kenya, dans des cases en torchis et paille, munies de trappes de sortie relevées à l'aube et après le crépuscule trouve, pour 100 femelles de chaque groupe de capture :

pour 100 femelles	à jeun	partiellement gorgées	gorgées et partiellement gravides	gravides
trouvées le matin dans la case	9	17	68	6
quittant la case le soir	41	17	5	37
quittant la case la nuit ou à l'aube	82	11	4	3

Ces observations correspondent, si la case piège est représentative des habitations de la région étudiée, à une endophilie très nette, les femelles gorgées digérant et murissant leurs oeufs dans la case et la quittant pour aller pondre.

Les études les plus complètes ont été faites par Gillies dans la zone sublittorale du Tanganyika; il utilisait des cases dans chacune desquelles dormaient deux hommes et qui étaient munies de trappes de sortie. Il a observé

que 5 % des femelles gorgées quittaient les cases aussitôt après s'être nourries, que 3% des semigravides les quittaient 12 à 24 heures après avoir pris le repas de sang et, qu'en saison chaude, les captures de femelles gravides donnent des chiffres 30 % plus bas que les captures de femelles gorgées, la différence provenant des femelles gravides réfugiées dans des abris extérieurs; cette différence atteint 50 % en saison froide, alors que le cycle gonotrophique dure trois jours au lieu de deux. Il a en outre remarqué que la rentrée des femelles gravides dans des abris inhabités s'effectue à l'aube et qu'il ne semble pas y avoir de raison impérieuse à cette exophilie partielle puisque les femelles restées dans les habitations ne présentent aucune mortalité particulière. En même temps, il a fait la recherche systématique des anophèles dans les refuges autres que les habitations; comme il est souvent difficile de capturer les moustiques en exophilie, car leurs abris naturels sont peu nombreux et souvent d'accès difficile, il a placé dans la zone étudiée de nombreux refuges artificiels dans des emplacements jugés favorables. Il a vérifié, lors des premières captures, que les récoltes faites dans les abris artificiels donnaient des populations comparables à celles trouvées dans les abris naturels les plus voisins. Il a vérifié aussi par l'examen des oeufs qu'il s'agissait bien d'A. funestus et non d'A. rivulorum, ni d'A. lesoni qui existent également dans la même région. Il a fait les constatations suivantes qui confirment l'exophilie importante déduite de l'étude de la population anophélienne des cases : les captures globales de femelles en exophilie se composent de 42 % à jeun, 7 % gorgées et 51 % gravides. Dans un rayon de 200 mètres autour des habitations, on trouve 1 femelle gorgée pour 5 gravides et, à plus de 200 mètres, on trouve 1 femelle gorgée pour 37 gravides. En saison froide, on trouve un plus fort pourcentage de femelles gravides loin des maisons qu'en saison chaude; les pourcentages n'étant pas modifiés à proximité des habitations, près des 2/3 des femelles exophiles sont réfugiées à proximité des cases. Les refuges extérieurs exposés au soleil sont occupés assez tôt, puis abandonnés ensuite en faveur des abris plus ombragés. La construction d'une habitation à 10 mètres d'un abri naturel fait diminuer dans de très fortes proportions sa population, mais semble faire augmenter sensiblement celle d'un autre abri situé à 200 mètres. De l'étude des funestus attaquant à l'extérieur, il conclut que la grande masse des femelles trouvées en exophilie se sont gorgées dans les habitations. En étudiant les A. funestus pris dans des abris naturels sur un autre point de la côte du Tanganyika, Muirhead Thomson avait trouvé 40 % de femelles gorgées contre 60 % de femelles gravides.

Ces différentes observations indiquent des variations considérables sur le comportement d'une région à une autre chez une espèce généralement considérée comme manifestant un endophilisme très strict et montrent combien il faut être prudent avant de généraliser dans une vaste zone les résultats d'une campagne antipaludique faite par l'emploi d'insecticides à action rémanente, alors même qu'elle a réussi dans une région voisine.

Distance de vol : De Meillon a étudié au Transvaal la répartition des adultes dans une région où il n'y avait qu'un seul gîte larvaire. Il a constaté que le nombre des adultes trouvés par case diminuait rapidement avec la distance et que 20 % d'entre eux seulement se trouvaient à plus de 800 mètres du gîte, en l'absence de vent. Le même auteur, en marquant des funestus en Rhodésie du Nord enregistra des vols allant jusqu'à 4,5 et même 7 km. dans le sens du vent pour des gîtes très prolifiques, et allant jusqu'à 3 km dans une direction per-

pendiculaire à celle du vent. Hopkins, en Uganda, considère que 800 mètres est la portée pratique maxima, bien qu'Adams, en Rhodésie, ait constaté que le contrôle de tous les gîtes sur une bande de 2,5 km, perpendiculaire à la direction des vents dominants, n'empêchait pas l'arrivée d'adultes d'A. funestus à partir des gîtes non contrôlés. En haute-Volta, j'ai constaté dans la vallée du Sourou que la distance entre les villages et le seul gîte existant était couramment de 3 à 5 km, et la présence de femelles porteuses de sporozoïtes impliquait plusieurs pontes préalables, c'est-à-dire plusieurs allers et retours sur des distances de 3 à 5 km. Dans ces conditions, le nombre de femelles par case était plus faible dans les villages éloignés du gîte larvaire que dans les villages rapprochés, mais la différence de densité était toutefois bien moins grande qu'on aurait pu le penser; il est vrai que chacun des villages constituait en général le seul lieu habité à une dizaine de kilomètres à la ronde.

Le transport mécanique de cette espèce a été observé principalement par Adams qui, en Rhodésie du Nord, a capturé jusqu'à 90 adultes dans un wagon de voyageurs et 103 dans un wagon de marchandises.

Rôle dans la transmission du paludisme : A. funestus est l'un des deux principaux vecteurs du paludisme en Afrique et en beaucoup de régions, notamment en A.O.F.; il joue un rôle au moins aussi important qu'A. gambiae. Dans les régions où la population d'adultes est assez stable, elle est responsable du paludisme endémique, mais rarement des épidémies. Le rôle joué exactement en un point donné dépend beaucoup de la présence des autres vecteurs, principalement d'A. gambiae, ainsi que de la concordance éventuelle de la saison de transmission des différents vecteurs.

Voici les index sporozoïtiques donnés par De Meillon en 1947 :

Nigeria	Ibadan	6,9	Lagos	12,8
Sierra Leone		4,1		
Libéria		1,9		
Uganda		1,4 à 9,4		
Congo Belge		4,2		
Kenya		0,24 à 15,8		
Nyasaland		0,5		
Rhodésie du Sud		7		
Transvaal	Swellengrebel	27	De Meillon	22
Cameroun	Vaucel		30/405 =	7,4

et quelques renseignements postérieurs à 1947 :

Cameroun	Adam	9/467 =	1,9
Nord Nigérie	Bruce-Chwatt	3,5 sur plusieurs milliers de dissections	
Haute Volta - Soudan			
Côte d'Ivoire	Holstein	311/3059 =	10,1
Haute-Volta - Dahomey	Hamon	771/17551 =	4,3

Voici enfin, pour deux régions de la zone soudanienne de Haute-Volta, les fluctuations saisonnières de la population d'A. funestus et de son degré d'infection en fonction de la pluviométrie et de la nature des gîtes larvaires :

Dans la région de Bobo Dioulasso, la majorité des gîtes sont temporaires, constitués par des marigots et des marécages; les grandes rivières permanentes contiennent peu ou pas de larves d'A. funestus. Les fortes pluies vont d'avril à octobre, avec une moyenne de 1100 mm d'eau par an. Le nombre des femelles pris pas case est à son minimum en avril-mai, c'est à dire un mois et demi environ après le début des premières pluies; puis il augmente régulièrement jusqu'en août, quatre mois et demi après les premières pluies, atteignant un niveau environ 6 fois plus élevé que son niveau minimum et y restant jusqu'en janvier, c'est à dire deux mois après les dernières pluies. La décroissance est ensuite régulière jusqu'en avril-mai. Les index sporozoïtiques présentent de fréquentes variations qu'il est difficile de relier aux fluctuations de nombre ou de pluviométrie et oscillent entre 3 et 8,5. Voir les planches 1 et 2.

Dans la région de Banfora, la majorité des gîtes sont constitués par des marécages permanents, une grande rivière permanente où l'on trouve fréquemment des larves d'A. funestus et par des rizières qui ne sont pas inondées toute l'année. La pluviométrie est très voisine de celle de Bobo Dioulasso, mais légèrement plus forte et approche 1200 mm par an. Le nombre des femelles pris par case est à son minimum en mars-avril-mai, c'est à dire au moment du début des pluies, puis augmente avec quelques à coups jusqu'en octobre où le niveau est alors 10 fois plus élevé environ que celui de mars-mai; il diminue ensuite rapidement. Les index sporozoïtiques varient de façon tout à fait anarchique et vont de 0 à 13. Voir les planches 3 et 4.

De ces deux études, on peut tirer les conclusions suivantes : la semi-permanence des gîtes larvaires, en zone de savanes soudaniennes, à saison sèche bien individualisée, n'est pas accompagnée d'un niveau relativement constant de la population de funestus. Le froid n'entre en ligne de compte que très secondairement car le niveau le plus bas de la population anophélienne correspond à la période de l'année la plus chaude. La raréfaction des larves est donc probablement causée par la pollution excessive de l'eau des gîtes larvaires; on constate d'ailleurs quelques mois après la fin des pluies le remplacement des larves de funestus par celles de rufipes dans la plupart des marécages. Le niveau le plus élevé de la population ne s'observe que 4 à 6 mois après les premières grandes pluies.

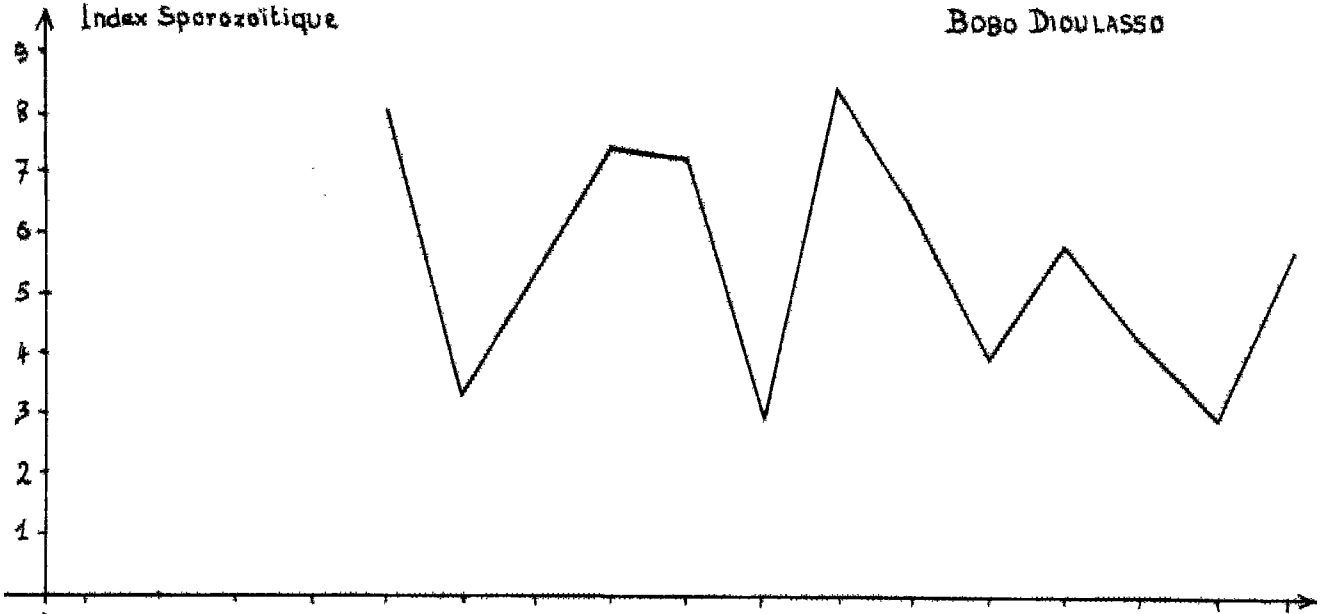
Les observations faites dans la région de Thiès, au Sénégal, et par Adam, dans la région de Garoua, au nord Cameroun, correspondent tout à fait à celles effectuées en Haute-Volta.

Indices maxillaires : Adam à Garoua : 13 sur 100 spécimens
(voir planche 5)

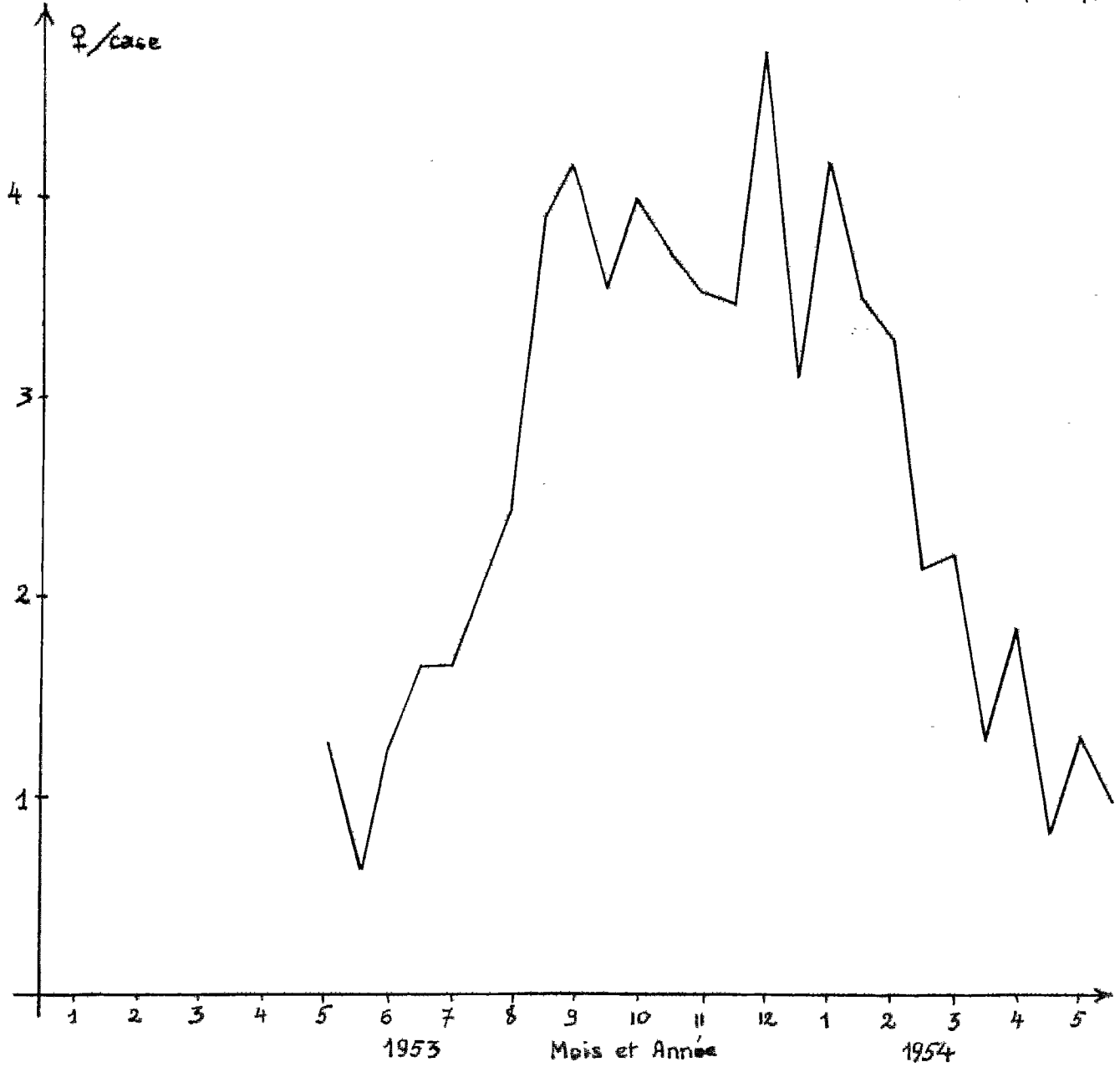
Hamon à Bobo Dioulasso : 12,4 sur 107 spécimens

Index Sporozoïtique

BOBO DIULASSO

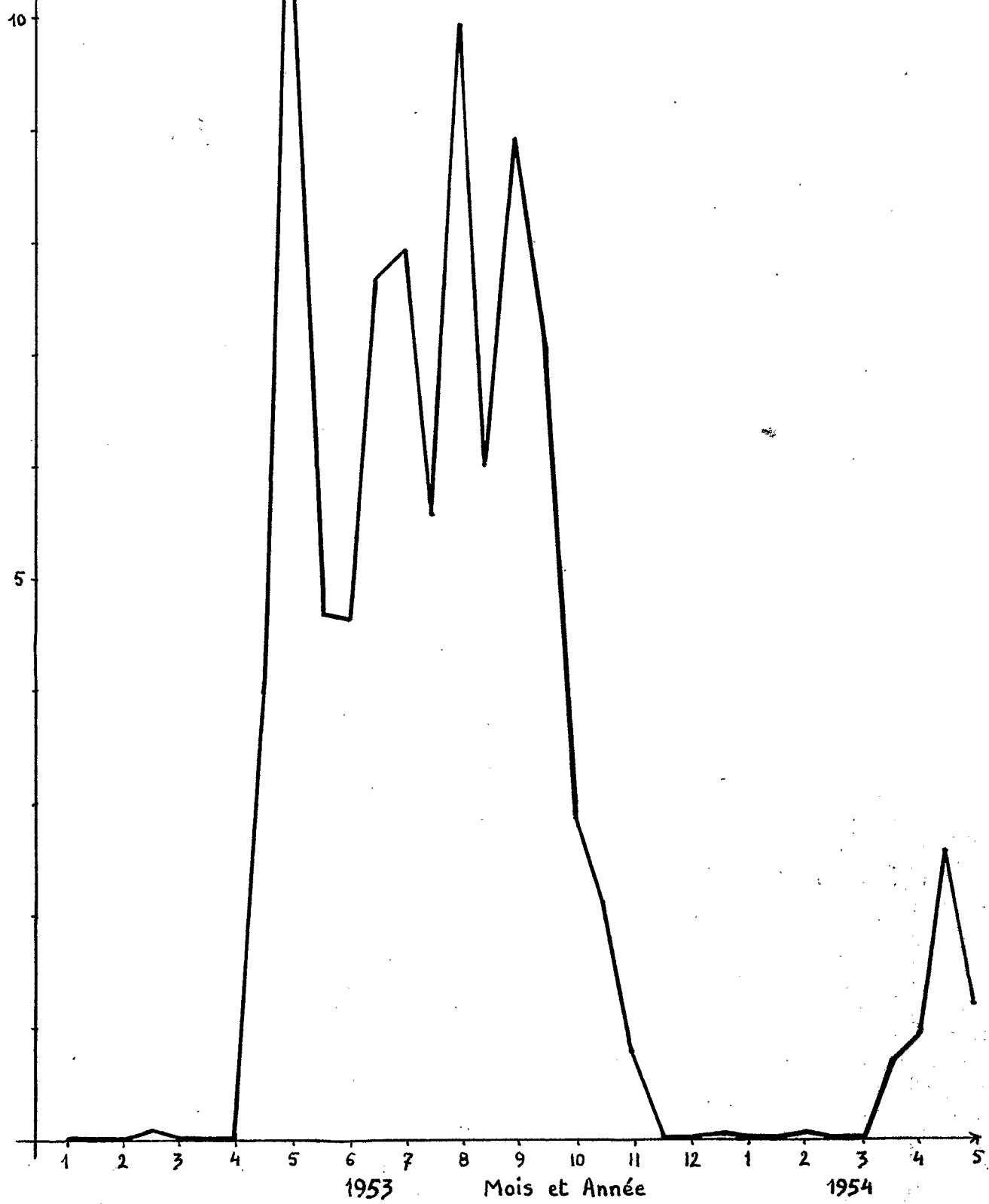


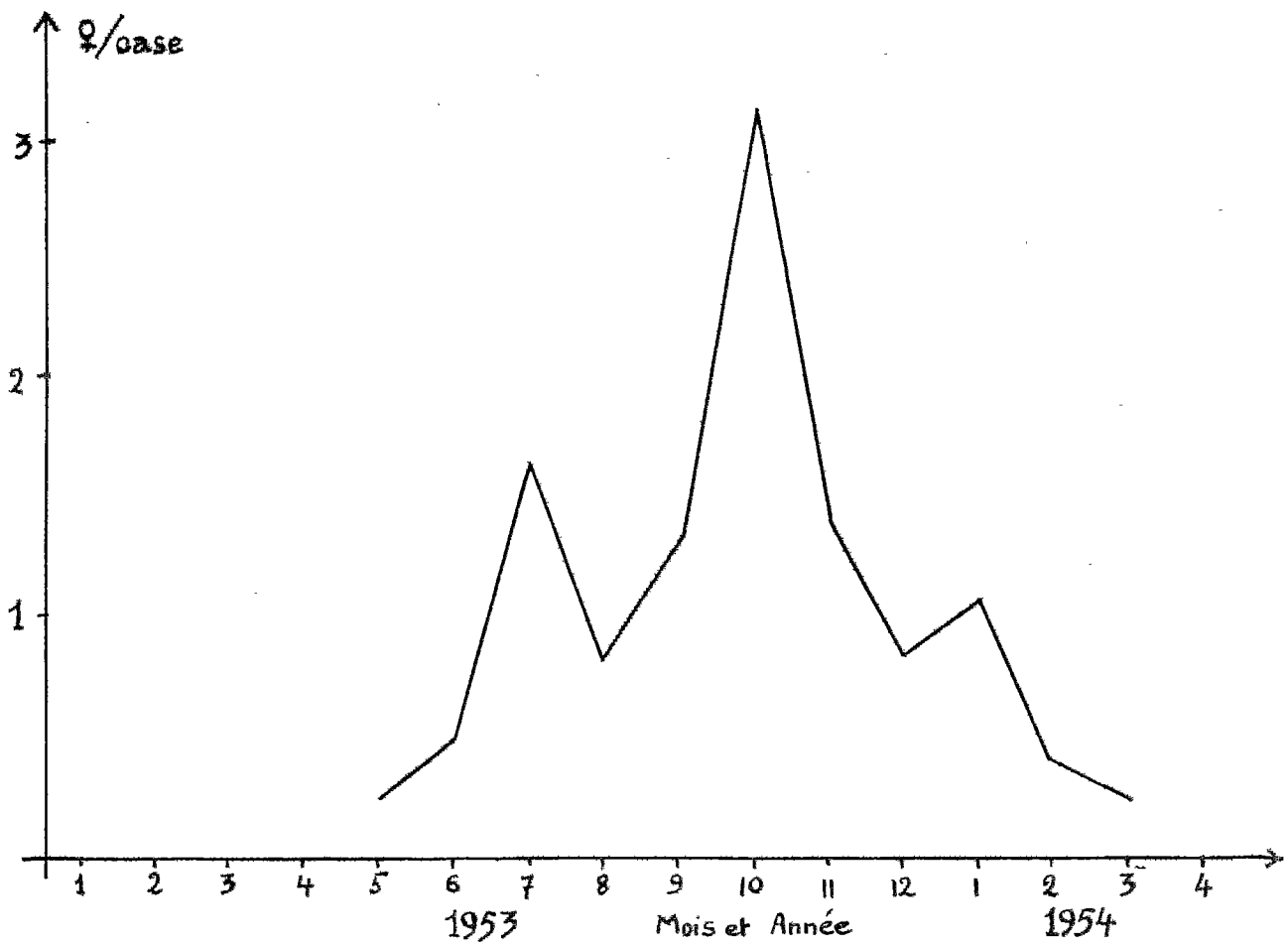
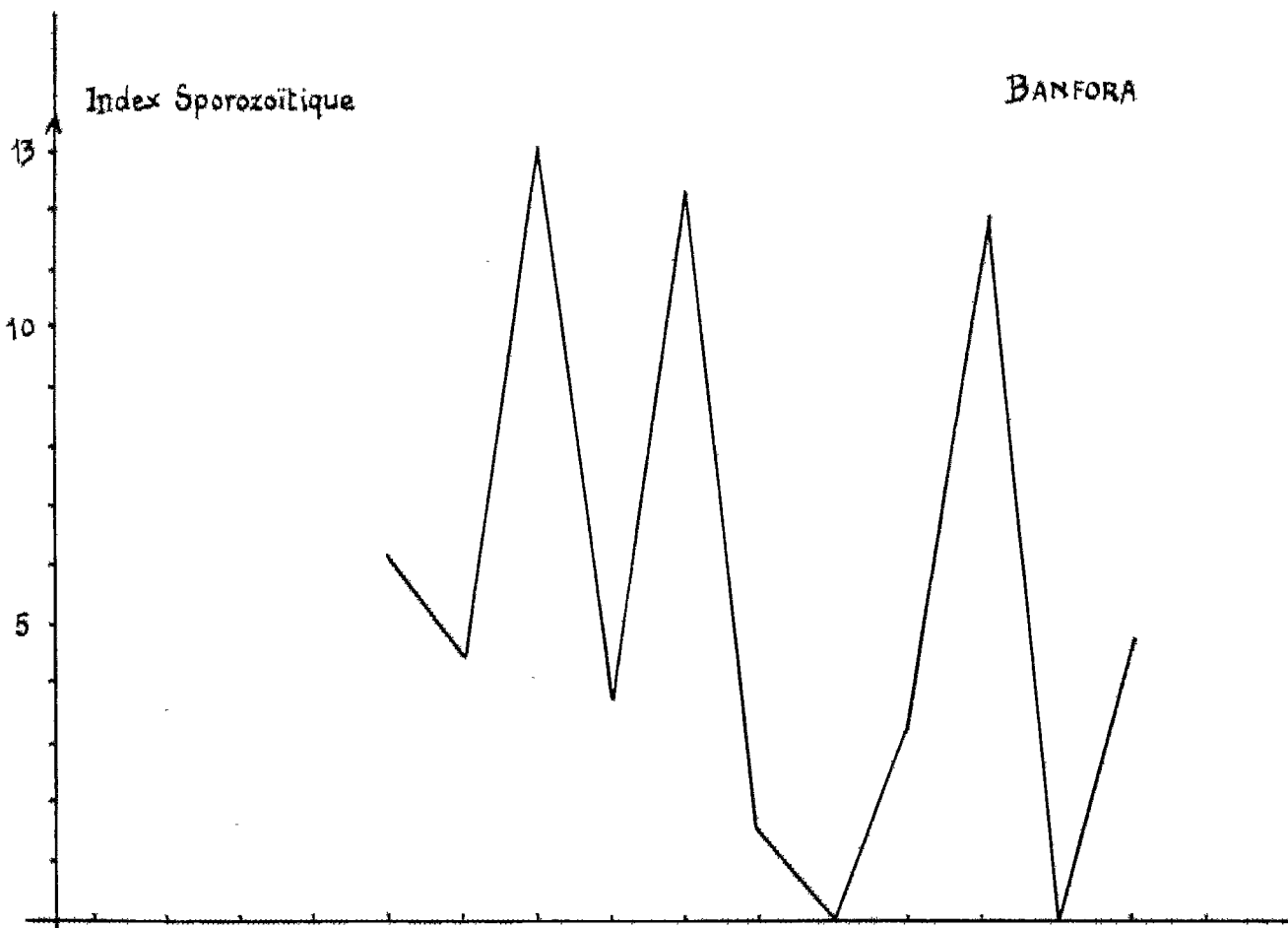
♀/case



BOBO DIOLASSO

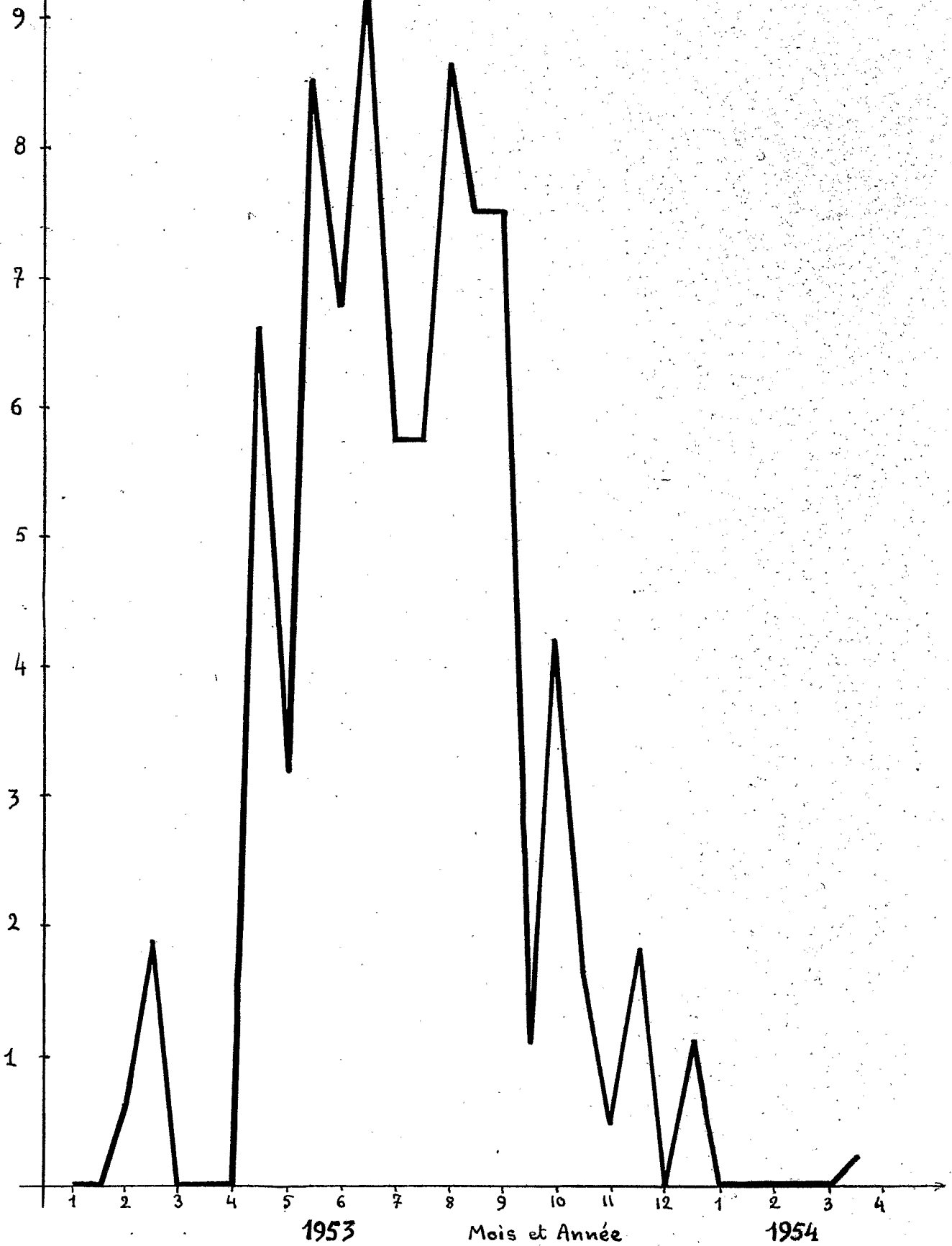
↑ millimètres d'eau
tombés en moyenne
par jour de la
quinzaine





millimètres d'eau tombés en moyenne
par jour de la quinzaine

BANFORA



Index maxillaires d'*Anopheles funestus* pris dans des cases à BOBO DIULASSO

