



13 JUL 1971

WHO/VBC/70.193

ORIGINAL : FRANCAIS

CONTRIBUTION A L'ETUDE BIOLOGIQUE ET ECOLOGIQUE DE
CULEX PIPIENS FATIGANS WIEDEMANN, 1828 (DIPTERA, CULICIDAE)
DANS UNE ZONE URBAINE DE SAVANE OUEST-AFRICAINE
DYNAMIQUE DES POPULATIONS PRE-IMAGINALES

par
R. Subra¹

C. I. S. T. O. M.
Collection de Références
n° 4828

1. INTRODUCTION

Culex p. fatigans est l'espèce de moustique la plus fréquemment rencontrée dans la ville de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta, où ses principaux gîtes sont constitués par les puisards recueillant les eaux usées et une partie des eaux de pluie.

A Bobo-Dioulasso l'abondance des adultes de Culex p. fatigans varie de façon importante au cours de l'année. Divers facteurs peuvent être responsables de ces variations de fréquence, soit en agissant directement sur les populations imaginaires, soit en influençant ces dernières par une action portant sur les populations pré-imaginaires.

Les facteurs intervenant directement sur les populations imaginaires ont été étudiés par ailleurs et nous présentons ici certaines des recherches faites sur les variations saisonnières des populations larvaires et nymphales de Culex p. fatigans occupant les puisards.

Lors d'une enquête préliminaire une série de prélèvements hebdomadaires avait été effectuée dans une dizaine de puisards. Nous avons très rapidement observé que les proportions des différents stades pré-imaginaires variaient de façon importante au cours de brèves périodes, inférieures à une semaine. Dans certains cas, les larves âgées et les nymphes étaient fort rares, dans d'autres elles représentaient au contraire la grande masse de la population du puisard considéré. Il semblait y avoir là un phénomène fort important dont l'étude méritait d'être approfondie. Dans un premier temps, cette étude a été menée sur le terrain afin d'avoir une confirmation du phénomène et d'apprécier sa fréquence. Dans un deuxième temps, elle s'est poursuivie au laboratoire afin que soient déterminés les facteurs responsables de ces variations.

2. RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES

Andrewartha (1961) estime que 4 facteurs majeurs conditionnent les chances de survie ou de multiplication des espèces animales : les facteurs climatiques, la nourriture, l'action des autres animaux et des organismes pathogènes, l'espèce vitale. Au cours de notre étude nous examinerons aussi l'effet mécanique que peuvent avoir les précipitations sur le devenir de certains gîtes larvaires.

¹ Entomologiste médical, Mission ORSTOM auprès de l'OCCGE, B.P. 171, Bobo-Dioulasso, Haute-Volta.

The issue of this document does not constitute formal publication. It should not be reviewed, abstracted or quoted without the agreement of the World Health Organization. Authors alone are responsible for views expressed in signed articles.

Ce document ne constitue pas une publication. Il ne doit faire l'objet d'aucun compte rendu ou résumé ni d'aucune citation sans l'autorisation de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les opinions exprimées dans les articles signés n'engagent que leurs auteurs.

Ent. Med. C. R.

La température est un facteur climatique déterminant dans la dynamique des populations pré-imaginales de moustiques. Elle conditionne leur vitesse de développement, comme l'a montré Gaschen (1932) avec Culex pipiens (race autogène), agissant surtout sur la durée d'évolution larvaire et à un degré moindre sur la durée d'évolution nymphale. Ces durées d'évolution sont respectivement pour les larves et pour les nymphes de 26 et 2 jours à des températures variant entre 22° et 25°C, de 48 et 9 jours à des températures oscillant entre 14° et 15°C. Cette influence de la température sur la vitesse de développement larvaire a été également étudiée par Bar-Zeev (1958) sur Aedes aegypti. Cet auteur a observé que le développement larvaire était inhibé non seulement par les basses températures, mais également par les températures élevées (38°C). Le développement le plus rapide a été obtenu dans les élevages dont l'eau était maintenue à une température de 32°C.

L'influence de la nourriture se manifeste au niveau de l'individu et au niveau de la population. Au niveau de l'individu, la nourriture influe sur la taille et sur la vitesse de développement. Roubaud & Treillard (1934) ont montré que des larves d'Anopheles maculipennis convenablement nourries se développent plus rapidement et atteignent une taille plus grande que des individus recevant une nourriture moins riche.

Le devenir d'un individu est également conditionné par l'action qu'exercent sur lui les autres animaux. L'influence de la nourriture au niveau de la population se rattache d'ailleurs à ce facteur. La concurrence pour l'attribution de la nourriture peut s'établir entre animaux de la même espèce ou entre animaux d'espèces différentes. Entre animaux d'une même espèce, une nourriture non appropriée aura pour effet de limiter le nombre des individus de cette population. Roubaud & Treillard (1934) ont montré que la proportion d'adultes obtenue à partir de larves d'Anopheles maculipennis est d'autant plus élevée que ces larves ont reçu une nourriture plus appropriée. Dans ce cas, seuls pourront survivre les individus les plus compétitifs. Ce phénomène peut s'appliquer en particulier aux populations composées d'individus âgés, de grande taille, qui utilisent la plus grande partie de la nourriture disponible, ralentissant ainsi le développement ou même empêchant la survie des individus plus jeunes, moins compétitifs. Ce type de compétition peut s'établir entre individus d'espèces différentes, soit que les deux espèces soient en concurrence pour l'attribution d'une nourriture identique, soit que l'une soit prédatrice et ne puisse se développer qu'au détriment de l'autre. Dans certains cas d'ailleurs, la présence de très nombreuses proies n'entraîne pas forcément une augmentation corrélative du nombre des prédateurs comme l'a observé Ikeshoji (1966) à Rangoon où, en dépit d'énormes densités larvaires de Culex p. fatigans, les populations de Culex (Lutzia) fuscans demeurent à un niveau très bas.

L'interaction qu'exercent entre eux les individus d'une même espèce ou d'espèces différentes peut se situer à un niveau autre que celui de la nourriture. Roubaud & Toumanoff (1930) avaient observé, au laboratoire, que l'accumulation de déchets toxiques rejetés par les larves de Culex pipiens au cours de leur développement pouvait ralentir la croissance de ces larves ou même entraîner une forte mortalité chez les larves âgées. Cette action toxique des déchets est particulièrement sensible lorsque des jeunes larves sont introduites dans des eaux déjà utilisées pour des élevages de larves plus âgées, comme l'ont montré en laboratoire Roubaud & Gaschen (1932) avec Anopheles maculipennis. Lorsque deux espèces de moustiques, Aedes aegypti et Culex pipiens, sont élevées ensemble à l'état larvaire, les populations d'Aedes aegypti peuvent avoir un effet inhibiteur sur le développement des populations de Culex pipiens (Peters et al., 1969). Cet effet est d'autant plus marqué que le pourcentage d'Aedes aegypti dans la population totale est plus élevé. Malheureusement, ce phénomène extrêmement intéressant n'a pu être expliqué de façon valable par les auteurs. Aedes aegypti, moins sensible sans doute à la pollution du milieu, se montre également plus compétitif qu'Aedes triseratus, lorsque ces deux espèces cohabitent à l'état larvaire en laboratoire (Wilton, 1968). Sur le terrain, lorsque dans un gîte larvaire coexistent plusieurs espèces de moustiques, les densités larvaires de chaque espèce sont parfois limitées par un phénomène de compétition dont le mécanisme, dans ce cas également, n'a pu être expliqué (Graham et al., 1962).

La plupart des observations consacrées aux larves de moustiques qui viennent d'être citées ont été faites au laboratoire. Elles ont porté sur des individus placés en élevage à un jour donné et dont on suivait ensuite le devenir jusqu'à ce qu'ils atteignent le stade nymphal ou le stade adulte. Or, dans la nature, il y a un apport permanent de population provenant de l'éclosion des jeunes larves. C'est le devenir de telles populations composées d'individus de tous les âges que nous avons tenté de suivre dans le présent travail, tant sur le terrain qu'au laboratoire.

3. OBSERVATIONS PERSONNELLES

3.1 Observations sur le terrain

3.1.1 Méthodes de travail

3.1.1.1 Gîtes larvaires

Il existe à Bobo-Dioulasso 3 types de gîtes où peuvent se développer les larves de Culex p. fatigans : les puisards, les fossés et caniveaux, les récipients divers. Seuls les puisards ont été retenus pour la présente étude, d'autant qu'ils constituent les gîtes les plus nombreux et les plus productifs et que l'échantillonnage de leur population larvaire est particulièrement aisé. Une autre espèce de moustique, Culex cinereus, peut également cohabiter dans les puisards à l'état larvaire avec Culex p. fatigans. D'une façon générale cette espèce s'accommode d'eaux plus polluées que Culex p. fatigans. Cinq puisards ont été suivis de façon continue au cours de cette étude. Pour la commodité de l'exposé, ils ont été numérotés de 1 à 5.

Le puisard N° 1 a été essentiellement prospecté en 1967, du 14 septembre au 8 janvier 1968. Cette période couvrait la fin de la saison des pluies, le début de la saison sèche et une partie de la saison sèche froide. Ce puisard était un trou aux contours mal définis, creusé au flan d'un talus assez abrupt. Son orifice était limité sur une partie de son pourtour par des briques grossièrement placées côte à côte et scellées avec de la boue. Le trop-plein de ses eaux s'évacuait par filtration par les jointures de ces briques. Il recueillait des eaux de toilette et de faibles quantités d'eau de pluie.

Les quatre autres puisards (planche 1) ont été prospectés du 21 août 1968 au 19 décembre 1968. Cette étude a donc débuté au plus fort de la saison des pluies, et s'est poursuivie jusqu'à la saison froide.

Le puisard N° 2 était creusé dans un sol imperméable et son orifice était entouré d'une ceinture de pierres, à la base de laquelle aucune filtration n'était possible, comme dans le puisard N° 1. Un mince chenal taillé dans cette ceinture permettait l'écoulement du trop-plein des eaux. Ce puisard recueillait non seulement des eaux de toilette, mais également de grandes quantités d'eau de pluies provenant des toits avoisinants. Le niveau d'eau du puisard affleurait à la surface du sol et, durant la saison des pluies, le trop-plein s'écoulait presque quotidiennement à l'extérieur en entraînant de nombreuses pontes et des jeunes larves.

Le puisard N° 3, creusé dans un sol relativement perméable, recueillait des eaux de toilette et de petites quantités d'eau de pluie. Son orifice était entouré d'un mince collier de ciment qui dépassait la surface du sol d'une dizaine de centimètres. Le trop-plein des eaux s'évacuait par des infiltrations à la base de ce collier de ciment. Aussi son volume d'eau demeurait-il pratiquement constant et, même en saison des pluies, sa surface n'était l'objet d'aucune perturbation sérieuse, capable d'entraîner au dehors des pontes ou des jeunes larves.

Le puisard N° 4 était normalement alimenté par les eaux de toilette et par de faibles quantités d'eau de ruissellement. Ces eaux de toilette étaient amenées dans le puisard par un chenal. Lorsque nos observations ont débuté, le chenal qui amenait les eaux de toilette était détérioré. Ces eaux se déversaient à l'extérieur du puisard qui n'était plus alimenté que par de faibles quantités d'eau de ruissellement. Son niveau était à peu près constant.

Le puisard N° 5 était du même type que le puisard N° 2. En saison des pluies, il recueillait, outre les eaux de toilette, d'importantes quantités d'eau de pluie, et débordait fréquemment.

3.1.1.2 Echantillonnage des gîtes larvaires

Bradley (in Boyk, 1949) décrit divers appareillages et différentes méthodes utilisés pour échantillonner les populations pré-imaginaires de moustiques. En fait, la plupart des auteurs effectuent des prélèvements normalisés à l'aide de filets calibrés. Dans le sud de la France, Rioux et al. (1965) mesurent par cette méthode les variations des densités pré-imaginaires de Culex pipiens pipiens L. tout au long d'un cours d'eau. En République Arabe Unie, Soliman et al. (1967) mesurent de même les variations annuelles des populations larvaires d'Anopheles pharoensis. De très nombreux auteurs américains mesurent les densités pré-imaginaires en prélevant une certaine quantité d'eau, à l'aide d'une louche, soit pour évaluer l'efficacité de produits larvicides (Chapman & Lewallen (1963); Mulla et al. (1964); Lewis et al. (1965); Ludwig & McNeil (1966); Stevens & Stroud (1957)), soit pour échantillonner des populations larvaires dans un gîte donné (Breeland & Pickard, 1963 et 1967), soit pour comparer les peuplements culicidiens de différents types de gîtes (Rees & Anderson, 1966).

Dans le cas particulier des gîtes larvaires de surface réduite, qui sont les gîtes à Culex p. fatigans les plus fréquents à Bobo-Dioulasso, Basu (1967) préconise un minimum de 5 prélèvements à l'aide d'une épuisette normalisée. Pour notre part, nous avons effectué dans les puisards prospectés des prélèvements à la louche. En 1967 (puisard N° 1), 8 prélèvements étaient effectués sur le pourtour du gîte, où les formes pré-imaginaires étaient réparties de façon homogène. En 1968, aux 8 prélèvements périphériques, nous avons ajouté un prélèvement au centre du puisard. Divers échantillonnages de contrôle effectués à quelques heures d'intervalle n'ont pas montré entre eux de différences significatives. Ces prélèvements n'intéressaient que les nymphes. Les larves étaient remises dans les puisards et les nymphes étaient transportées au laboratoire jusqu'à leur éclosion. Des formes pré-imaginaires de Culex cinereus pouvant dans certains cas cohabiter avec celles de Culex p. fatigans, il était plus facile de séparer ces deux espèces à l'éclosion nymphale. D'autre part, il était possible de calculer le sex-ratio de ces populations et cette donnée devait par la suite se révéler riche d'enseignements. Nos prélèvements étaient effectués un jour sur deux. En effet, durant la saison des pluies et le début de la saison sèche, la durée de la vie nymphale chez Culex p. fatigans est de l'ordre de 40 heures, ce qui nous permettait ainsi, au cours de chaque échantillonnage, de prélever une nouvelle tranche de la population étudiée.

3.1.2 Résultats

3.1.2.1 Puisard N° 1 (figure 1)

Lorsqu'ont débuté nos observations, les 2 espèces Culex p. fatigans et Culex cinereus, cohabitaient dans le puisard. Les densités nymphales de Culex p. fatigans passent par une série de maxima et minima très marquée. Le sex-ratio calculé lors de chaque prélèvement montre un excédent de mâles lorsque les courbes représentant ces variations sont dans leur partie ascendante et un excédent de femelles lorsqu'elles sont dans leur partie descendante. Notre méthode d'échantillonnage est donc valable car, lorsqu'une population culicidienne en est à ses débuts, les nymphes les premières écloses donnent essentiellement des mâles, les dernières écloses donnant surtout des femelles (Qutubuddin, 1952; Rachou, 1954).

La courbe représentant les variations des densités de populations nymphales de Culex cinereus passe également par une série de maxima et minima, dont certains sont d'ailleurs moins bien marqués que dans le cas de Culex p. fatigans. Cela pourrait être dû au fait que la durée de la vie nymphale chez Culex cinereus étant supérieure à 48 heures, une même tranche de population était échantillonnée 2 fois lors de 2 prélèvements successifs.

Notre représentation graphique s'achève à la date du 21 décembre 1967, bien que nos observations se soient poursuivies jusqu'au 10 janvier 1968. A partir du 23 décembre 1967 les densités nymphales de Culex p. fatigans vont à nouveau passer par un maximum puis décroître jusqu'à zéro à la date du 10 janvier. Dans les semaines suivantes, il ne sera plus récolté de nymphes dans ce puisard. Les densités nymphales de la population qui occupe le puisard à partir du 29 novembre 1967 ont une valeur sensiblement constante du 7 décembre 1967 au 13 décembre 1967. Elles augmentent ensuite et l'aspect de la courbe ne diffère guère de celui des autres courbes. La courbe du sex-ratio nous permet de conclure que nous avons une population unique du 29 novembre 1967 au 21 décembre 1967. L'évolution de cette population ainsi que de la suivante s'effectue de façon très lente, contrairement à ce que nous avons observé jusque-là. Les températures de l'eau du puisard qui, jusqu'à la fin novembre, avaient été de l'ordre de 24-25°C, s'abaissent jusqu'à 19-20°C. Cela amène un ralentissement du développement pré-imaginal. Cet allongement de la vie nymphale se traduit d'ailleurs par des chiffres de capture plus élevés. Le sex-ratio calculé lors de chaque capture nous a donc montré que nous avons une suite de populations distinctes qui se succédaient dans le puisard. Nous avons calculé le sex-ratio de chacune de ces populations (tableau 1). L'écart réduit établi pour chacune d'elles n'est pas significatif jusqu'à la date du 25 novembre 1967, à l'exception d'une population pour laquelle cette signification est réduite (24 octobre 1967 au 3 novembre 1967). Pour les deux populations qui occupent successivement le puisard à compter du 27 novembre 1967, cet écart réduit est par contre très significatif, le pourcentage de mâles issus du puisard étant supérieur au pourcentage des femelles. Il est intéressant de constater que ce phénomène coïncide avec la disparition de Culex cinereus et le début de la saison froide. On doit donc admettre que cette baisse de température entraîne une modification du milieu, qui, rendu moins favorable, ralentit le développement des populations pré-imaginale et se traduit par une limitation de la proportion des formes du sexe femelle. Le Berre (1966) a observé un phénomène analogue avec les simulies. L'importance d'un tel phénomène ne sera pas discutée dans le présent travail puisque ses conséquences se font surtout sentir sur la dynamique des populations imaginale.

3.1.2.2 Puisard N° 2 (figure 2)

Nos observations ont débuté au plus fort de la saison des pluies. Comme nous l'avons indiqué en décrivant ce puisard, sa surface était très fréquemment balayée par les eaux de pluie qui entraînaient pontes et jeunes larves. Aussi les densités nymphales se maintiennent-elles à un niveau bas jusqu'à la fin de la saison des pluies. Elles passent ensuite par une série de maxima et minima comme dans le cas précédent. Culex cinereus n'était pas présent dans ce puisard.

3.1.2.3 Puisard N° 3 (figure 3)

Les eaux de ce puisard étaient beaucoup plus polluées que celles des autres gîtes; cela pourrait expliquer en partie que Culex cinereus soit l'espèce dominante et même unique pendant toute la durée de nos observations. Les densités nymphales passent ici aussi par une série de maxima et minima très marquée et l'espèce disparaît du puisard en fin de saison des pluies, bien que nous ayons pu observer de nombreuses pontes de Culex cinereus plusieurs semaines après la disparition des dernières nymphes.

3.1.2.4 Puisard N° 4 (figure 4)

Durant la saison des pluies le puisard N° 4 n'était alimenté que par des eaux de ruissellement, donc très pauvres en matières nutritives. Les densités nymphales demeurent à

un niveau bas et les adultes, mâles et femelles, sont de petite taille. Quelques jours après la fin des pluies, nous avons observé une très brusque augmentation du degré de pollution de l'eau du puisard en même temps que les densités nymphales augmentent très rapidement pour passer ensuite par une série de maxima et minima, comme précédemment. Cette augmentation des densités nymphales s'accompagne également d'une augmentation de la taille des adultes issus de ces nymphes.

3.1.2.5 Puisard N° 5 (figure 5)

Les observations dans ce puisard ont débuté le 21 août 1968. Comme dans le cas du puisard N° 2, les densités nymphales vont demeurer à un niveau très bas pendant toute la durée de la saison des pluies. Le début de ces observations n'a donc pas été reporté sur notre graphique. Quelques jours après les dernières pluies, d'énormes densités nymphales de Culex p. fatigans et Culex cinereus peuvent être observées dans le puisard. Un seul pic important sera observé pour Culex cinereus, plusieurs pics d'importance inégale seront observés pour Culex p. fatigans.

3.1.3 Discussion

Plusieurs points intéressants peuvent être dégagés de ces observations. Dans certains cas les pluies ont un rôle mécanique extrêmement important et elles peuvent même annuler la production de certains puisards. En l'absence de ce facteur, les densités nymphales de Culex p. fatigans passent par une série de maxima et de minima plus ou moins réguliers. Il s'agit là d'un phénomène général dans tous les puisards que nous avons étudiés. Il en est de même des densités de Culex cinereus. Il serait tentant d'expliquer ces observations par un phénomène de concurrence entre ces 2 espèces. Dans ces conditions les pics de la courbe de variation d'une population devraient correspondre avec les minima de la courbe de variation de l'autre population. Cette correspondance ne serait d'ailleurs pas absolue, puisque les durées de vie nymphale de l'une et de l'autre espèce ne sont pas équivalentes. Dans le cas du puisard N° 1 cette correspondance existe dans certains cas, mais ce phénomène ne se produit pas dans le puisard N° 5. Aussi sans exclure totalement cette explication nous ne la retiendrons pas comme une des causes essentielles de ces variations de densité, d'autant que le phénomène se produit aussi lorsqu'une seule espèce occupe un puisard (Culex cinereus dans le cas du puisard N° 3, Culex p. fatigans dans le cas des puisards Nos 2 et 4) ou lorsqu'une des deux espèces vient à disparaître (puisard N° 1). Trois autres causes peuvent alors expliquer ces variations :

- une périodicité dans le rythme de ponte des femelles gravides;
- une nourriture insuffisante qui, monopolisée par les larves âgées, plus compétitives, empêcherait le développement des jeunes larves;
- l'effet toxique des déchets des larves âgées, qui entraînerait la mort des jeunes larves.

Le premier de ces points a été vérifié sur le terrain, les deux autres au laboratoire. Le rythme de ponte quotidien a été étudié dans le puisard N° 2 (figure 2). Tous les jours, les pontes étaient prélevées dans ce puisard, comptées et placées dans un bac. Le lendemain, à l'éclosion, les larves de stade 1 étaient introduites dans le puisard. Les nacelles d'oeufs se désagrègent lentement même après l'éclosion des larves, il est parfois difficile de séparer les nacelles du jour, nouvellement pondues, de celles des jours précédents. En prélevant les pontes quotidiennement et en introduisant seulement des larves de stade 1 nous éliminons ce risque d'erreur. Nos observations ont débuté le 14 novembre 1968. Le nombre de pontes recueillies à cette date est relativement faible par suite d'une légère précipitation qui avait eu lieu la veille. Le 22 et le 23 octobre le nombre de pontes recueillies a été également faible pour la même raison que précédemment. Les autres jours, le nombre de pontes a été variable. Si au vu de la courbe on peut admettre qu'il y a une certaine périodicité dans le rythme de ponte, son amplitude n'est pas suffisamment importante pour expliquer les variations des densités nymphales. La cause de ces variations devait donc être trouvée par des expériences de laboratoire mettant en évidence l'influence de la nourriture et des déchets rejetés par les larves âgées.

3.2 Observations effectuées au laboratoire

3.2.1 Méthodes de travail

3.2.1.1 Etude de l'influence de la nourriture

Dans une première expérimentation nous avons étudié cette influence en partant de densités larvaires constantes, les quantités de nourriture variant de façon géométrique. Dans une première série de bacs contenant tous le même volume d'eau, nous avons ajouté tous les jours une ponte de C. p. fatigans en même temps qu'une certaine quantité de nourriture (0,15-0,45 et 1,35 g de biscuit de chien par jour). Nous avons opéré de même avec une deuxième série de bacs où nous ajoutions 2 pontes tous les jours (les quantités de nourriture disponible étaient de 0,1-0,3 et 0,9 g de biscuit de chien par jour).

Dans une deuxième expérimentation nous avons renouvelé ces observations, mais en les menant de front avec une nouvelle série d'observations où nous partions d'une quantité de nourriture constante, les densités larvaires variant de façon géométrique. Lors de cette deuxième expérimentation, nos observations portaient sur 3 bacs (a, b, c), et non plus sur un seul, pour chaque valeur "densité-nourriture". Dans la série "densités larvaires constantes-nourriture variable", nous ayons choisi comme valeur de la densité larvaire quotidienne une ponte, comme valeurs de la nourriture 0,05 g-0,15 g et 0,45 g/jour. Dans la série "nourriture constante-densités larvaires variables", la quantité de nourriture introduite quotidiennement dans les bacs était de 0,45 g/jour de biscuit de chien, le nombre de pontes étant de 1,4 et 16.

3.2.1.2 Etude de l'influence des produits d'excrétion

Dans des bacs d'élevage, nous avons placé au début de notre expérimentation un certain nombre de pontes. Les larves issues de ces pontes ont reçu quotidiennement une certaine quantité de nourriture. Lorsque ces larves ont atteint le stade 3, un bac a été sacrifié tous les deux jours et son eau filtrée. Cette eau était divisée en un certain nombre de lots dans lesquels étaient mises en élevage 100 larves de stade 1. Nous avons eu ainsi quatre séries de bacs d'élevage. L'eau de la première série renfermait, au moment de la filtration, des larves de stade 3, l'eau de la deuxième série des larves de stade 4 et quelques rares nymphes, l'eau de la troisième série des nymphes et quelques rares larves de stade 4, l'eau de la dernière série enfin renfermait seulement des mues nymphales. Le rendement de ces différentes eaux était mesuré par le nombre de nymphes obtenues dans chaque série en fin d'expérimentation.

3.2.2 Résultats

3.2.2.1 Influence de la nourriture

La figure 6 traduisant les résultats de la première expérimentation montre que, quelle que soit la quantité de nourriture offerte aux larves, nous obtenons des populations nymphales en déséquilibre. La production nymphale obtenue pour les valeurs 1 ponte/jour-1,35 g de nourriture/jour devient rapidement nulle. En effet, la nourriture nettement excédentaire fournie aux larves de cet élevage entraîne rapidement une trop grande pollution du milieu, impropre au développement larvaire. Ce cas excepté, les courbes obtenues passent par une série de maxima et de minima. Si on utilise la taille des adultes issus des nymphes produites dans les différents bacs comme critère d'une nourriture suffisante ou insuffisante, il semble que 0,45 g de biscuit de chien par jour constitue une quantité satisfaisante pour une population larvaire à laquelle on ajoute 1 ponte par jour, et 0,9 g par jour pour une population à laquelle on ajoute 2 pontes par jour (ceci dans les conditions de notre expérimentation, l'eau des élevages étant à une température moyenne de 25°C). En deçà de cette quantité, on obtient des adultes de plus petite taille, donc la nourriture apportée est insuffisante. Les résultats de la deuxième expérimentation (fig. 7 et 8) montrent également que nous obtenons dans tous les cas des populations en déséquilibre, que ce soit dans la série des valeurs "densités constantes-nourriture variable", ou dans celle des valeurs "densités variables-nourriture

constante". Les trois courbes obtenues pour chaque valeur "densité larvaire-quantité de nourriture" ne concordent pas exactement. Cela est peut-être dû au fait que le nombre de larves issues de chaque ponte n'était pas tous les jours rigoureusement identique, à moins qu'il ne se crée dans chaque bac un milieu particulier sous l'influence d'agents extérieurs (bactéries) introduits au cours des manipulations. Il est assez difficile de tirer des conclusions particulières de chacun des graphiques obtenus à partir de la deuxième expérimentation. Dans la série des valeurs "densités constantes-nourriture variable", nous noterons que les premières nymphes apparaissent plus rapidement dans les bacs recevant 0,45 g de nourriture par jour que dans ceux recevant simplement 0,05 g par jour. Cette observation est également valable dans la série "densités variables-nourriture constante" où les premières nymphes apparaissent plus rapidement dans les bacs où les densités de populations sont les moins élevées, ce qui indiquerait donc qu'une nourriture insuffisante retarde la production nymphale.

La valeur "1 ponte/jour-0,45 g/jour de nourriture" qui avait été retenue lors de la première expérimentation a été reprise pour la deuxième expérimentation. Les résultats obtenus pour cette valeur au cours des deux expérimentations ne sont pas concordants. Dans le premier cas, on obtient deux pics très marqués, dans le deuxième cas, le maximum de nymphes est obtenu le premier jour de la production nymphale. Cette disconcordance entre les deux résultats pourrait s'expliquer par le fait que lors de la deuxième expérimentation une plus grande prolifération bactérienne ait été favorisée par la température plus élevée des eaux d'élevage (28°-29°C contre 25°C lors de la première expérimentation). Cette plus grande prolifération bactérienne aurait par la suite limité les rendements nymphaux.

3.2.2.2 Influence des produits d'excrétion

Le tableau 2 montre qu'il n'y a guère de différence entre le rendement nymphal des eaux d'élevage ayant contenu des larves de stade 3 et le rendement des eaux témoins. Ce rendement s'abaisse considérablement lorsque les jeunes larves sont élevées dans des eaux ayant contenu des larves de stade 4 et quelques nymphes, il devient nul lorsqu'elles sont élevées dans des eaux renfermant une majorité de nymphes. Le rendement redevient normal lorsqu'on utilise des eaux ayant contenu des mues nymphales, après éclosion de toutes les nymphes. Il faut donc admettre que les eaux d'élevage renferment à certains moments une ou plusieurs substances toxiques empêchant le développement des jeunes larves. L'effet inhibiteur de ces substances est passager (2 ou 3 jours). Il se manifeste avec la plus grande intensité lorsque la plupart des individus constituant l'élevage ont terminé leur cycle larvaire, c'est-à-dire lorsque l'accumulation des déchets est maximum. La libération d'une substance toxique à partir des exuvies larvaires pourrait également provoquer la mortalité des jeunes larves. Nous avons vérifié cette hypothèse en élevant des jeunes larves dans des bacs contenant des exuvies larvaires, en nombre variable. Nous n'avons pas observé de différence significative entre le rendement nymphal obtenu dans ces bacs et celui obtenu dans les bacs témoins. L'hypothèse de l'effet toxique des substances de déchet émises par les larves âgées nous paraît donc l'explication la plus valable de la mortalité observée chez les jeunes larves élevées dans le même milieu que ces larves âgées.

3.2.3 Discussion

Si l'on utilise comme critère d'une quantité de nourriture insuffisante la taille des adultes issus des divers élevages (2 pontes/jour recevant 0,1 g/jour de nourriture dans la première expérimentation), il paraît logique, au moins dans ces cas là, que la courbe des densités nymphales passe par une série de maxima et de minima. La plus grande partie de la nourriture larvaire serait consommée par les larves de stade 4, plus compétitives que les larves plus jeunes. Lorsque ces larves de stade 4 sont transformées en nymphes, les générations suivantes de jeunes larves disposent d'une nourriture suffisante pour se développer normalement. Le phénomène semble plus difficile à expliquer lorsque la quantité de nourriture paraît suffisante (0,45 g/jour pour une ponte et 0,90 g/jour pour 2 pontes, lors de la première expérimentation). Dans ce cas, il paraît logique de faire intervenir l'hypothèse de l'accumulation des

déchets. Cette hypothèse semblerait trouver sa confirmation dans le fait que les courbes qui présentent les maxima et les minima les plus marqués sont justement celles correspondant aux quantités de nourriture les plus appropriées (0,45 g/jour pour une ponte et 0,90 g/jour pour 2 pontes lors de la première expérimentation). Une population importante de larves âgées provoquerait une accumulation importante de déchets, qui se traduirait par une forte mortalité chez les jeunes larves. Dans le cas d'une nourriture insuffisante, l'accumulation doit également jouer le même rôle que dans les autres cas, mais les populations de larves âgées étant numériquement moins importantes, les substances de déchets sont émises en quantité moindre et l'opposition entre les minima et les maxima paraît moindre évidemment. Dans le cas des élevages contenant une quantité de nourriture excédentaire, le phénomène paraît irréversible, la courbe de production nymphale tendant rapidement et définitivement vers zéro. Cette nourriture excédentaire pourrait provoquer une fermentation bactérienne intense qui rendrait le milieu rapidement impropre à toute production nymphale.

Ces expériences de laboratoire montrent enfin que le phénomène observé est indépendant d'une certaine périodicité dans le rythme de ponte, puisque la quantité de pontes introduites quotidiennement dans nos élevages était constante.

4. CONCLUSIONS

Des observations effectuées sur le terrain et au laboratoire, il ressort que plusieurs facteurs, extrinsèques et intrinsèques, conditionnent la dynamique des populations pré-imaginale de Culex p. fatigans dans la ville de Bobo-Dioulasso.

4.1 Facteurs extrinsèques

4.1.1 Structure des puisards et importance des précipitations

Certains puisards, nous l'avons vu, sont improductifs en saison des pluies. La surface de l'eau étant voisine du niveau du sol, les précipitations même peu importantes balayent les pontes et les jeunes larves de façon régulière. Dès la fin des précipitations, aucune perturbation ne venant troubler la surface du gîte, la productivité de ces puisards augmente de façon considérable. Ce facteur ne joue pas dans le cas de tous les puisards, mais son rôle peut être déterminant en saison des pluies et conditionne à lui seul le devenir des populations pré-imaginale.

4.1.2 Degré de pollution de l'eau des gîtes

Comme nous l'avons exposé au début du présent travail, Culex p. fatigans ne s'accommode pas d'eaux aussi polluées que Culex cinereus. Bien que le degré de pollution de l'eau des gîtes ne puisse être mesuré de façon précise, nous avons pu vérifier que les puisards les plus pollués de Bobo-Dioulasso étaient essentiellement colonisés par Culex cinereus. Ces puisards n'en étaient pas moins attractifs pour les femelles gravides de Culex p. fatigans puisque de nombreuses pontes de cette espèce pouvaient être observées quotidiennement à leur surface. Cependant, les larves issues de ces pontes ne pouvaient effectuer leur développement normalement. Le degré de pollution des gîtes est donc un facteur limitant de la dynamique des populations pré-imaginale de Culex p. fatigans. Ce fait a d'ailleurs été confirmé par les observations de laboratoire où, dans le cas d'une nourriture nettement excédentaire (1,35 g de nourriture/jour dans un bac où était placée une ponte tous les jours), le milieu se pollue très rapidement et rend nulle, de façon permanente, la production nymphale.

4.1.3 Quantité de nourriture disponible dans les puisards

Il s'agit là d'un facteur dont l'importance est difficile à démontrer sur le terrain, car l'évaluation exacte des populations pré-imaginale n'est pas toujours aisée, de même que

l'évaluation de la quantité de nourriture disponible. En laboratoire, l'existence de ce facteur a pu être démontrée mais, ici aussi, son importance exacte est difficile à déterminer car elle se superpose à d'autres facteurs intrinsèques.

4.1.4 Température

La température conditionne la durée de développement des formes pré-imaginale. Une baisse de température entraîne donc une surpopulation des gîtes larvaires qui pourrait avoir pour effet de rendre le milieu moins favorable. Cette modification semble avoir pour conséquence un déséquilibre du sex-ratio des individus issus des puisards où est observé un tel phénomène.

4.1.5 Prédateurs et autres organismes

Dans certains cas, nous l'avons vu, Culex cinereus peut occuper les mêmes gîtes que Culex p. fatigans. Il est très probable qu'une concurrence s'établit entre ces deux espèces pour l'attribution de la nourriture, mais ce phénomène ne nous paraît pas particulièrement net. En effet, si certains maxima des populations nymphales de Culex p. fatigans correspondent à certains minima des populations nymphales de Culex cinereus et réciproquement, il est des cas où cette correspondance n'est pas évidente. De plus, nous l'avons vu, la succession des populations pré-imaginale de l'une ou de l'autre espèce par une suite de maxima et de minima se produit même lorsqu'une des deux espèces occupe seule le gîte. Peu de prédateurs ont été récoltés au cours de nos prospections. A certaines époques, des larves de Culex tigripes peuvent occuper les puisards, mais leur nombre est toujours très faible. En dépit de leur voracité, elles ne peuvent influencer de façon tangible sur la dynamique des populations pré-imaginale. L'éventuel rôle cannibale des larves de Culex p. fatigans et Culex cinereus à l'égard des jeunes larves de leur propre espèce ou de l'autre espèce n'a pas été mis en évidence.

4.2 Facteurs intrinsèques

Seule l'action toxique des déchets des larves âgées a pu être démontrée. L'étendue de cette action peut être variable, allant de la limitation à la destruction des populations de jeunes larves. Elle ne se manifeste que pendant une durée de temps relativement brève, mais ses effets n'en ont pas moins une répercussion capitale sur certains groupes d'âge des populations de jeunes larves dont ils conditionnent le devenir.

4.3 Importance de ces différents facteurs

Les précipitations, en tant qu'agent mécanique, et le degré de pollution des gîtes nous paraissent les facteurs extrinsèques limitants les plus importants de la dynamique des populations pré-imaginale de Culex p. fatigans, puisqu'ils conditionnent l'établissement de ces populations dans les puisards. Dans le cas où une population pré-imaginale s'établit dans un gîte, sa dynamique est fonction de l'action des déchets toxiques rejetés par les larves âgées. Cette action en effet se manifeste dans tous les cas. Elle peut se jumeler avec celle d'une nourriture insuffisante, mais elle oriente à elle seule le sens de l'évolution des populations pré-imaginale, qu'une espèce ou deux soient présentes dans le puisard considéré. L'action réunie des autres facteurs ne peut à elle seule modifier le sens de cette évolution.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andrewartha, H. G. (1961) Introduction to the study of animal populations. Phoenix Science Series, The University of Chicago Press, Chicago
- Bar-Zeev, M. (1958) The effect of temperature on the growth rate and survival of the immature stages of Aedes aegypti (L.), Bull. ent. Res., 49, 157-163
- Basu, P. C. (1967) Notes relatives à la méthodologie de l'évaluation épidémiologique, WHO/Fil/67.72, 7 pp. (Document ronéotypé de l'OMS)
- Boyd, M. F. (1949) Malariaology, Vol. 1, W. B. Saunders, Philadelphie et Londres, 787 pp.
- Breeland, S. G. & Pickard, E. (1963) Life history studies on artificially produced broods of floodwater mosquitoes in the Tennessee Valley, Mosquito News, 23, 75-85
- Breeland, S. G. & Pickard, E. (1967) Field observations on twenty-eight broods of floodwater mosquitoes resulting from controlled floodings of a natural habitat in the Tennessee Valley, Mosquito News, 27, 343-358
- Chapman, H. C. & Lewallen, L. L. (1963) Field tests with insecticides against mountain Aedes larvae in California, Mosquito News, 23, 41-44
- Gaschen, H. (1932) Influence de la température et de la nutrition larvaire sur le développement de Culex pipiens (race autogène), Bull. Soc. Path. exot., 25, 577-581
- Graham, J. E. & Bradley, I. E. (1962) The effects of species on density of mosquito larval populations in Salt Lake County, Utah, Mosquito News, 22, 239-247
- Ikeshoji, T. (1966) Bionomics of Culex (Lutzia) fuscanus, Jap. J. exp. Med., 36, 321-334
- Le Berre, R. (1966) Contribution à l'étude biologique et écologique de Simulium damnosum Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae), Mémoires ORSTOM, 17, 204 pp., Paris
- Lewis, L. F., Christenson, D. M. & Eddy, G. W. (1965) Control of mosquito larvae in Willamette Valley, Oregon log ponds, Mosquito News, 25, 400-402
- Ludwig, P. G. & McNeil, J. C. (1966) Results of laboratory and field tests with dursban insecticide for mosquito control, Mosquito News, 26, 344-351
- Mulla, M. S., Metcalf, R. L. & Kats, G. (1964) Evaluation of new mosquito larvicides, with notes on resistant strains, Mosquito News, 24, 312-319
- Peters, M., Chevone, B. I. & Callahan, R. A. (1969) Interactions between larvae of Aedes aegypti (L.) and Culex pipiens L. in mixed experimental populations, Mosquito News, 29, 435-438
- Qutubuddin, M. (1952) The emergence and sex-ratio of Culex fatigans Wied. (Diptera, Culicidae) in laboratory experiments, Bull. ent. Res., 43, 549-565
- Rachou, R. G., Lima, M. M. & Ferreira Neto, J. A. (1954) Alguns dados relativos à evolução do Culex fatigans em condições de laboratório em Florianópolis, Rev. bras. Malar., 6, 429-431

- Rees, D. M. & Andersen, D. M. (1966) Results of multipurpose water management studies on marshes adjacent to the Great Salt Lake, Utah, Mosquito News, 26, 160-168
- Rioux, J. A. et al. (1965) Les problèmes théoriques et pratiques posés par la lutte contre Culex pipiens L. dans le sud de la France, Arch. Inst. Pasteur Tunis, 41, 473-503
- Roubaud, E. & Toumanoff, C. (1930) Intoxications d'encombrement chez les larves de Culex vivant en milieu non renouvelé, Bull. Soc. Path. exot., 23, 978-986
- Roubaud, E. & Gaschen, H. (1932) Concurrence larvaire et peuplements anophéliens, Bull. Soc. Path. exot., 25, 428-430
- Roubaud, E. & Treillard, M. (1934) Influence de la nourriture larvaire sur le développement et le comportement agressif des anophèles, Note préliminaire, Bull. Soc. Path. exot., 27, 461-467
- Soliman, A. A., Rifaat, M. A. & Ibrahim, M. T. H. (1967) Biology of Egyptian anophelines, 1) Biological activities of Anopheles pharoensis in nature, J. trop. Med. Hyg., 70, 63-67
- Stevens, L. F. & Stroud, R. F. (1967) Control of mosquito adults and larvae with ultra-low volume aerial applications of Baygon (R) and Baygon-Batex (R) mixture, Mosquito News, 27, 482-485
- Wilton, D. P. (1968) A laboratory study of larval competition between Aedes aegypti (L.) and Aedes triseriatus (Say), Mosquito News, 28, 627-630
- N.B. Depuis la réception du manuscrit, l'article cité ci-après, dont l'auteur ne pouvait avoir connaissance, a été publié :
- Ikeshoji, T. & Mulla, M. S. (1970) Overcrowding factors of mosquito larvae. J. econ. Ent., 63, 90-96

TABLEAU 1. LE SEX-RATIO DES POPULATIONS DE C. P. FATIGANS ISSUES DU PUISARD N° 1

Périodes du	Mâles	Femelles	Total	e.r.
24.9 au 2.10.67	324 <u>46,4</u>	375 <u>53,6</u>	699	1,907 N.S.
4.10 au 22.10.67	903 <u>50,79</u>	875 <u>49,21</u>	1 778	0,640 N.S.
24.10 au 3.11.67	514 <u>54,8</u>	424 <u>45,2</u>	938	2,938 S.
5.11 au 9.11.67	588 <u>51,09</u>	563 <u>48,91</u>	1 151	0,764 N.S.
11.11 au 17.11.67	383 <u>49,5</u>	391 <u>50,5</u>	774	0,278 N.S.
19.11 au 25.11.67	816 <u>51,94</u>	755 <u>48,06</u>	1 571	1,507 N.S.
27.11 au 23.12.67	4 607 <u>53,27</u>	4 041 <u>46,73</u>	8 648	19,235 S.
25.12 au 8.1.68	2 794 <u>57,80</u>	2 040 <u>42,20</u>	4 834	34,300 S.
<p>e.r. = écart réduit. N.S. = non significatif. S. = significatif. Les chiffres soulignés indiquent les divers pourcentages des mâles et des femelles.</p>				

TABLEAU 2. LA TOXICITE DES EAUX D'ELEVAGE DE CULEX PIPIENS FATIGANS
 VIS-A-VIS DES JEUNES LARVES DE CETTE MEME ESPECE

Nature de l'eau testée	Nombre de larves de stade 1 élevées dans l'eau filtrée et le témoin	Production nymphale									
		Eau filtrée					Témoin				
		1er jour	2ème jour	3ème jour	4ème jour	Total	1er jour	2ème jour	3ème jour	4ème jour	Total
Eau contenant des larves de stade 3	800	577	143	10	-	730 (91,3 %)	228	476	49	-	753 (94,1 %)
Eau contenant des larves de stade 4 et quelques rares nymphes	600	130	51	3	-	184 (30,7 %)	96	293	123	32	544 (90,7 %)
Eau contenant des nymphes et quelques rares larves de stade 4	600	-	-	-	-	0 (0 %)	335	129	9	6	479 (79,8 %)
Eau contenant des mues nymphales	300	193	57	3		253 (84,3 %)	151	62	4		217 (72,3 %)
Les pourcentages représentent le nombre de nymphes obtenues à partir des larves de stade 1 placées en observation.											

Planche 1



Puisard N° 2



Puisard N° 3



Puisard N° 4



Puisard N° 5
WHO 00376

Fig. 1. Etude de la dynamique des populations nympales de Culex p. fatigans et de Culex cinereus dans un puisard de la ville de Bobo-Dioulasso (puisard n°1) au cours de l'année 1967

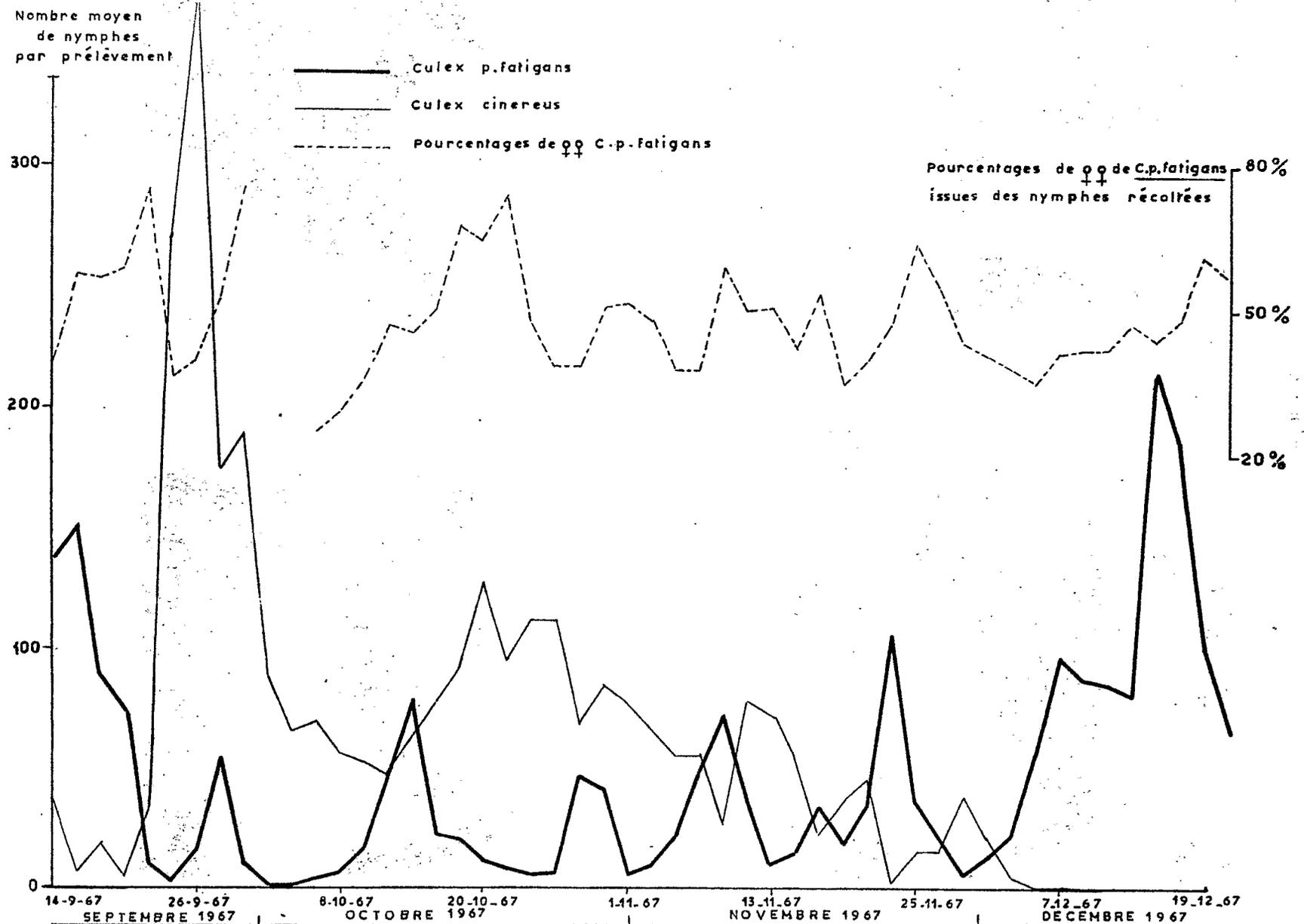


Fig. 2. Etude de la dynamique des populations nympheales de Culex p. fatigans et de Culex cinereus dans un puisard de la ville de Bobo-Dioulasso (puisard n° 2) au cours de l'année 1968.

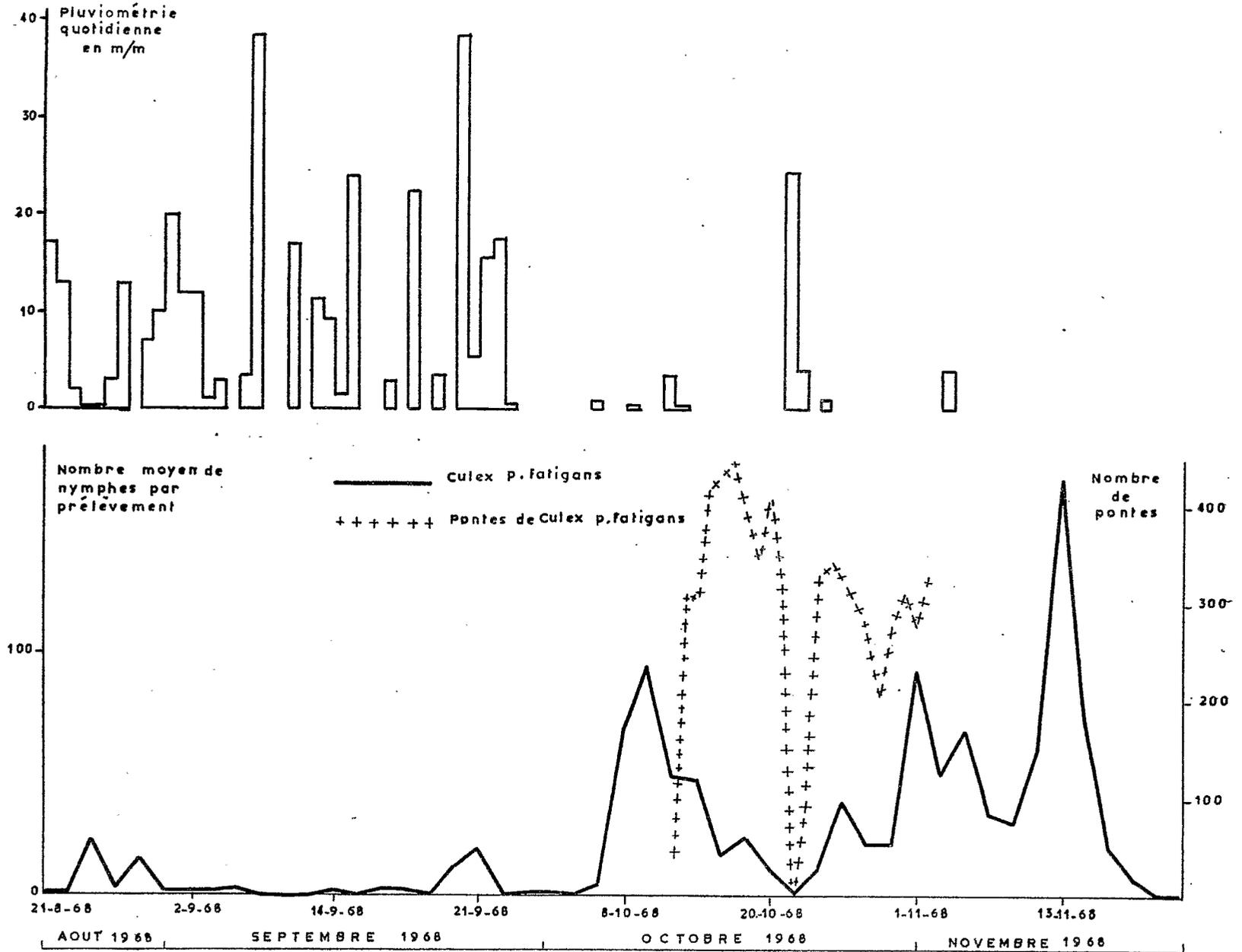


Fig. 3. Etude de la dynamique des populations nympheales de Culex p. fatigans et de Culex cinereus dans un puisard de la ville de Bobo-Dioulasso (puisard n° 3) au cours de l'année 1968.

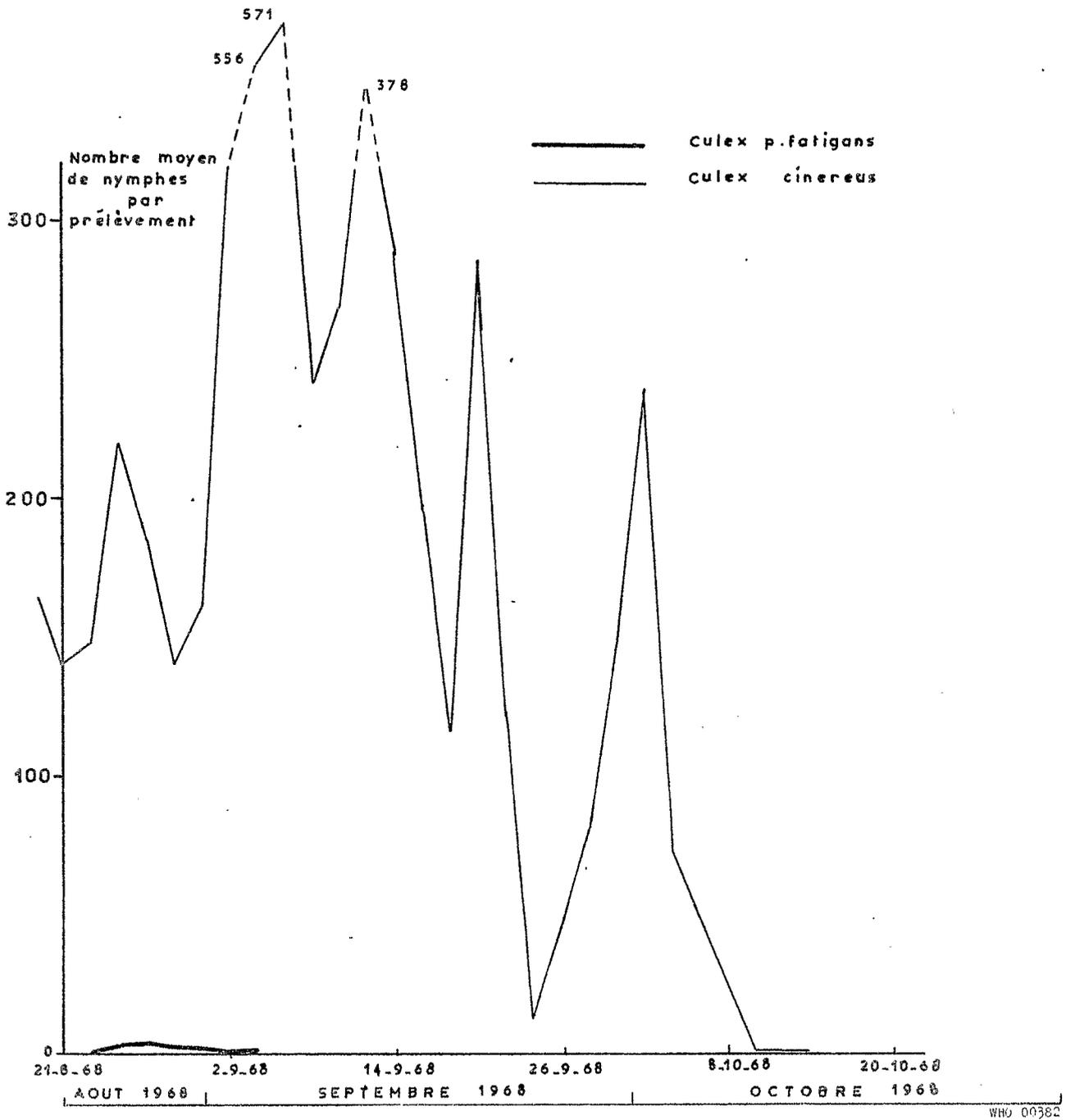


Fig. 4. Etude de la dynamique des populations nymphales de Culex p. fatigans et de Culex cinereus dans un puisard de la ville de Bobo-Dioulasso (puisard n° 4) au cours de l'année 1968.

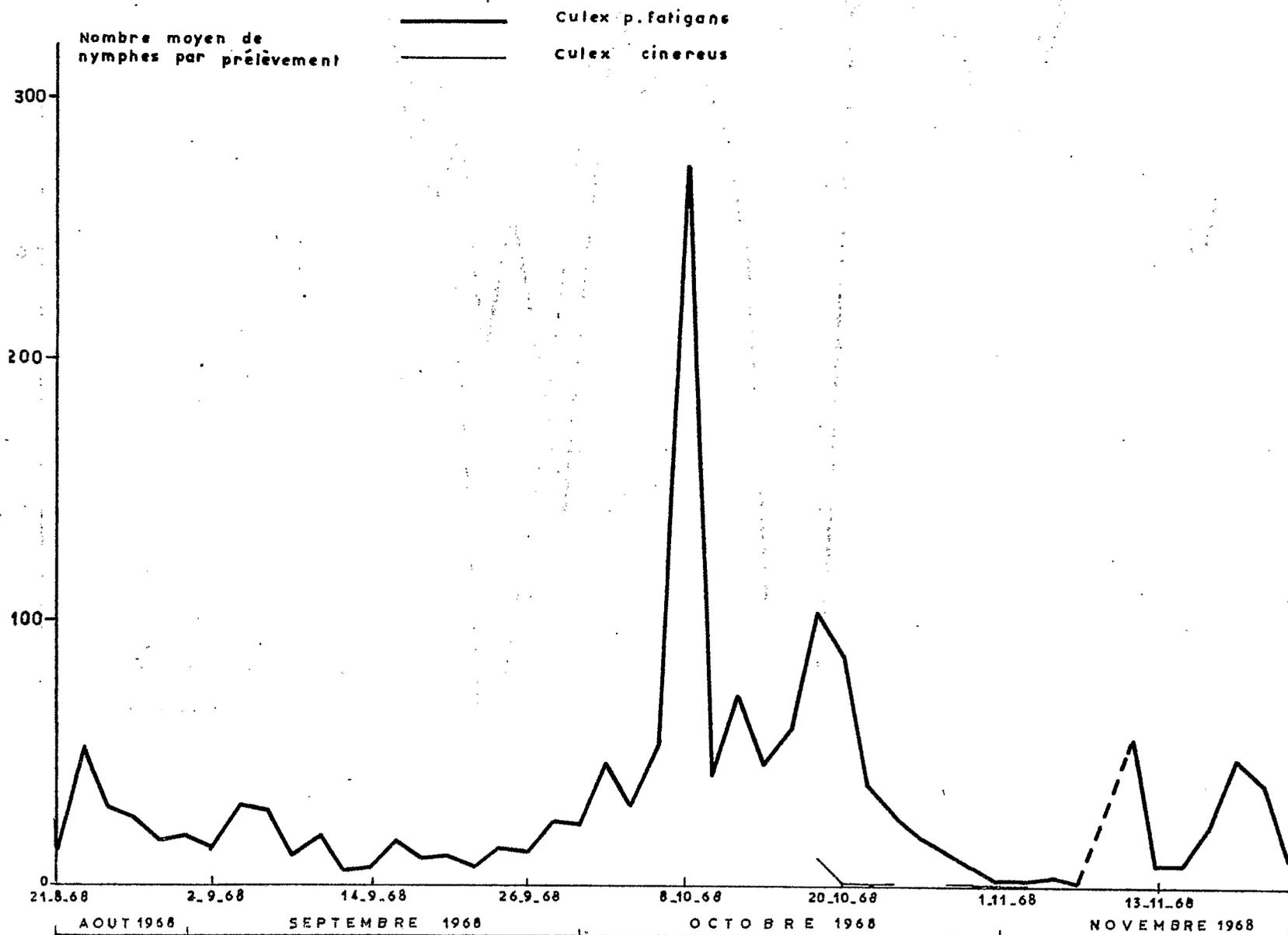


Fig. 5. Etude de la dynamique des populations nympheales de Culex p.fatigans et de Culex cinereus dans un puisard de la ville de Bobo-Dioulasso (puisard n° 5) au cours de l'année 1968.

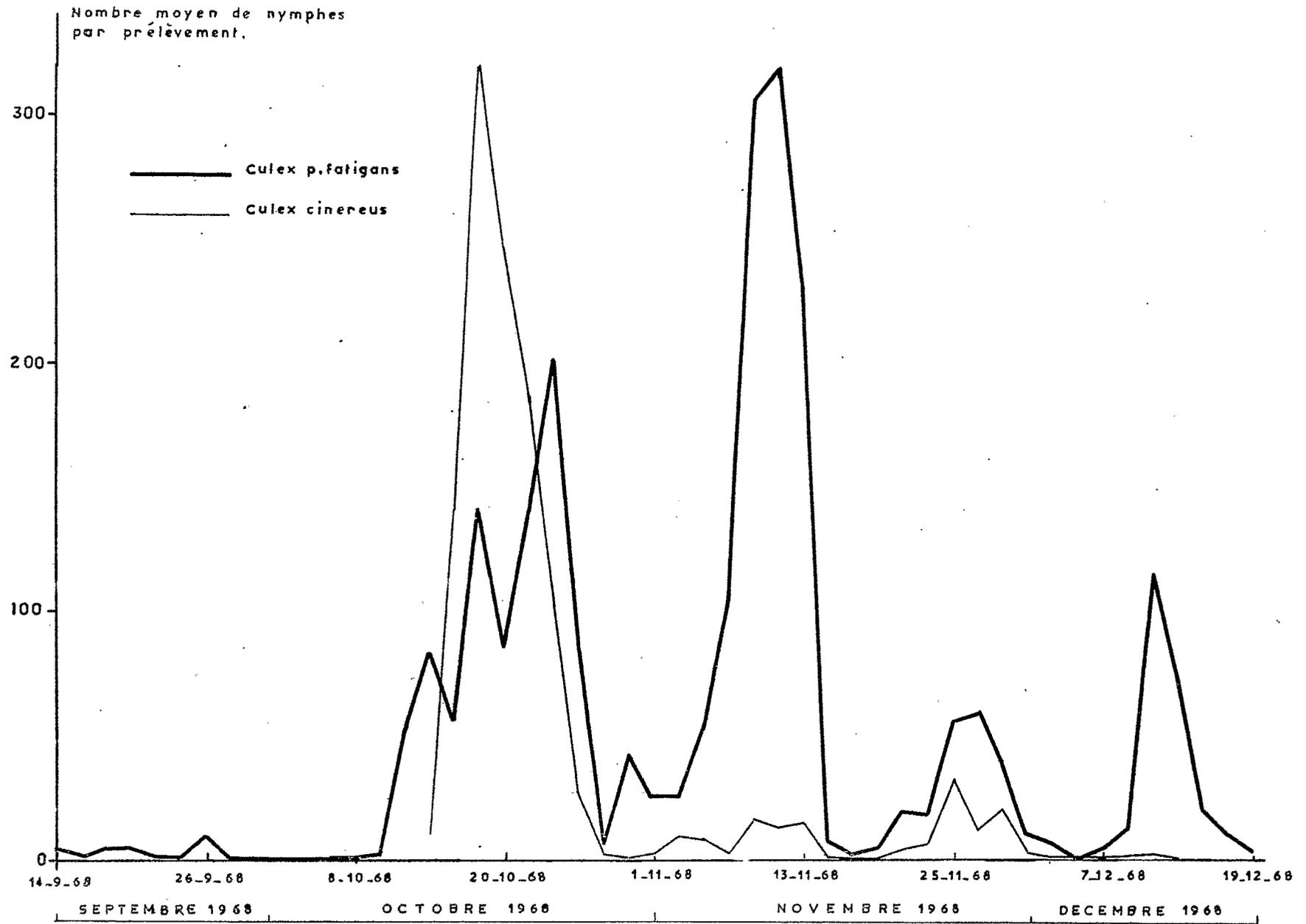


Fig. 6. Etude expérimentale de la dynamique des populations pré-imaginales de *Culex p. fatigans*. Première expérimentation : quantité de nourriture variable, densité larvaire constante.

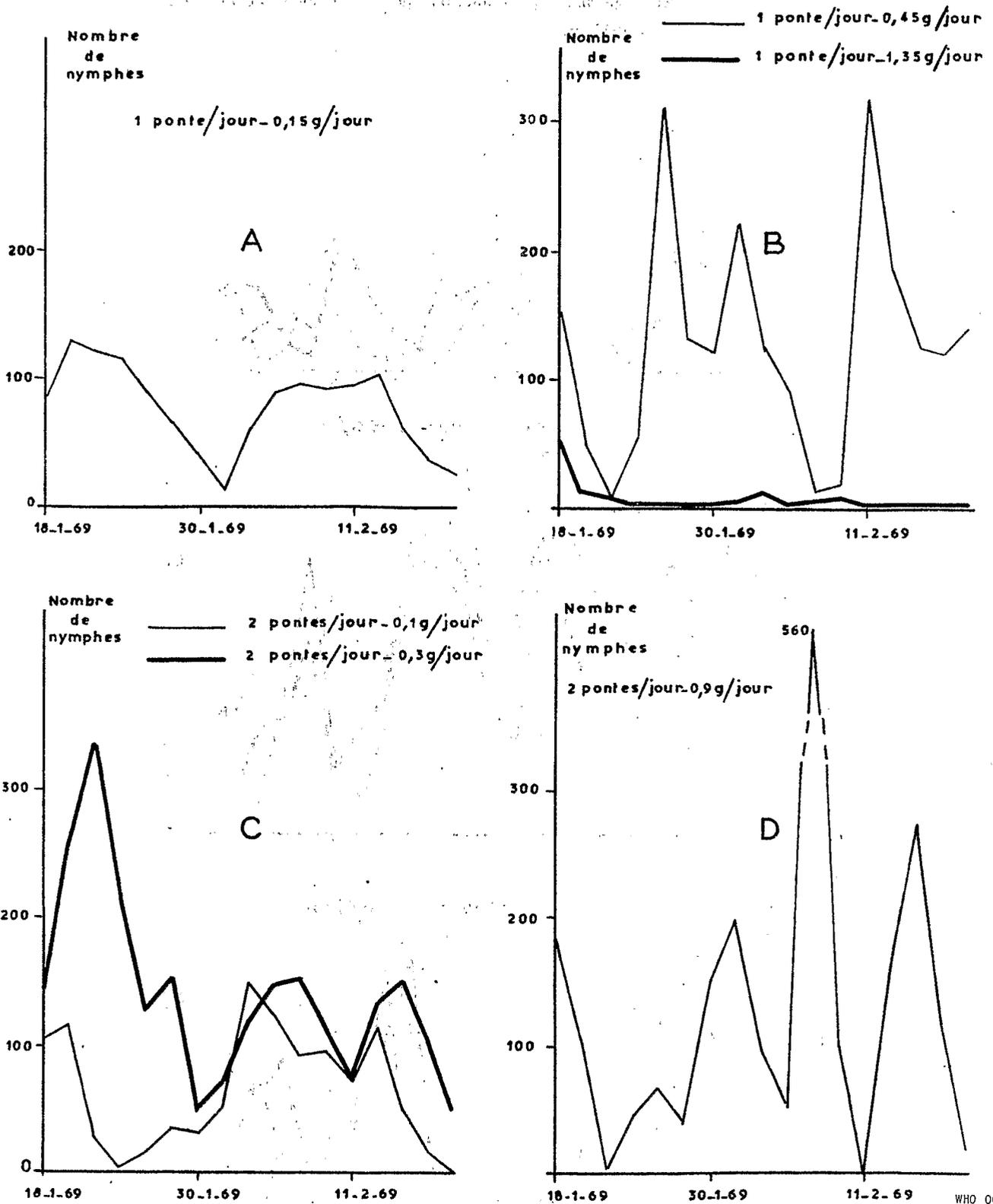


Fig. 7. Etude expérimentale de la dynamique des populations pré-imaginales de *Culex p. fatigans*. Seconde expérimentation : quantité de nourriture variable, densité larvaire constante.

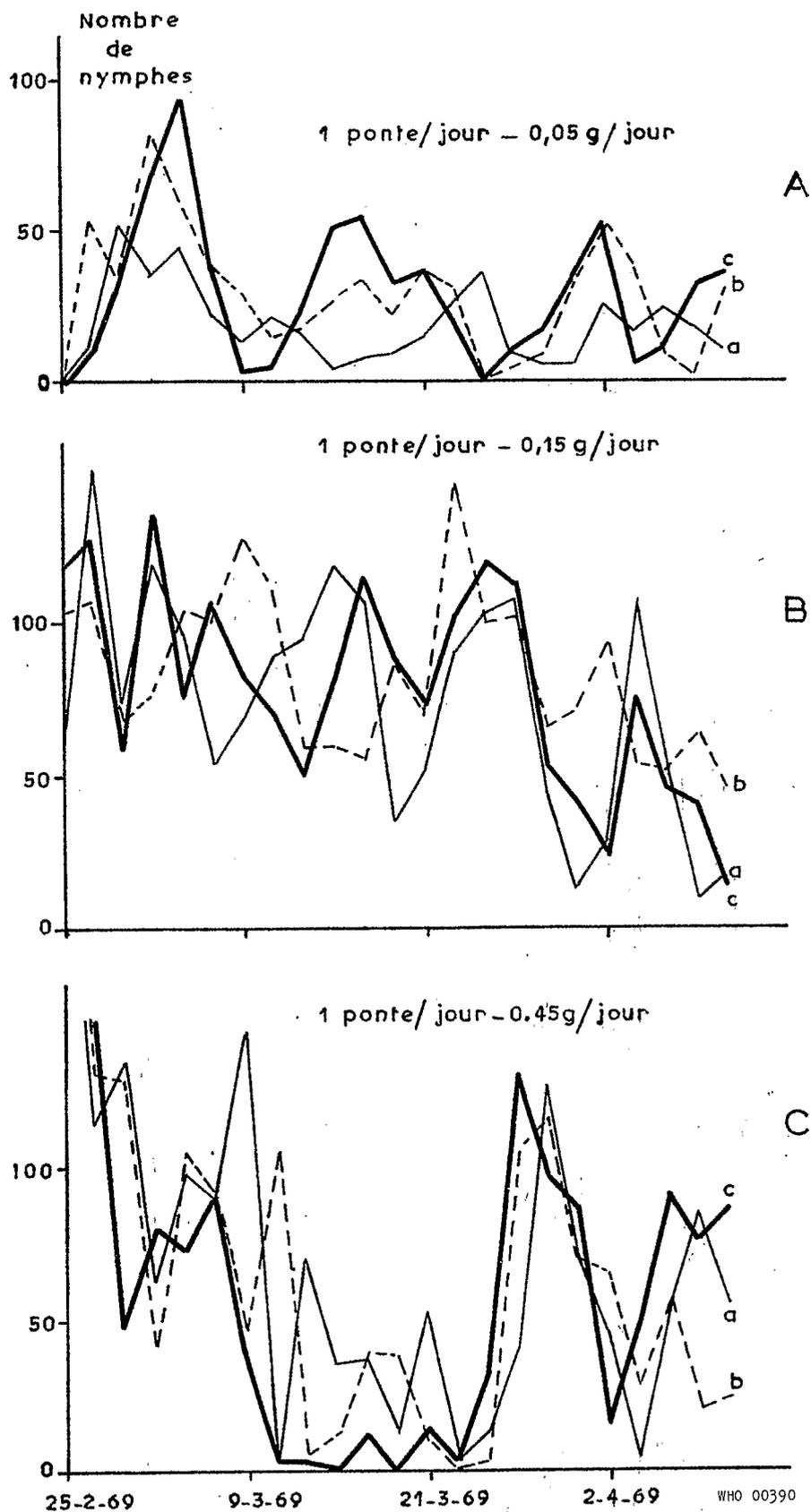


Fig. 8. Etude expérimentale de la dynamique des populations pré-imaginales de *Culex p. fatigans*. Seconde expérimentation : quantité de nourriture constante, densité larvaire variable.

