Zeitschrift: Acta Tropica

Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)

Band: 38 (1981)

Heft: 1

Artikel: Réponse immunologique du lapin aux infestations répétées de femelles d'"Ornithodoros moubata" Murray : son influence sur la biologie des tiques

Autor: Brossard, M. / Fivaz, V. / Aeschlimann, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-312805

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Acta Tropica *38*, 55–70 (1981)

[1] Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel, Suisse
[2] Institut de Mathématiques de l'Université de Neuchâtel, Suisse

Réponse immunologique du lapin aux infestations répétées de femelles d'*Ornithodoros moubata* Murray: son influence sur la biologie des tiques*

M. Brossard[1], V. Fivaz[1], A. Aeschlimann[1], J. Moret[2]

Summary

Title: Immune response of rabbit to repeated infestations by *Ornithodoros moubata* Murray females: its influence on the biology of tick.

Antibodies against salivary gland tissues of the argasid tick, *Ornithodoros moubata,* were detected by indirect immunofluorescence in rabbits repeatedly fed on by ticks. This immune response appears to have little adverse affect on the biology of the tick; blood intake was found to be sometimes smaller and the feeding period somewhat longer. Attachment to the host and oviposition were not adversely affected. There exists a linear relationship between a) the weight of unfed and engorged females, and b) the weight of engorged females and the number of deposited eggs.

Key words: Ornithodoros moubata; biology; rabbit; antibodies.

Introduction

Le repas sanguin des adultes d'Ixodides dure d'habitude de 5 à 9 jours. Pendant cette période, les mammifères infestés développent une réponse immunologique décelable par la présence d'anticorps spécifiques. Le phénomène a été observé chez des cobayes parasités par *Dermacentor variabilis* (Trager, 1939) et chez des lapins infestés par *Rhipicephalus sanguineus, Hyalomma anatolicum excavatum* (Koehler et al., 1967), *Haemaphysalis leporispalustris*

* Travail réalisé grâce à l'appui du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, Requête N° 3.558.75

Correspondance: Prof. Dr A. Aeschlimann, Université de Neuchâtel, Institut de Zoologie, CH-2000 Neuchâtel, Suisse

(Boese, 1974), *R. bursa* (Gfeller, 1971), *Ixodes ricinus* (Bowessidjaou et al., 1977) et par *H. longicornis* (Fujisaki, 1978). Les bovins parasités par *Boophilus microplus* produisent également des anticorps spécifiques (Brossard, 1976; Willadsen et al., 1978). Par un test de transformation lymphoblastique, l'antigénicité de la salive de *D. andersoni* pour l'homme fut également démontrée (Gregson, 1970). En utilisant un test comparable, doublé d'un examen cutané, Wikel et al. (1978) ont observé le développement d'une immunité à médiation cellulaire chez des cobayes infestés par cette même espèce.

Souvent, les hôtes acquièrent une résistance contre les Ixodides. Celle-ci peut affecter leur fixation, comme cela a été montré dans le système parasitaire «bovin – larves de *B. microplus*» (Roberts, 1968a et b). Chez des cobayes réinfestés par des larves de *D. andersoni*, peu de tiques gorgées sont observées (Allen, 1973). D'autre part, le déroulement du repas sanguin et la ponte peuvent être également perturbés (Hewetson, 1971; Bowessidjaou et al., 1977).

Au contraire des Ixodides, les Argasides se nourrissent pendant un laps de temps court, soit de quelques minutes à quelques heures. Ce bref contact avec l'hôte déclenche-t-il une réponse immunologique? Est-il trop court pour permettre le développement d'une protection efficace? Le présent travail, effectué avec des lapins parasités par des femelles d'*O. moubata*, essaie de répondre à ces deux questions. Il nous permettra aussi de définir l'influence du poids des tiques à jeun sur la quantité de sang prélevé et celle du poids des ectoparasites nourris sur le nombre d'œufs pondus.

Matériel et méthodes

Les tiques *O. moubata*, de souche Tanzanienne (Ifakara), sont élevées en laboratoire selon la méthode de Geigy et Herbig (1955). Il s'agit de l'espèce *O. moubata* sensu stricto (Walton, 1979, communication personnelle).

Cinq lapins mâles (Himalayan breed, aac^Hc^H) pesant 2 kg chacun sont infestés à 5 reprises par 15 femelles, toutes issues de nymphes 5. Mises à gorger sur le dos des animaux, rasés au préalable, les tiques sont protégées individuellement par des capsules de plastique durant leur repas. Les infestations successives sont espacées de 2 semaines (exceptionnellement, la seconde suit la première d'une semaine seulement). A la fin du repas, chaque femelle d'*O. moubata* est isolée pendant 24 h dans un tube contenant un papier buvard pour permettre l'évacuation totale du liquide coxal (Bone, 1943). Ensuite, chaque tique est pesée puis mise en présence de 2 mâles pour permettre la copulation. Comme nous contrôlerons la fécondité des femelles, il est nécessaire de rappeler que le nombre de copulations n'influence pas le nombre d'œufs pondus (Aeschlimann et Grandjean, 1973). Pour pondre, les ectoparasites sont gardés individuellement à 28° C, dans une humidité relative de 30 à 50%. L'éclosion aura lieu dans les mêmes conditions.

Les résultats ont été soumis à une analyse de covariance.

Le titre des anticorps circulants spécifiques anti-glandes salivaires d'*O. moubata* femelles est déterminé par la technique d'immunofluorescence indirecte au début de chaque infestation des lapins (Ambroise-Thomas, 1969; Brossard, 1976). L'antigène est constitué de coupes histologiques de glandes salivaires prélevées chez des femelles à jeun, préparées au cryotome (5μ d'épaisseur). Le seuil de spécificité de la réaction est fixé expérimentalement à 1/20. Le sérum anti-globulines de lapins marqué à l'isothiocyanate de fluorescéine (commercialisé par l'Institut Pasteur) est dilué (5%) dans un contre-colorant, le bleu d'Evans 1/10 000.

Tableau 1. Titre des anticorps circulants anti-*O. moubata* au début des infestations (immunofluorescence indirecte)

Numéro des infestations	Numéro des lapins				
	1	2	3	4	5
1	/	0	0	0	0
2	/	0	0	0	0
3	/	1/40	1/40	1/80	1/80
4	1/40	1/40	1/80	1/80	1/80
5	/	1/80	1/80	1/160	1/40

/ = tests non réalisés

Résultats

1. Immunogénicité des femelles d'O. moubata

Les tests sérologiques ont été réalisés avec du sérum prélevé quelques heures avant chaque infestation. Pour les 2 premières infestations, aucun anticorps anti-*O. moubata* n'a jamais été décelé (Tabl. 1). Ceux-ci apparaissent dès la 3e infestation et sont dès lors constamment présents (titres compris entre 1/40 et 1/160). Par conséquent, les lapins réagissent immunologiquement contre les femelles d'*O. moubata,* vraisemblablement contre la salive de l'Argaside. Ainsi, nous avons répondu par l'affirmative à la première question formulée dans l'introduction de ce travail.

2. Evolution de la biologie des femelles d'O. moubata à la suite d'infestations répétées

a) Choix d'un modèle mathématique

Le poids des tiques gorgées (Y_1), la durée du repas sanguin (Y_2) et le nombre d'œufs pondus par les tiques (Y_3) sont contrôlés au cours des diverses infestations. Dans l'analyse des résultats, nous formulons l'hypothèse que 4 facteurs peuvent influencer les variables Y_1, Y_2 et Y_3:

U_1: le poids des tiques à jeun (Z);

U_2: le rang de l'infestation, en d'autres termes la résistance acquise par les lapins;

U_3: les particularités individuelles de chaque lapin (les lapins sont numérotés);

U_4: l'interaction lapin-infestation (effet permettant d'expliquer que les différences observées entre 2 infestations successives peuvent varier d'un lapin à l'autre).

Compte tenu de ces 4 facteurs, nous formulons un modèle mathématique additif:

$$Y_{(i,j,k)} = \mu + \gamma(Z_{(i,j,k)} - \bar{Z}) + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{i,j,k}$$

où i = indice de l'infestation ($1 \leq i \leq 5$)
j = indice du lapin ($1 \leq j \leq 5$)
k = indice d'une tique
μ = moyenne des Y

$\gamma(Z_{(i,j,k)} - \bar{Z})$ = effet du poids des tiques à jeun
où γ = pente de la droite de régression des Y sur les Z (voir alinéa b)
$Z_{(i,j,k)}$ = poids des tiques à jeun
$\bar{Z}$ = poids moyen des tiques à jeun

α = effet différencié du nombre d'infestations
β = effet différencié du lapin

$(\alpha\beta)_{ij}$ = effet de l'interaction entre infestation et lapin
$e_{i,j,k}$ = erreur, c'est-à-dire variabilité des données non expliquée par les effets ci-dessus.

Seules les valeurs individuelles et les moyennes des variables Y_1, Y_2 et Y_3 (ou μ), les poids individuels des tiques à jeun (ou $Z_{(i,j,k)}$) et la valeur moyenne des poids des tiques à jeun (ou $\bar{Z}$) sont issus directement de mesures expérimentales. Les observations portent sur 346 tiques gorgées dont la répartition selon le rang de l'infestation et le numéro du lapin est indiquée dans le Tableau 2. Comparativement (entre animaux), le nombre total de tiques qui se gorgent sur les divers lapins varie entre 66 et 72; concernant les infestations, les totaux varient entre 65 et 73. Les différences enregistrées sont donc peu importantes.

Pour l'ensemble des infestations et des lapins, les valeurs minimales et maximales du poids des tiques à jeun (Z), la moyenne de ces poids ($\bar{Z}$), les valeurs minimales et maximales et les moyennes des variables Y_1, Y_2 et Y_3 sont portées dans le Tableau 3 A. Les écarts-types indiqués sont toujours supérieurs à 30% des moyennes respectives. Les facteurs inconnus du modèle mathématique ont été estimés (explications dans les prochains alinéas).

Conclusion 1. On ne constate pas de différence en rapport avec le nombre d'infestations, ou dépendant des particularités individuelles des lapins, sur le nombre de tiques qui se fixent et se nourrissent (Tabl. 2). Les grands écarts-types des moyennes des poids des tiques à jeun et gorgées, de la durée du repas sanguin et du nombre d'œufs pondus mettent en évidence une variabilité importante des données (Tabl. 3 A).

Tableau 2. Nombre de tiques gorgées au cours des infestations

Numéro des infestations	Numéro des lapins					Total
	1	2	3	4	5	
1	15	14	15	13	14	71
2	14	14	15	15	15	73
3	15	12	13	10	15	65
4	14	14	14	14	14	70
5	14	12	12	15	14	67
Total	72	66	69	67	72	346

Tableau 3. Statistiques élémentaires

	Minimum observé	Maximum observé	Moyenne	Ecart-type
A. Statistiques élémentaires (n = 346)				
Z	18,6	115,7	52,2	18,0
Y_1	36,3	458,6	173,0	73,0
Y_2	15	117	56	21
Y_3	0	333	90	66
B. Nouveau tableau de statistiques élémentaires (n = 250)				
Z	20,0	115,7	52,4	18,0
Y_1	36,3	431,0	171,0	75,0
Y_2	15	113	55	21
Y_3	0	333	86	66

Z = poids des tiques à jeun
Y_1 = poids des tiques gorgées
Y_2 = durée des repas
Y_3 = nombre d'œufs pondus

b) Influence du poids des tiques à jeun sur le poids des tiques gorgées, sur la durée du repas sanguin et sur le nombre d'œufs pondus

Les pentes des droites de régression des Y sur Z ou γ, qui figurent dans le modèle mathématique adopté (voir sous a), ont été estimées. Pour ne pas introduire de déséquilibre lors de l'estimation des γ, nous devons considérer le même nombre d'observations pour chaque lapin et chaque infestation. Nous tirons donc au hasard 10 tiques pour chaque couple $_{(i,\ j)}$. Nous considérons ainsi 250 observations au total, dont les statistiques élémentaires figurent dans le Tableau 3 B.

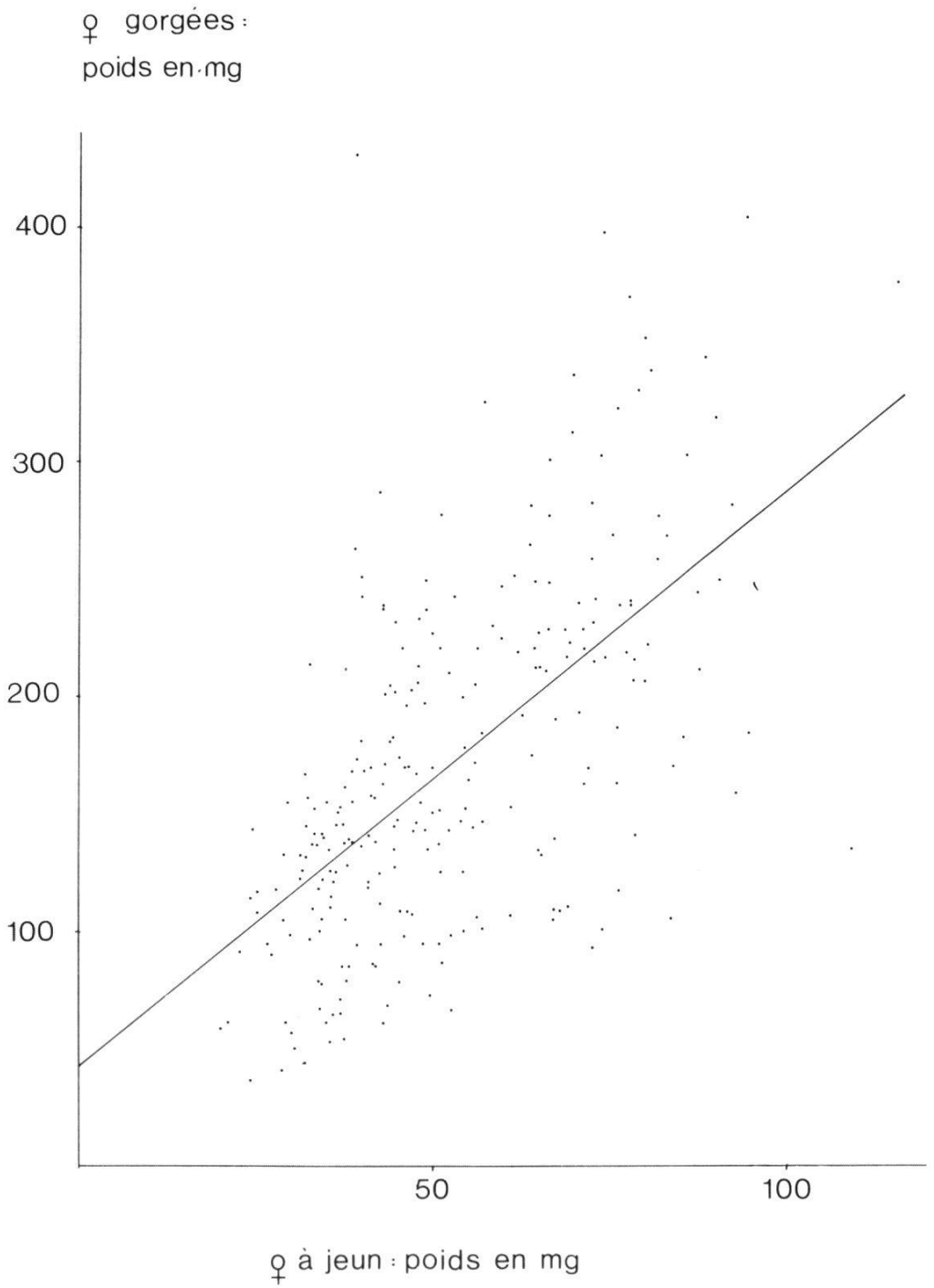

Fig. 1. Représentation graphique du poids des femelles gorgées en fonction du poids des femelles à jeun. Droite de régression: $y = 2{,}44 \times +42{,}7$.

Il existe une relation linéaire entre le poids des tiques gorgées et le poids des tiques à jeun (Fig. 1), entre le nombre d'œufs pondus et le poids des tiques à jeun. En effet:

- pour Y_1, $\gamma = 2{,}44$ ($\sigma = 0{,}21$; $\gamma \neq 0$; $p < 0{,}05$; $r = 0{,}598$; ddl $= 248$)
- pour Y_3, $\gamma = 1{,}27$ ($\sigma = 0{,}21$; $\gamma \neq 0$; $p < 0{,}05$; $r = 0{,}355$; ddl $= 248$).

Ce n'est pas le cas entre la durée des repas sanguins et le poids des tiques à jeun, car:

– pour Y_2, $\gamma = 0{,}06$ ($\sigma = 0{,}07$; $\gamma = 0$; $p < 0{,}05$; $r = 0{,}053$; ddl = 248).

Par conséquent, il est nécessaire de vérifier si le poids des tiques à jeun (U_1) a une influence sur Y_1 (poids des tiques gorgées) et Y_3 (nombre d'œufs pondus). U_1 n'a de toute façon pas d'influence sur Y_2 (durée du repas sanguin) puisque γ n'est pas significativement différent de zéro dans ce cas. L'amélioration apportée par U_1 est contrôlée par le test de Fisher, en comparant la part de variabilité des données inexpliquées sous une hypothèse H avec celle restée inexpliquée par son alternative A:

H: $U_2 + U_3 + U_4$ seulement auraient une influence sur les variables Y_1 et Y_3.

A: $U_1 + U_2 + U_3 + U_4$ auraient une influence sur les variables Y_1 et Y_3.

Pour Y_1 et Y_3, l'hypothèse H est rejetée ($F = 50$, respectivement 20; $F_{critique} = 3{,}9$; $p < 0{,}05$). L'introduction de γ $(Z_{(i,\,j,\,k)} - \bar{Z})$ est donc nécessaire dans le modèle mathématique des variables Y_1 et Y_3.

Pour Y_2, l'introduction d'une covariable Z n'est pas nécessaire et nous pouvons utiliser les 346 données.

Conclusion 2. Le poids des tiques gorgées dépend linéairement du poids des tiques à jeun (Fig. 1). Une relation linéaire existe aussi entre le nombre d'œufs pondus et le poids des tiques à jeun.

Cependant, d'après les connaissances actuelles de la formation des œufs chez les tiques Ixodides (voir «Discussion et conclusions»), il est surtout intéressant d'étudier la relation existant entre le poids des tiques gorgées et le nombre d'œufs pondus (voir alinéa g).

c) Influence de l'interaction lapin-infestation sur le poids des tiques gorgées, sur la durée du repas sanguin et sur le nombre d'œufs pondus

Nous allons vérifier si l'interaction entre les lapins et le nombre d'infestations est nécessaire pour expliquer Y_1, Y_2 et Y_3.

Nous procédons de la même manière que précédemment (voir sous b) en introduisant de nouvelles hypothèses et leur alternative respective. Le test de Fisher est aussi employé.

H pour Y_1 et Y_3: $U_1 + U_2 + U_3$ seulement auraient une influence sur Y_1 et Y_3.

A: $U_1 + U_2 + U_3 + U_4$ auraient une influence sur Y_1 et Y_3.

Nous constations précédemment (voir alinéa b) que le poids des tiques à jeun n'influence pas la durée du repas sanguin. Par conséquent, l'hypothèse H pour Y_2 est simplifiée:

$U_2 + U_3$ seulement auraient une influence sur Y_2.
Alternative A pour Y_2: $U_2 + U_3 + U_4$ auraient une influence sur Y_2.

Pour Y_1 et Y_2, l'hypothèse H est refusée ($F = 2{,}8$; respectivement 4,5; $F_{critique} = 1{,}7$; $p < 0{,}05$). Par contre, pour Y_3, l'hypothèse H est acceptée ($F = 1{,}5$; $F_{critique} = 1{,}7$; $p < 0{,}05$). Il est donc nécessaire d'introduire l'expression $(\alpha\beta)_{ij}$ et les effets différenciés α_i et β_j dans les modèles mathématiques relatifs à Y_1 et Y_2. Pour Y_3, l'expression $(\alpha\beta)_{ij}$ n'apporte pas d'amélioration; elle n'est pas introduite.

Conclusion 3. L'effet des infestations sur le poids des tiques gorgées (Y_1) et la durée du repas sanguin (Y_2) n'est pas identique pour chaque lapin. Pour le nombre d'œufs pondus (Y_3), au contraire, l'effet des infestations est le même pour chaque animal.

d) Influence du nombre d'infestations et de la variation individuelle de chaque lapin sur le nombre d'œufs pondus

Nous allons vérifier si U_2 ou U_3, soit le rang de l'infestation ou le numéro du lapin, ont une influence sur le nombre d'œufs pondus. Nous procédons de la même manière que sous b) et c) en introduisant de nouvelles hypothèses et leur alternative respective. L'examen des résultats montre que la variation entre chaque lapin influence davantage le nombre d'œufs pondus que le rang de l'infestation. Par conséquent, nous contrôlons d'abord l'influence de U_2 sur Y_3. Si celle-ci est statistiquement démontrée, l'influence de U_3 le sera nécessairement. Dans la nouvelle hypothèse H, nous ne tenons pas compte de l'interaction lapin-infestation car elle n'apporte pas d'amélioration (voir alinéa c).

Hypothèse H: $U_1 + U_3$ seulement auraient une influence sur Y_3.
Alternative A: $U_1 + U_2 + U_3$ auraient une influence sur Y_3.

L'hypothèse H est refusée ($F = 3{,}65$; $F_{critique} = 3{,}3$; $p < 0{,}05$). Il est donc nécessaire d'introduire les effets différenciés α_i et β_j pour Y_3 dans le modèle mathématique.

Conclusion 4. Le nombre d'œufs pondus par les tiques gorgées dépend du nombre d'infestations. Nous observons aussi une variation individuelle entre chaque lapin.

e) Modèles mathématiques adoptés pour les variables Y_1, Y_2 et Y_3

Après les considérations et les conclusions des alinéas b, c et d, nous adoptons les modèles mathématiques suivants:

$$- \; Y_{1(i,j,k)} = \mu + \gamma(Z_{(i,j,k)} - \bar{Z}) + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{i,j,k}$$
$$- \; Y_{2(i,j,k)} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{i,j,k}$$
$$- \; Y_{3(i,j,k)} = \mu + \gamma(Z_{(i,j,k)} - \bar{Z}) + \alpha_i + \beta_j + e_{i,j,k}$$

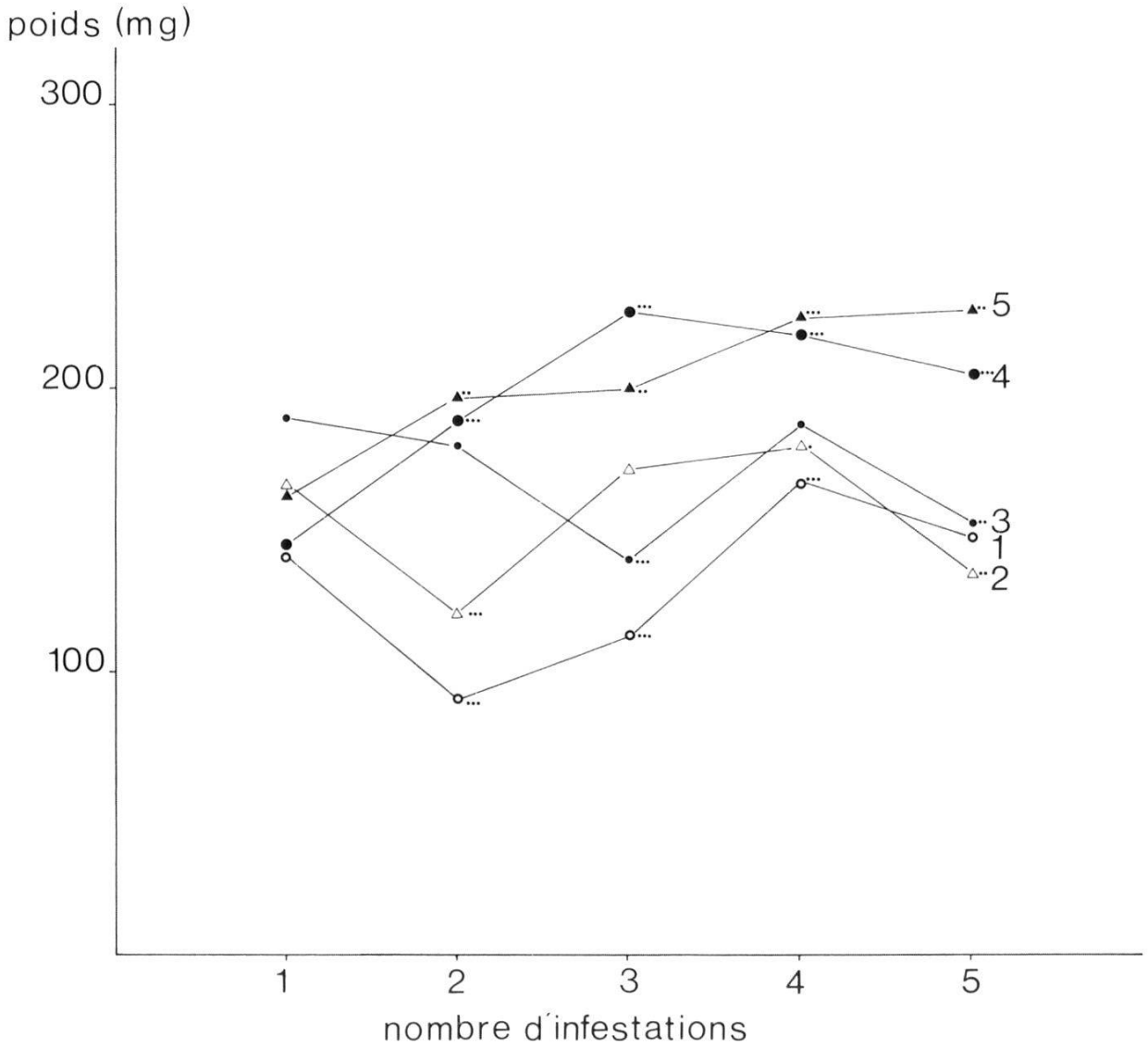

Fig. 2. Evolution pour chaque lapin des valeurs prédites du poids des tiques gorgées au cours des infestations. Les lapins sont numérotés de 1 à 5. Les différences entre la première et les infestations ultérieures sont appréciées par le test de Student: .0,01 $<p<$0,05; .. 0,001$<p<$0,01; ... $p<$0,001.

Ces modèles mathématiques expliquent respectivement 59, 28 et 40% de la variabilité totale des données.

f) Valeurs prédites du poids des tiques gorgées, de la durée du repas et du nombre d'œufs pondus pendant des infestations répétées

Nous estimons les valeurs des paramètres α_i, β_j et $(\alpha\beta)_{ij}$ pour les variables Y_1 et Y_2; α_i et β_j pour la variable Y_3. Ainsi nous représentons séparément pour chaque lapin, l'évolution de la moyenne des valeurs prédites de Y_1 ou Y_3, corrigées de l'influence du poids des tiques à jeun, au cours des infestations (Fig. 2 et 4). Nous figurons aussi l'évolution de la moyenne des valeurs de Y_2 pour chaque animal (Fig. 3). Les différences constatées entre la première et les infestations ultérieures sont estimées statistiquement par le test de Student.

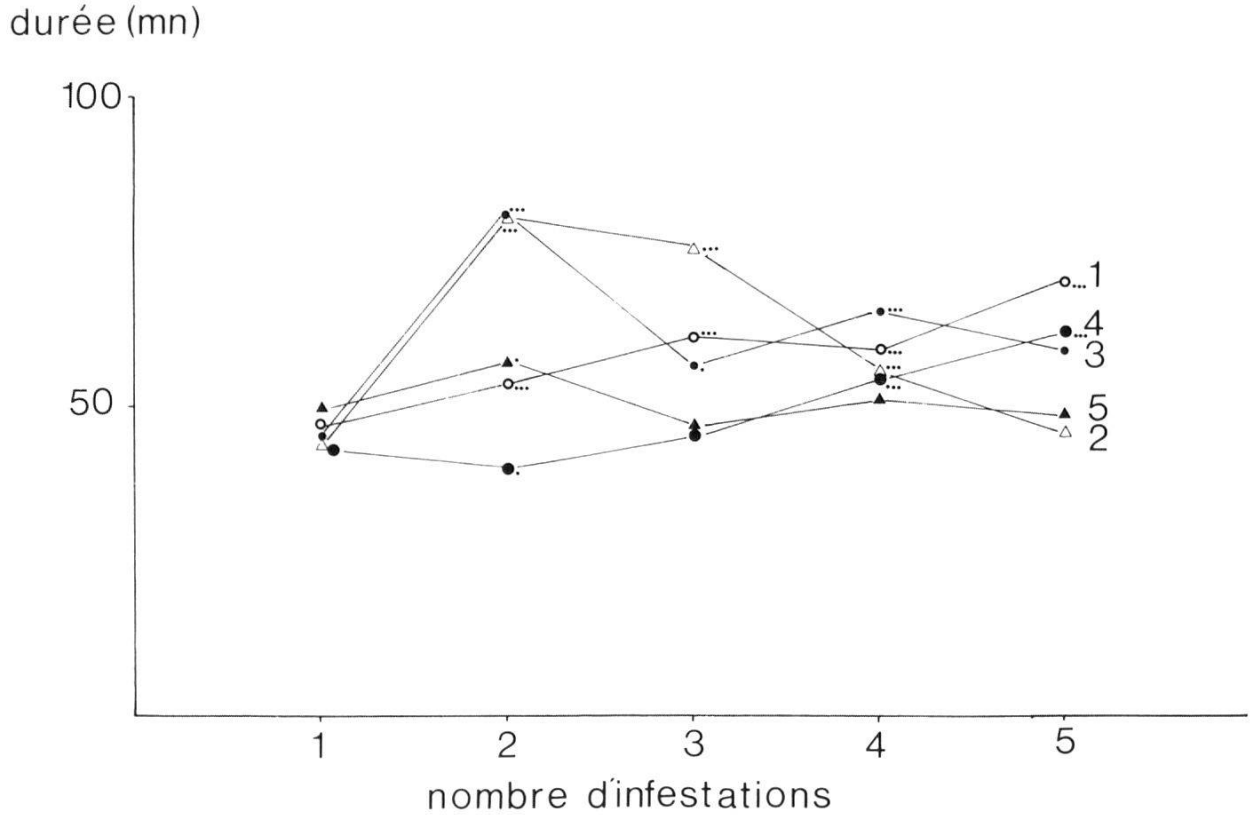

Fig. 3. Evolution pour chaque lapin des valeurs prédites de la durée des repas sanguins des tiques au cours des infestations. Pour la légende, voir Fig. 2.

f.1) *Evolution du poids des tiques gorgées au cours des infestations (Fig. 2).* Dès la 2e infestation, le poids moyen des tiques gorgées sur les lapins n°s 1 à 3 diminue, significativement pour les animaux n°s 1 et 2. Ensuite, il évolue différemment de cas en cas et d'infestation en infestation. Par contre, les tiques nourries sur les animaux n°s 4 et 5 lors des 4 réinfestations sont toujours plus lourdes que lors de la première infestation.

Nous avons vu que les anticorps spécifiques anti-*O. moubata* sont décelés dès la 3e infestation seulement (Tabl. 1). Ainsi, les variations du poids des tiques gorgées, constatées dès la 2e infestation déjà, ne seraient pas dues à la réponse immunitaire de l'hôte, du moins pas aux facteurs humoraux (voir alinéa 1).

f.2) *Evolution de la durée du repas sanguin au cours des infestations (Fig. 3).* Généralement, chez les 5 lapins, les durées moyennes des repas sanguins sont comparables ou supérieures aux durées observées lors de la primo-infestation. Dans un cas seulement, la durée moyenne du repas sanguin est écourtée (lapin n° 4, 2e infestation).

f.3) *Evolution du nombre d'œufs pondus par les tiques gorgées lors des infestations successives (Fig. 4).* Les femelles qui se nourrissent au cours des 4 réinfestations pondent un nombre d'œufs toujours supérieur à celui de la primo-infestation ($p < 0{,}001$).

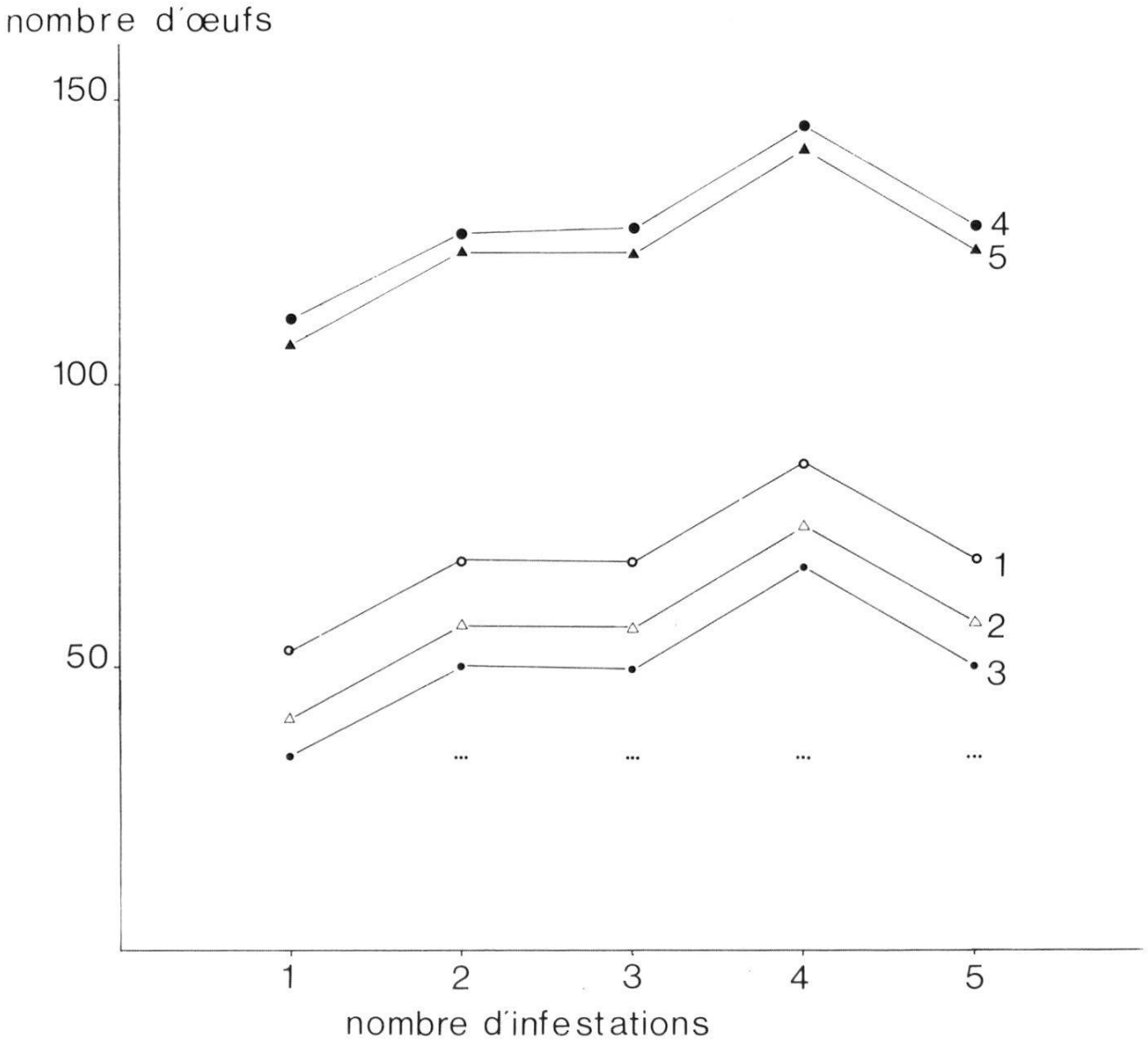

Fig. 4. Evolution pour chaque lapin des valeurs prédites du nombre d'œufs pondus par les tiques gorgées au cours des infestations. Pour la légende, voir Fig. 2.

g) Influence du poids des tiques gorgées sur le nombre d'œufs pondus

Dans un nouveau modèle mathématique, nous étudions aussi l'influence du poids des tiques gorgées et du poids des tiques à jeun sur le nombre d'œufs pondus:

$$Y = A + B_1X_1 + B_2X_2$$

où

X_1 = poids des tiques gorgées
X_2 = poids des tiques à jeun.

Soit l'hypothèse H:

$B_2 = O$: dans ce cas, le poids des tiques à jeun (X_2) n'aurait pas d'influence sur Y.

Soit son alternative A:

$B_2 \neq O$: dans ce cas, X_2 aurait une influence sur Y.

Par le test de Fisher, on vérifie l'hypothèse H en comparant la part de variabilité des données inexpliquées sous H avec celles restées inexpliquées sous A. L'hypothèse H est acceptée ($F = 2{,}18$; $F_{critique} = 3{,}9$; $p < 0{,}05$). Ainsi nous pouvons réécrire le nouveau modèle mathématique de manière simplifiée:

$$Y = A + B_1X_1$$

Soit une nouvelle hypothèse H:

$B_1 = O$: dans ce cas, le poids des tiques gorgées (X_1) n'aurait pas d'influence sur Y.

Soit son alternative A:

$B_1 \neq O$: dans ce cas, X_1 aurait une influence sur Y.

Le test de cette nouvelle hypothèse est réalisé comme précédemment. Elle est refusée ($F = 218$; $F_{critique} = 3{,}9$; $p < 0{,}05$). Ainsi le poids des tiques gorgées influence le nombre d'œufs pondus. Le calcul du cœfficient de corrélation montre qu'il existe une relation linéaire entre ces 2 variables ($r = 0{,}68$; ddl = 248; $p < 0{,}05$).

Conclusion 5. Il existe une relation linéaire entre le poids des tiques gorgées et le nombre d'œufs pondus (Fig. 5). Rappelons que le poids des tiques gorgées dépend linéairement du poids des tiques à jeun (Fig. 1).

Discussion et conclusions

Le présent travail démontre l'existence d'une relation linéaire entre les poids des femelles d'*O. moubata* respectivement à jeun et gorgées (Fig. 1). Chez les Argasides, l'influence de diverses grandeurs morpho-anatomiques, notamment le poids, sur la quantité de sang ingérée n'avait encore jamais été définie. Les renseignements sont d'ailleurs à peine plus nombreux chez les Ixodides (Arthur et Snow, 1966). On constate cependant, pour de nombreuses espèces de ce groupe, une relation linéaire entre le poids de replétion des femelles et le nombre d'œufs pondus (Kitaoka et Yajima, 1958, ainsi que Bennett, 1974, chez *B. microplus;* Sweatman, 1968, chez *H. aegyptium;* Nagar, 1968, chez *D. variabilis* et *R. sanguineus;* Gladney et Drummond, 1970, chez *Amblyomma americanum;* Drummond et Whetstone, 1975, chez *A. maculatum;* Jagannath et al., 1974, chez *H. marginatum;* Honzakova et al., 1975, ainsi que Graf, 1978, chez *I. ricinus).*

Chez les Argasides, plus particulièrement chez l'espèce *O. moubata,* il existe également une relation linéaire entre le nombre d'œufs pondus et le poids des tiques gorgées (Fig. 5).

Dans notre expérience, les lapins infestés sont tous de sexe mâle, de race Himalayenne et de génotype aac^Hc^H. Pourtant, l'analyse de covariance montre chez les hôtes des particularités individuelles en ce qui concerne le poids des

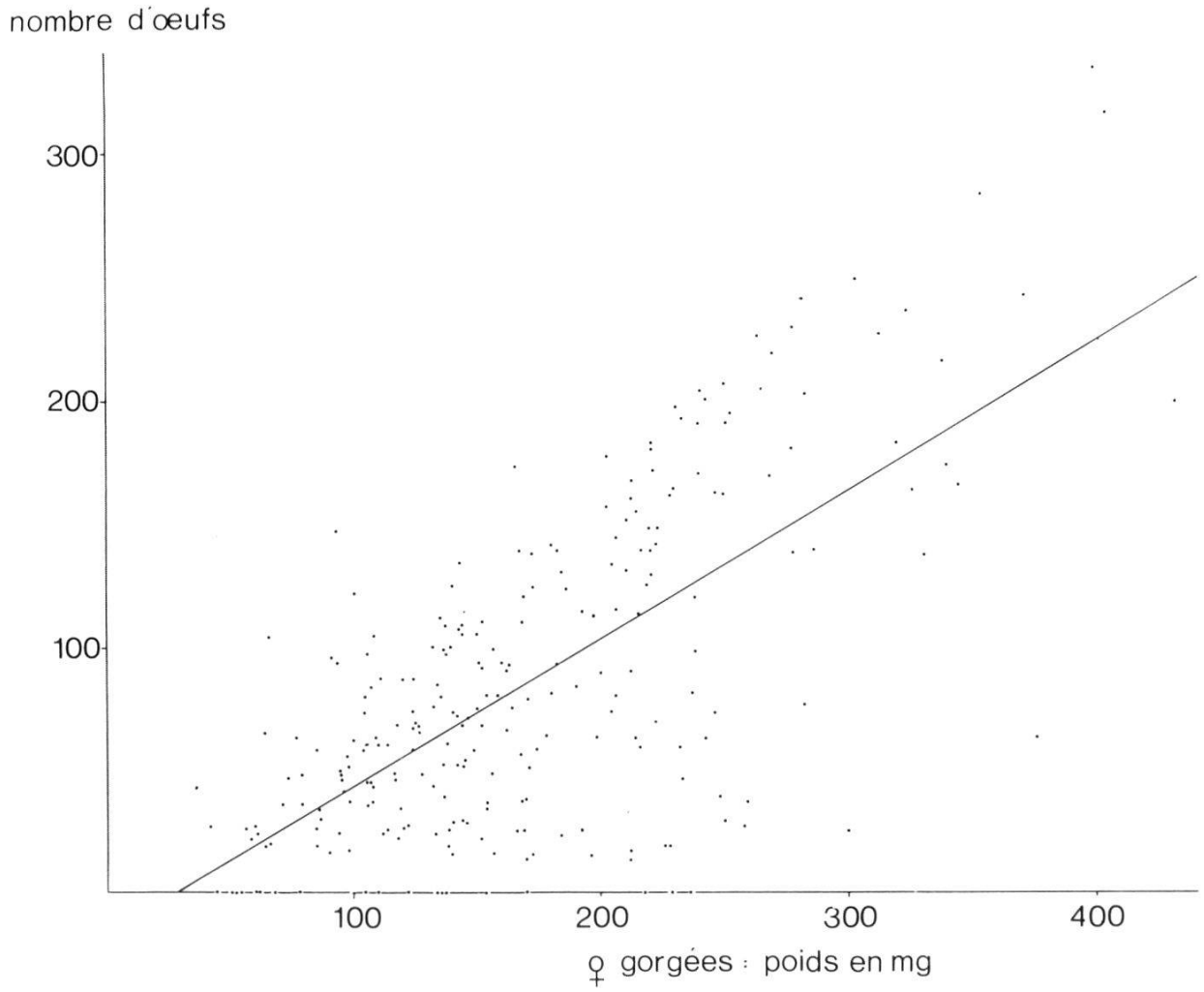

Fig. 5. Représentation graphique du nombre d'œufs pondus en fonction du poids des tiques gorgées. Droite de régression: $y = 0{,}60 \times - 16{,}9$.

tiques gorgées, la durée du repas sanguin et le nombre d'œufs pondus. Ainsi, la parenté génétique n'est pas suffisante pour assurer une réponse homogène. Toutefois, aucune différence individuelle n'a été observée quant au nombre de tiques qui se fixent et se nourrissent. D'un lapin à l'autre, le rang de l'infestation exerce un effet différent sur le poids des tiques gorgées (Fig. 2) et sur la durée du repas sanguin (Fig. 3). Par contre, cet effet sur le nombre d'œufs pondus ne varie pas (Fig. 4).

Les lapins parasités par les femelles d'*O. moubata* produisent des anticorps spécifiques formés probablement contre la salive des tiques. Mais la réponse immunologique n'influe pas défavorablement sur la biologie de l'Argaside. En effet, les tiques de cette espèce se fixent et se nourrissent en nombre sensiblement égal quel que soit le rang des infestations (Tabl. 2). D'autre part, et cela est surprenant, le nombre moyen d'œufs pondus par *O. moubata* est toujours supérieur à chaque réinfestation qu'à la première infestation (Fig. 4).

Chez les Ixodides, au contraire, des bovins acquièrent une résistance contre *B. microplus;* ils rejettent de nombreuses larves (Roberts, 1968a et b). De même

chez des cobayes, Allen (1973) enregistre un pourcentage élevé de larves de *D. andersoni* qui ne se gorgent pas. Chez *I. ricinus*, les tiques pondent moins bien, voire plus du tout, quand elles sont nourries sur des lapins préalablement ectoparasités (Bowessidjaou et al., 1977). On a montré que des facteurs humoraux participent à l'établissement de cette immunité (Brossard, 1977; Brossard et Girardin, 1979). On observe donc une différence essentielle entre Argasides et Ixodides à ce sujet.

Lors des réinfestations des lapins par *O. moubata*, le poids moyen de sang prélevé varie de lapin à lapin et d'infestation à infestation (Fig. 2). Selon les cas, il est inférieur ou supérieur à ce qu'il était lors d'une primo-attaque par les tiques. Pourtant, comme chez *I. ricinus* (Bowessidjaou et al., 1977), les durées moyennes des repas sanguins sont généralement supérieures lors des réinfestations. Seubert (1978) observe un phénomène identique chez des porcs parasités par cet Argaside.

La fixation d'*O. moubata* dans la peau des lapins provoque un hématome dont les tiques se nourrissent. Au cours d'une deuxième infestation, la réaction tissulaire ne paraît pas modifiée (Brossard, observations non publiées). Ainsi, quel que soit le rang de l'infestation, cette tique serait fixée dans un tissu peu enflammé. A eux seuls, les anticorps spécifiques ne perturberaient que peu ou pas la fixation, le repas et la ponte.

Durant leur nutrition, longue de plusieurs jours, les Ixodides sont fermement fixés dans la peau de l'hôte grâce à la conformation de leur rostre, mais aussi parfois grâce à la présence d'un cément sécrété par l'ectoparasite lui-même (Balashov, 1968). Ce contact étroit et durable permet d'intenses échanges immunologiques et provoque localement des modifications profondes du tégument, particulièrement au cours de réinfestations (Allen, 1973; Schleger et al., 1976; Brossard et Fivaz, en prép.). Ainsi chez les Ixodides, l'inflammation de la peau, associée à une réponse immunologique spécifique, provoqueraient le phénomène de résistance. La situation chez les Ixodides diffère donc très fortement de celles des Argasides.

En conclusion, on peut affirmer que le bref repas sanguin des femelles d'*O. moubata* provoque chez le lapin la formation d'anticorps anti-tiques. Cette réponse humorale spécifique n'influence cependant pas défavorablement la biologie de l'Argaside. En effet, lors de réinfestations, la fixation et la ponte ne sont pas perturbées. Tout au plus observe-t-on que les tiques prélèvent parfois moins de sang, au cours de repas dont les durées moyennes sont en général plus longues.

Aeschlimann A., Grandjean O.: Influence of natural and "artificial" mating on feeding, digestion, vitellogenesis and oviposition in ticks (Ixodoidea). Folia parasit. (Praha) *20*, 67–74 (1973).

Allen J. R.: Tick resistance: basophil in skin reactions of resistant guinea-pigs. Int. J. Parasit. *3*, 195–200 (1973).

Ambroise-Thomas P.: Etude séro-immunologique de dix parasitoses par les techniques d'immunofluorescence, 644 p. Thèse Doct. ès-sci., Lyon 1969.

Arthur D. R., Snow K.: The significance of size in the immature stages of the Ixodoidea. Parasitology *56*, 391–397 (1966).

Balashov W. S.: Bloodsucking ticks (Ixodoidea) – vectors of diseases of man and animals. Nauka Leningrad (1968). Trad. Miscellaneous Publications of the ent. Soc. Amer. *8*, 161–376 (1972).

Bennett G. F.: Oviposition of *Boophilus microplus* (Canestrini). I. Influence of tick size in egg production. Acarologia *16*, 52–61 (1974).

Boese J.-L.: Rabbit immunity to the rabbit tick, *Haemaphysalis leporispalustris* (Acari: Ixodidae). I. The development of resistance. J. med. Ent. *11*, 503–512 (1974).

Bone G.-J.: Recherches sur les glandes coxales et la régulation du milieu interne chez l'*Ornithodorus moubata* Murray (Acarina, Ixodidae). Ann. Soc. Zool. belg. *74*, 16–31 (1943).

Bowessidjaou J., Brossard M., Aeschlimann A.: Effects and duration of resistance acquired by rabbits on feeding and egg laying in *Ixodes ricinus* L. Experientia (Basel) *33*, 528–530 (1977).

Brossard M.: Relations immunologiques entre Bovins et Tiques, plus particulièrement entre Bovins et *Boophilus microplus*. Acta trop. (Basel) *33*, 15–36 (1976).

Brossard M.: Rabbits infested with the adults of *Ixodes ricinus* L.: passive transfer of resistance with immune serum. Bull. Soc. Path. exot. *70*, 289–294 (1977).

Brossard M., Girardin P.: Passive transfer of resistance in rabbits infested with adult *Ixodes ricinus* L.: humoral factors influence feeding and egg laying. Experientia (Basel) *35*, 1395–1396 (1979).

Drummond R. O., Whetstone T. M.: Oviposition of the cayenne tick *Amblyomma cajennense* (F.) in the laboratory. Ann. ent. Soc. Amer. *68*, 214–216 (1975).

Fujisaki K.: Development of acquired resistance and precipitation antibody in rabbits experimentally infested with females of *Haemaphysalis longicornis* (Ixodoidea: Ixodidae). Nat. Inst. Anim. Hlth Quart. *18*, 27–38 (1978).

Geigy R., Herbig A.: Erreger und Überträger tropischer Krankheiten. Acta trop. (Basel) Suppl. 6 (1955).

Gfeller W.: Biologische, immunologische und histologische Untersuchungen als Beitrag zur Abklärung von Resistenzerscheinungen bei Kaninchen nach mehrmaliger Infestation mit der Zecke *Rhipicephalus bursa* (Canestrini und Fanzago, 1877). Thèse, Université de Berne 1971.

Gladney W. J., Drummond R. O.: Mating behavior and reproduction of the lone star tick *Amblyomma americanum*. Ann. ent. Soc. Amer. *63*, 1036–1039 (1970).

Graf J.-F.: Copulation, nutrition et ponte chez *Ixodes ricinus* L. (Ixodoidea: Ixodidae) – 3e partie. Bull. Soc. Ent. Suisse *51*, 343–360 (1978).

Gregson J. D.: Antigenic properties of tick secretions. J. Parasit. *56*, 1038–1039 (1970).

Hewetson R. W.: Resistance by cattle to cattle tick, *Boophilus microplus*. III. The development of resistance to experimental infestations by purebred Sahiwal and Australian Illawarra shothorn cattle. Aust. J. agric. Res. *22*, 331–342 (1971).

Honzakova E., Olejnicek J., Cerny V., Daniel M., Dusbabek F.: Relationship between number of eggs deposited and body weight of engorged *Ixodes ricinus* female. Folia parasit. (Praha) *22*, 37–43 (1975).

Jagannath M. S., Nagaraja K. V., Hedge K. S.: Feature of taxonomic value in *Hyalomma marginatum* isaaci Sharie, 1928. Curr. Sci. *43*, 222–223 (1974).

Kitaoka S., Yajima A.: Physiological and ecological studies of some ticks. II. Phase change in oviposition ability with blood sucking quantity. Bull. Nat. Inst. Anim. Hlth *34*, 149–162 (1958).

Koehler G., Hoffmann G., Hoerchner F., Weiland G.: Immunbiologische Untersuchungen an Kaninchen mit Ixodiden-Infestationen. Berlin u. München. Tierärztl. Wschr. *20*, 396–400 (1967).

Nagar S. K.: On the significance of the duration of preoviposition and oviposition periods in ixodid ticks. Acarologica *10*, 621–629 (1968).

Roberts J. A.: Acquisition by the host of resistance to the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini). J. Parasit. *54*, 657–662 (1968a).

Roberts J. A.: Resistance of cattle to the tick *Boophilus microplus* (Canestrini). II. Stages of the life cycle of the parasite against which resistance is manifest. J. Parasit. *54*, 667–673 (1968b).

Schleger A. V., Lincoln D. T., McKenna R. V., Kemp D. H., Roberts J. A.: *Boophilus microplus:* Cellular responses to larval attachment and their relationship to host resistance. Aust. J. biol. Sci. *29*, 499–512 (1976).

Seubert S.: Auswirkungen mehrfachen Besatzes von Maus, Kaninchen und Schwein mit *Ornithodoros moubata* (Murray, 1877). Thèse, Université de Munich 1978.

Sweatman G. K.: Temperature and humidity effects on the oviposition of *Hyalomma aegyptium* ticks of different engorgement weights. J. med. Ent. *5*, 429–439 (1968).

Trager W.: Acquired immunity to ticks. J. Parasit. *25*, 57–81 (1939).

Wikel S. K., Graham J. H., Allen J. R.: Acquired resistance to ticks. IV. Skin reactivity and in vitro lymphocyte responsiveness to salivary gland antigen. Immunology *34*, 257–263 (1978).

Willadsen P., Williams P. G., Roberts J. A., Kerr J. D.: Responses of cattle to allergens from *Boophilus microplus.* Int. J. Parasit. *8*, 89–95 (1978).