

ACTION DE DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES CONSTANTES
SUR LA DURÉE DE DÉVELOPPEMENT, DE L'ŒUF À L'ADULTE,
DES MACROCHÉLIDES FIMICOLES *MACROCHELES SUBBADIUS*
ET *MACROCHELES VERNALIS* (ACARINA : MESOSTIGMATA) *

PAR Bruno CICOLANI **

MACROCHELIDAE
BIOLOGIE
DEVELOPMENT
TEMPERATURES
ECOLOGICAL
NICHES

SUMMARY : Relationship between the temperature and the duration of the development, from egg to adult, without considering the duration of each stage (larvae, protonymph, deutonymph), of two, coprophilous macrochelid species found in sympatry in many localities of the Abruzzi (central Italy), are discussed.

The data are compared with those previously obtained with the same method used for *Macrocheles matrius*. The main conclusions are as follows :

- 1) The effective temperature range is between 15° and 36°C in *M. subbadius*, between 14° and 34°C in *M. vernalis*, and between 12° and 36°C in *M. matrius*.
- 2) The maximum speed of development occurs at 32°C for *M. subbadius* (average 37,7 h for the females and 36,2 h for the males) ; at 32°C for *M. vernalis* (36,7 h for the females and 34,1 h for the males), at 34°C for *M. matrius* (average 52,10 h for the females and 44,60 h for the males) ;
- 3) The most suitable mathematical expression for the speed of development temperature relationship was found to be the logistic equation calculated for the females and males of each species.

Ecological consequences of the problem are also discussed. In particular, the analysis of the data revealed differences in ecological niches between the fimicolous and predator species which frequently occur in the same dropping.

MACROCHELIDAE
BIOLOGIE
DÉVELOPPEMENT
TEMPÉRATURES
NICHES
ÉCOLOGIQUES

RÉSUMÉ : Cet article étudie la relation entre la température et la durée de développement de l'œuf à l'adulte sans considérer la durée des différents stades (larves, protonymphes, deutonymphes) de deux espèces d'acariens macrochelides fimicoles trouvés en sympatrie dans une multitude de localités des Abruzzes (Italie centrale). Les données obtenues ont été confrontées avec celles obtenues précédemment, avec les mêmes méthodes que chez *M. matrius*.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- 1) L'intervalle effectif de la température est compris entre 15° et 36°C chez *M. subbadius*, entre 14° et 34°C chez *M. vernalis* et entre 12° et 36°C chez *M. matrius*.

* Recherche faite avec la contribution financière du CNR (CT n. 7802052.04).

** Institut de Zoologie de l'Université de l'Aquila, 67100 L'Aquila, Italy.

- 2) La vitesse la plus remarquable du développement est obtenue à 32°C chez *M. subbadius* (en moyenne 37,7 h pour les femelles et 36,2 pour les mâles) ; à 32°C chez *M. vernalis* (36,7 h pour les femelles et 34,1 h pour les mâles) ; à 34°C chez *M. matrius* (en moyenne 52,10 h pour les femelles et 44,60 h pour les mâles).
- 3) L'expression mathématique la plus apte à représenter la relation température-vitesse de développement est l'équation logistique qui a été calculée pour les femelles et pour les mâles de chaque espèce. Les perspectives écologiques ont été également discutées. En particulier l'analyse des données a mis en évidence des différences au niveau des niches écologiques entre les espèces fimicoles vivants dans le même « dropping ».

INTRODUCTION

Plusieurs espèces d'Acariens Macrochelides fimicoles, que l'on trouve dans les mêmes localités et dans le même habitat, montrent en laboratoire les mêmes préférences alimentaires.

Dans le but de mettre en évidence, dans ce groupe d'Acariens, d'éventuelles différences dans la « niche écologique » (considérée, en général, comme l'ensemble des facteurs du milieu) et de vérifier la validité du principe de Gause, on a entrepris l'étude de plusieurs paramètres biologiques (vitesse d'accroissement, longévité, fécondité, taux intrinsèque d'accroissement naturel) de quelques espèces de Macrochelides fimicoles de l'Italie centrale.

Dans cette note nous avons analysé l'influence des températures constantes sur la durée de développement de l'œuf (le terme œuf est pris ici dans son sens le plus large c'est-à-dire comme œuf non segmenté, segmenté ou embryonné) à l'adulte chez *Macrocheles subbadius* et *M. vernalis*.

Les résultats sont confrontés avec ceux obtenus précédemment, en utilisant les mêmes méthodes que pour *M. matrius* étudié par CICOLANI (1977 a).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La population de *M. subbadius* (Berlese) obtenue avec des femelles recueillies dans le crottin de cheval trouvé dans la province de Pescara, est une espèce phorétique, avec larviparité facultative

(FILIPPONI, 1960), prédatrice d'œufs de *Musca domestica* (AXTELL, 1961).

Une population de *M. subbadius* se multiplie en laboratoire dans les termes de Rm : 2,24 fois par jour à 27°C ; 2,37 à 29°C ; 2,40 à 31°C ; 2,04 à 33°C (CICOLANI et al., 1977 b, 1979).

La population de *M. vernalis* (Berlese) a été obtenue avec des femelles capturées en phorésie sur des *Scarabaeus affinis* (Brulle) dans la province de L'Aquila. C'est une espèce avec parthénogenèse arrhénotoque, avec larviparité facultative, qui montre une fécondité inférieure aux autres espèces de Macrochelides (CICOLANI, 1980).

Les deux espèces ont été élevées sur le milieu de culture de RODRIGUEZ et WADE (1961) constitué de 9 parts, en poids, de crottin de veau, desséché à l'air et hâché, 1 part en poids de farine de soja, 20 parts en poids d'eau.

Comme alimentation nous avons donné des nématodes rhabditides vivants.

Il a été prouvé que les Macrochélides peuvent déposer suivant les conditions d'élevage, des œufs non segmentés, ou des œufs segmentés, ou des œufs embryonnés ou des larves, ou bien encore des protonymphes. L'oviparité est induite : par l'alimentation abondante, par une densité basse d'acariens, par une bonne aération. La larviparité est provoquée par une alimentation pauvre et non préférée, par un rassemblement excessif, et par un substrat inapte (FILIPPONI et FRANCAVIGLIA, 1963).

Pour mesurer la durée du développement des œufs il a été nécessaire de favoriser l'oviparité en utilisant le traitement standard suivant : 2 groupes de 50 femelles à peine devenues adultes, ont été

maintenues pendant 48 h à 24°C et 75 % H.R., dans un récipient de plastique cylindrique (120 × 100 mm) ayant dans le bouchon un trou de 24 mm couvert par un voile de rhodia. Les récipients contenaient 30 g de terrain de culture et des aliments en surabondance (nématodes rhabditides).

Quelques unes des femelles utilisées étaient sûrement vierges (c'est-à-dire, isolées à l'état de deutonymphes) pour avoir une plus grande possibilité de recueillir des œufs qui auraient donné origine à des descendants de sexe masculin. *M. subbadius* et *M. vernalis* sont des espèces arrhénotoques mais les femelles fécondées ont une progénie de sexe féminin aussi longtemps qu'elles ont à disposition des spermatozoïdes (CICOLANI et BULLINI, 1978). Toutes les femelles, prises 24 h après ont été mises en groupe de 20 dans des récipients (45 × 30 mm) ayant un trou de 7 mm et contenant le substrat en partie pressé et en partie non pressé et la même alimentation. Les récipients étaient mis dans des dessiccateurs avec des solutions saturées de NaCl,

qui permettaient une H.R. de 75 %, et mis dans des chambres thermostatées à la température de 28°C.

Les œufs recueillis 3 heures plus tard, étaient successivement posés par groupes de 5 dans de petits récipients (45 × 30 mm), ayant un terrain de culture pressé qui permettait un contrôle facile des divers stades préimaginaires.

Successivement les œufs étaient introduits dans des chambres thermostatées à plusieurs températures constantes. Les expériences ont été conduites en chambres thermostatées IH 277 et IH 278 (de la maison Gallenkamp) pourvues de ventilateurs et de programmeur pour la température et le temps désirés.

Pour éviter des variations de température continues le développement n'a pas été surveillé séparément dans chacun de ses stades (œuf, larve, protonympe, deutonympe) mais on a considéré l'ensemble du développement embryonnaire et post-embryonnaire.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

a) DURÉE (OU VITESSE) DU DÉVELOPPEMENT ŒUF-ADULTE À TEMPÉRATURE CONSTANTE.

La durée moyenne du développement préimaginaire œuf-adulte a été contrôlée d'abord en partant du moment où l'on recueillait les œufs qui avaient été déposés par les mères pendant 3 heures à 28°C. Successivement, étant donné qu'à la récolte les œufs avaient déjà effectué un certain développement à 28°C (température de l'oviposition), on a pu aussi considérer le développement obtenu pendant 1,5 h (valeur centrale de l'intervalle de déposition de 3 h à cette température).

Chez les *M. vernalis*, par exemple nous avons ajouté aux heures obtenues à 14°C, 42,3 h car une simple proportion met en évidence que le pourcentage de développement réalisé en 1,5 h à 28°C (température d'oviposition) est celui que l'on a vérifié en 42,3 h à 14°C (par exemple, 1,5 h : 0,03 = x : 1).

Deux méthodes de présentation des résultats sont possibles : la température par rapport à la durée du développement ou bien par rapport à la vitesse de développement (sa réciproque).

Dans le tableau I sont rapportées pour chaque température vérifiée les données concernant la quantité d'œufs qui se sont développés et qui ont donné origine à des adultes (n), la durée moyenne du développement préimaginaire (\bar{X}) avec les limites et la crédibilité, la vitesse moyenne du développement préimaginaire (1/Y) (qui est l'inverse de la durée du développement) et le pourcentage moyen de développement obtenus pendant 1 h chez les femelles et les mâles des espèces examinées (100/Y).

Dans le tableau II sont comparées avec le « t » de Student à chaque température les valeurs moyennes de la durée (en heures) du développement préimaginaire de l'œuf à l'adulte, soit des femelles, soit des mâles, de *M. subbadius* et *M.*

MACROCHELES SUBBADIUS

MACROCHELES VERNALIS

C°	♀♀				♂♂				♀♀				♂♂			
	n	$\bar{X} \pm t_{0,05}, S_m$	I/Y	100/Y	n	$\bar{X} \pm t_{0,05}, S_m$	I/Y	100/Y	n	$\bar{X} \pm t_{0,05}, S_m$	I/Y	100/Y	n	$\bar{X} \pm t_{0,05}, S_m$	I/Y	100/Y
14	—	—	—	—	—	—	—	—	11	269,8 + 18,7	0,0370	0,37	10	248,4 + 26,1	0,0400	0,40
15	25	173,5 ± 2,8	0,0057	0,57	17	171,1 ± 1,8	0,0058	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	20	189,8 + 6,5	0,0052	0,52	17	188,6 + 6,0	0,0053	0,53
18	28	99,8 ± 1,9	0,0100	1,00	16	96,7 + 1,3	0,0103	1,03	25	123,4 + 2,9	0,0081	0,81	16	117,1 + 4,6	0,0085	0,85
20	—	—	—	—	—	—	—	—	48	100,4 + 1,8	0,0099	0,99	16	90,1 + 4,4	0,0110	1,10
21	24	71,8 + 1,1	0,0139	1,35	25	69,6 + 1,0	0,0143	1,43	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	28	90,0 + 1,8	0,0111	1,11	12	80,3 + 3,6	0,0124	1,24
24	—	—	—	—	—	—	—	—	40	72,1 + 2,6	0,0138	1,38	13	65,5 + 4,8	0,0152	1,52
25	48	57,2 + 0,4	0,0175	1,74	64	56,6 + 0,3	0,0176	1,76	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	15	60,0 + 1,8	0,0166	1,66	15	54,5 + 0,9	0,183	1,83
27	65	47,7 + 0,3	0,020	2,00	53	46,3 + 0,5	0,0215	2,15	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	23	51,5 + 1,4	0,0194	1,94	15	45,1 + 1,3	0,0221	2,21
29	40	44,2 + 0,4	0,0226	2,26	70	43,0 + 0,1	0,0232	2,32	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	15	37,0 + 1,8	0,0269	2,69	25	35,4 + 0,9	0,0281	2,61
31	61	37,4 + 0,6	0,0265	2,65	26	36,2 + 0,8	0,0276	2,76	—	—	—	—	—	—	—	—
32	49	38,8 + 0,9	0,257	2,57	51	36,7 + 0,5	0,272	2,72	24	36,8 + 1,5	0,0272	2,72	14	34,1 + 1,6	0,0292	2,92
33	34	39,3 + 0,8	0,0254	2,54	26	38,1 + 1,0	0,262	2,62	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	38	38,6 + 1,1	0,0259	2,59	11	37,1 + 2,1	0,0269	2,69
36	35	42,2 + 1,5	0,0236	2,36	32	44,1 + 1,3	0,0226	2,26	—	—	—	—	—	—	—	—

TABEAU I

Durée du développement complet de l'œuf à l'adulte, de femelles et de mâles de *M. subbadius* et *M. vernalis* à de différentes températures et 75 % H.R. Nombre d'observation (n), durée de développement moyenne exprimée en heures et limites de crédibilité du 95 % ($\bar{X} \pm t_{0,05}, S_m$), vitesse moyenne du développement (I/Y) et pourcentage moyenne de développement obtenus pendant une heure (100/Y).

MACROCHELES SUBBADIUS

MACROCHELES VERNALIS

°C	♀♀				♂♂				♀♀				♂♂			
	n	m	d	t	n	m	d	t	n	m	d	n	m	d	t	
14	—	—	—	—	—	—	—	—	11	269,5	7 776,7	10	248,4	11 966,1	1,508	
15	25	173,5	902,5	—	17	171,1	198,8	1,453	—	—	—	—	—	—	—	
16	—	—	—	—	—	—	—	—	20	189,8	3 697,0	17	188,6	2 194,1	0,287	
18	28	99,8	924,8	—	16	96,7	96,0	2,003	25	123,4	1 153,8	16	117,1	1 141,0	2,593	
20	—	—	—	—	—	—	—	—	48	100,4	1 852,9	16	90,2	1 059,5	5,160*	
21	24	71,8	235,0	—	25	69,6	145,9	2,704	—	—	—	—	—	—	—	
22	—	—	—	—	—	—	—	—	28	90,0	550,9	12	80,3	346,7	5,741*	
24	—	—	—	—	—	—	—	—	40	72,1	2 544,4	13	65,5	775,2	2,581	
25	48	57,2	113,7	—	64	56,6	91,8	2,299	—	—	—	—	—	—	—	
26	—	—	—	—	—	—	—	—	15	60,0	141,6	15	54,4	34,0	6,079*	
27	65	47,7	101,2	—	53	46,3	152,9	5,106*	—	—	—	—	—	—	—	
28	—	—	—	—	—	—	—	—	23	51,5	239,7	15	45,1	72,9	6,604*	
29	40	44,2	66,2	—	70	43,0	23,8	6,634*	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	15	37,0	150,0	25	35,4	124,9	1,798	
31	61	37,7	314,2	—	26	36,2	99,9	2,899	—	—	—	—	—	—	—	
32	49	38,8	385,5	—	51	36,7	128,7	4,584*	24	36,8	289,7	25	34,1	100,2	2,366	
33	34	39,3	185,5	—	26	38,1	143,7	1,930	—	—	—	—	—	—	—	
34	—	—	—	—	—	—	—	—	24	38,6	425,3	14	37,1	95,8	1,307	
36	35	42,2	617,4	—	32	44,1	4 3,7	1,958	—	—	—	—	—	—	—	

TABEAU II

Comparaisons entre femelles et mâles de *M. subbadius* et *M. vernalis* aux différentes températures et 75 % H.R. Nombre d'observations (n), durée de développement moyenne exprimée en heures (m), déviance (d), et valeurs du « t » di Student (0,05 %). On a désigné par un astérisque les valeurs où on a remarqué une action statistiquement différente des températures dans les deux sexes. Dans le rectangle on a rapporté les valeurs moyennes qui ne sont pas statistiquement différentes entre elles.

vernalis pour mettre en évidence l'action différente de la température dans les deux sexes.

De l'examen des données reportées dans les tableaux on déduit que :

1) l'intervalle effectif du développement de *M. subbadius*, même s'il n'est pas déterminé avec précision, est compris entre 15° et 36°C. Aucun des œufs mis à 11° et 13°C n'est en effet éclos ; de tous ceux qui avaient été mis à 38°C une

seule larve est éclosé mais sans parvenir à l'état adulte ;

- 2) les limites des possibilités de vie supérieure et inférieure de *M. vernalis*, pour les deux sexes, sont probablement situées entre 14° et 34°C ;
- 3) la durée moyenne minimale équivalente à la vitesse maximum du développement se trouve, pour les femelles et les mâles, à 31°C chez les *M. subbadius* et à 32°C chez les *M. vernalis*.

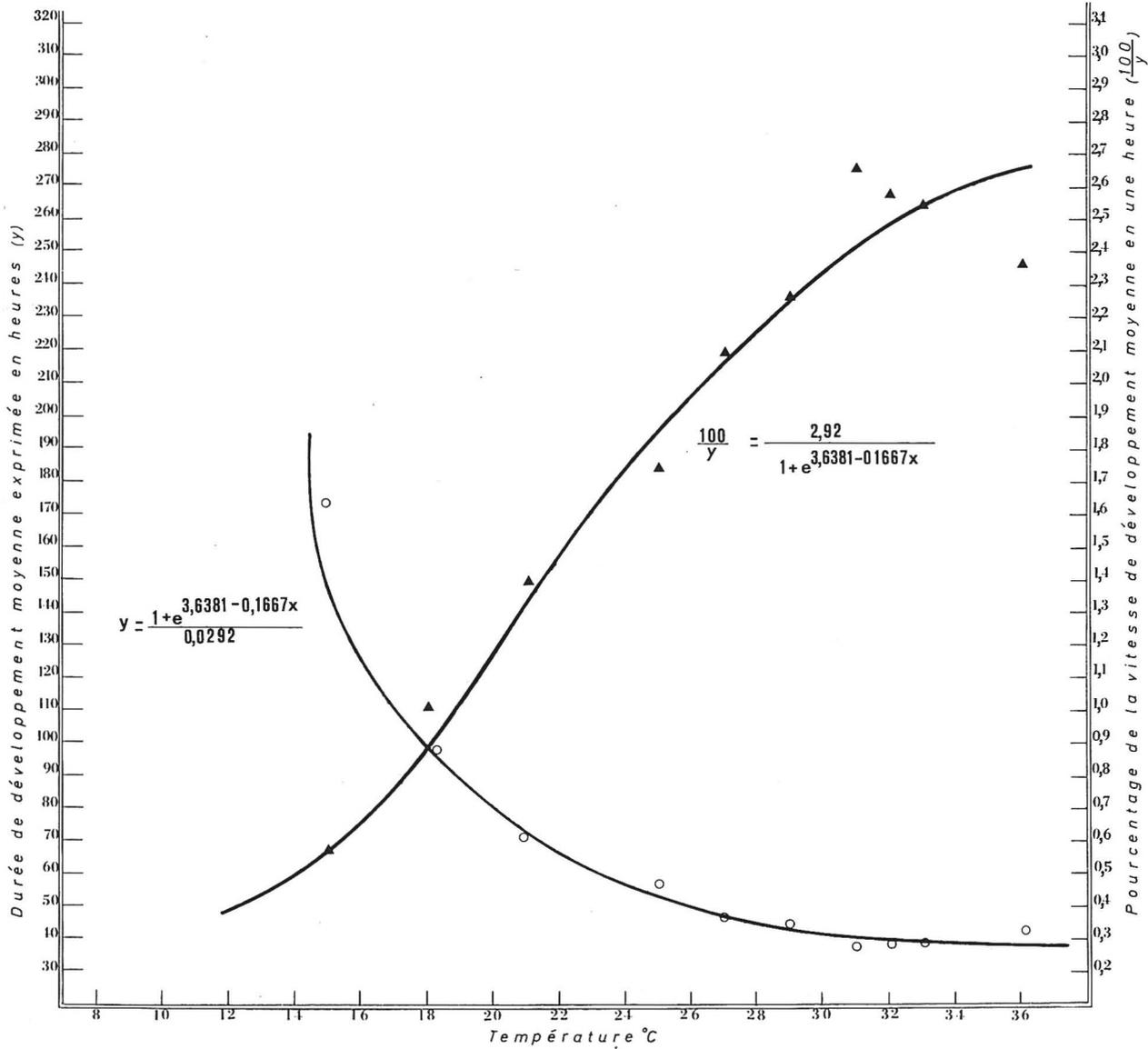


FIG. 1. — Durée de développement, œuf-adulte, exprimée en heures (○) et pourcentage de la vitesse de développement en une heure (△) en fonction de la température, des femelles de *M. subbadius*.

Si l'on compare avec le « t » Student les valeurs de durée minimum avec celles obtenues aux températures qui précèdent ou suivent immédiatement on ne remarque pas de différences statistiquement significatives qui prouvent qu'il existe un intervalle optimal pour les deux espèces (rectangle dans le tableau II). Tel intervalle ne correspond pas nécessairement à la température optimale pour le paramètre considéré, parce que souvent dans de

telles zones il existe une mortalité supérieure à celle que l'on trouve à des températures plus basses. *M. matrius*, autre macrochélide sur lequel a été conduit une même enquête, en utilisant les mêmes méthodes (CICOLANI, 1977 a), présente une plus grande vitesse de développement à 34°C (37,7 h pour les femelles et 36,2 h pour les mâles) et a des limites inférieures et supérieures aux températures de 12° et 36°C ; l'augmentation de la

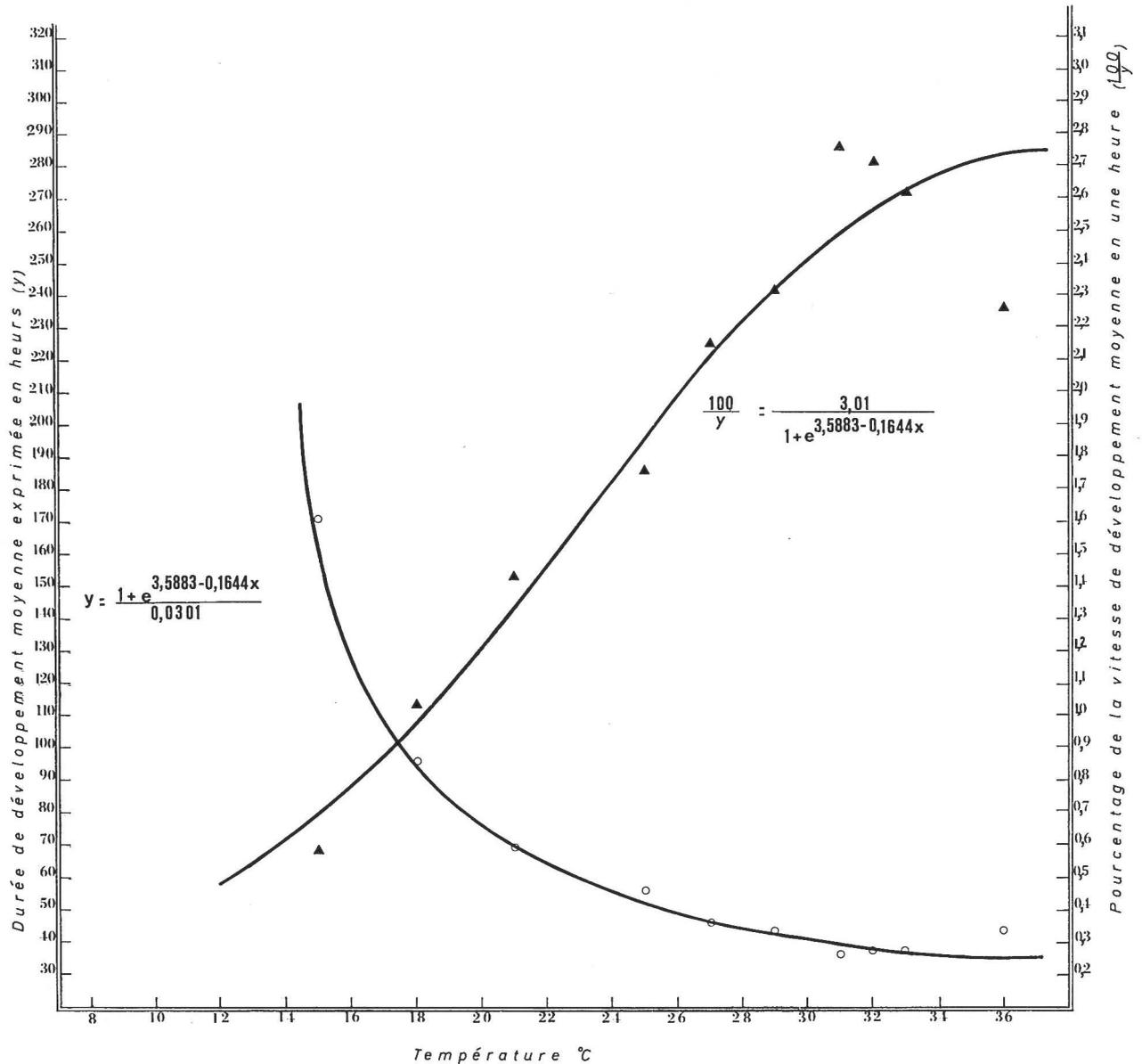


FIG. 2. — Durée de développement, œuf-adulte, exprimée en heures (○) et pourcentage de la vitesse de développement en une heure (△) en fonction de la température, des mâles de *M. subbadius*.

température dans la zone létale ne comporte pas une plus grande vitesse du développement puisque, selon l'hypothèse de DAVIDSON (1944), il y a dans ce cas un bouleversement dans l'équilibre des processus métaboliques et une accumulation des produits toxiques du métabolisme ou, en général, une dénaturation des enzymes.

b) TYPE DE RELATION UNISSANT LA DURÉE DE DÉVELOPPEMENT (OU SA VITESSE) À LA TEMPÉRATURE.

Un des arguments les plus anciens et débattus en écologie est la représentation mathématique du

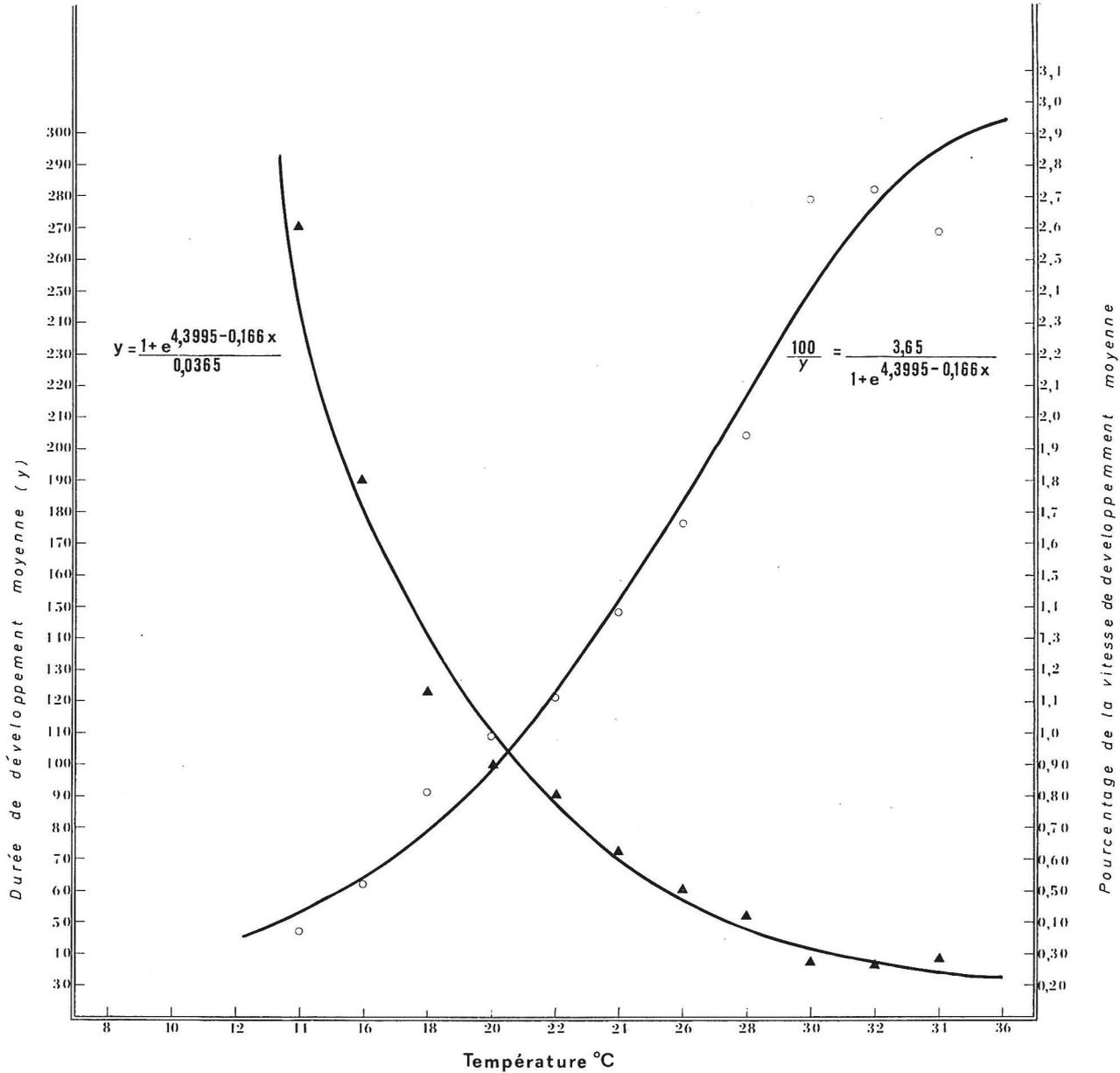


FIG. 3. — Durée de développement, œuf-adulte, exprimée en heures (○) et pourcentage de la vitesse de développement en une heure (△) en fonction de la température, des femelles de *M. vernalis*.

type de relation existant entre la température constante et le développement embryonnaire et post-embryonnaire des organismes poïkilothermes.

DAVIDSON (1944) en examinant les expressions mathématiques proposées pour décrire le phénomène, appelle l'équation de Van't Hoff et de Arrhenius théorique et celles formulées par Réaumur, Boussingault (règle des sommations thermiques), de Janisch et de Belerhradec (expression

avec des bases exponentielles) et aussi l'équation logistique, qu'il a proposée, empiriques puisqu'elles s'adaptent mieux aux données expérimentales. En réalité les équations appartenant au premier groupe, même si trop souvent utilisées par des écologistes, décrivent bien la relation entre la température et la simple réaction physiologique, mais non pas les phénomènes plus complexes comme ceux qui arrivent, par exemple, pendant la

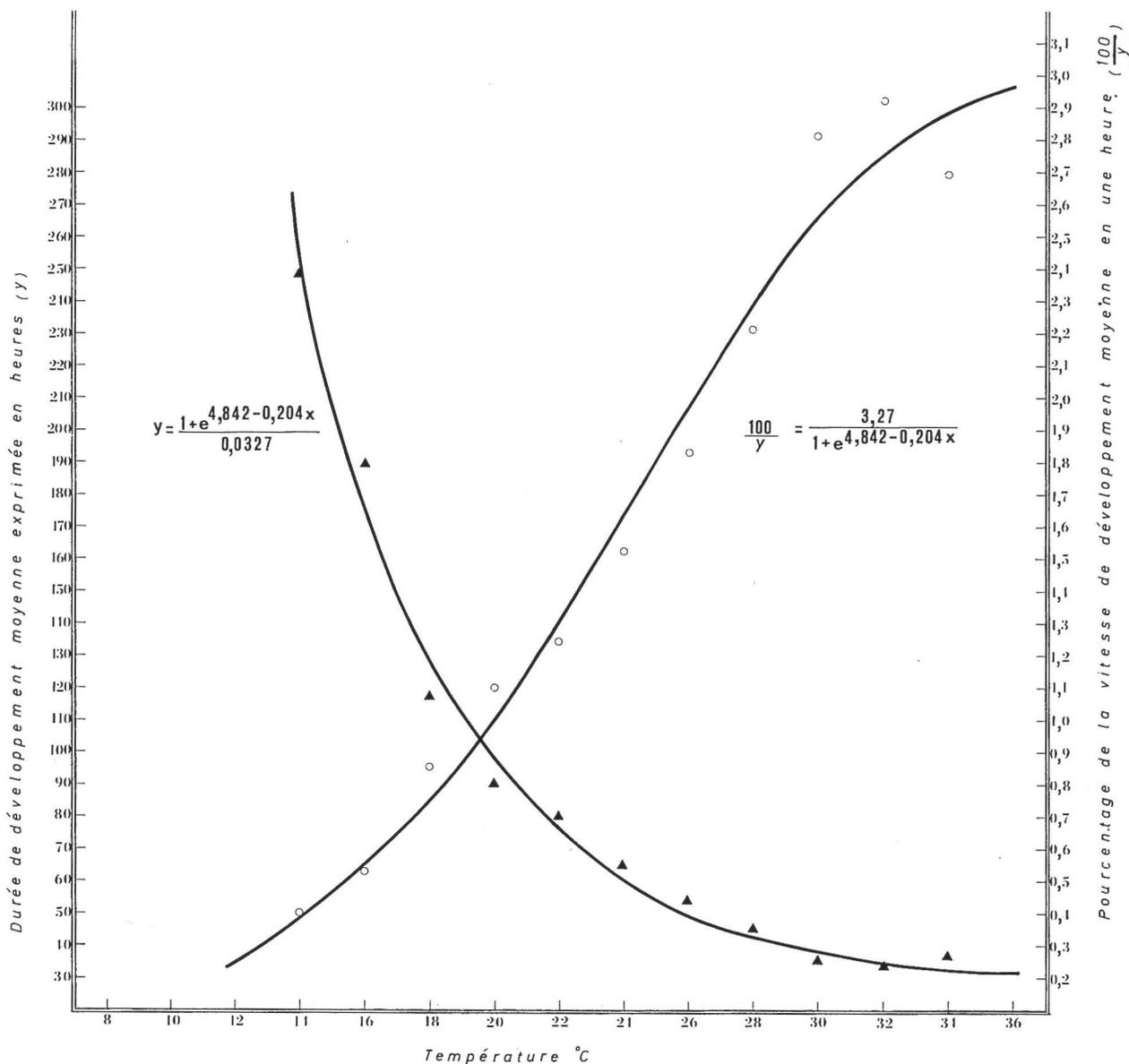


FIG. 4. — Durée de développement, œuf-adulte, exprimée en heures (C) et pourcentage de la vitesse de développement en une heure (Δ) en fonction de la température, des mâles de *M. vernalis*.

morphogénèse. Entre les équations appartenant au deuxième groupe le modèle hyperbolique (branche d'hyperbole équilatère ou la relation linéaire obtenue après la transformation logarithmique) ne représente pas bien le phénomène puisque le cours rectiligne n'est obtenu que pendant une brève partie tandis que le modèle exponentiel, et en particulier la courbe sigmoïde, s'accorde mieux aux données expérimentales.

On est parvenu à de telles conclusions après de nombreuses études, en grande partie sur les insectes, effectuées par plusieurs auteurs très compétents (DAVIDSON, 1944, HOWE, 1962, 1967).

La qualité de l'adaptation de la courbe logistique aux données expérimentales a été mise en évidence en acarologie aussi bien dans un de mes précédents travaux sur *M. matrius* (CICOLANI, 1977 a) que par LEBRUN (1974) dans un travail conduit sur les Oribates *Damaeus clavipes* et *D. onustus*. Nous conseillons ces travaux pour ce qui concerne la méthodologie du calcul des trois paramètres (K, a, b), des équations logistiques* et pour la discussion de leurs significations biologiques.

Les données du tableau I, relatives à la durée de développement moyenne exprimée en heures (X), à la vitesse de développement en 1 heure (1/Y) et au pourcentage de vitesse moyenne de développement en 1 heure (100/Y) aux simples températures, sont exprimées graphiquement dans les fig. 1 et 2 (femelles et mâles de *M. subbadius*) et les fig. 3 et 4 (femelles et mâles de *M. vernalis*).

Les cercles blancs se rapportent à la durée en heures et mettent en évidence une branche d'hyperbole équilatère tandis que les triangles noirs, relatifs à la vitesse moyenne de développement en pourcentage d'heures, montrent une allure sigmoïde. Même dans ce cas, comme pour celui de *M. matrius* la relation logistique introduite en écologie par DAVIDSON (1944) semble la plus apte expression mathématique pour représenter la relation entre la température (en abscisse) et la vitesse de développement (en ordonnée à droite des figures) et sera utilisée dans ce travail aussi. Les constantes K, calculées avec la méthode décrite par DAVIDSON (1944), ont donné pour les femelles et les mâles de *M. subbadius* 2,92 et 3,01, tandis que

TABLEAU III

Calcul des paramètres de l'équation logistique (a, b) et pente de régression chez les femelles et les mâles de *Macrocheles subbadius*.

♀♀		♂♂	
Temp. °C (x)	Log ₁₀ (K-Y)/Y (y)	Temp. °C (x)	Log ₁₀ (K-Y)/Y (y)
	K = 2,92		K = 3,01
15	0,6029	15	0,6181
18	0,2819	18	0,2811
21	0,0400	21	0,0394
25	1,8263	25	1,8474
27	1,5942	27	1,5951
29	1,4633	29	1,4688
31	1,0035	31	2,9524
32	1,1236	32	1,0237
33	1,1688	33	1,1668
36	1,3659	36	1,5151
Sx = 267	Sy = 3,5233	Sx = 267	Sy = 3,4921
\bar{x} = 26,7	\bar{y} = -0,3523	\bar{x} = 26,7	\bar{y} = -0,3429
Sx ² = 7555	Sy ² = 3,7886	Sx ² = 7555	Sy ² = 3,9255
Dx = 426,1	Dy = 2,5473	Dx = 426,1	Dy = 2,6925
	Sxy = 124,962		Sxy = -123,669
	codeviance xy = -30,89		codeviance xy = -30,43
	b = -0,0724		b = -0,0714
	a = 1,580		a = 1,557
	y = 1,580-0,0824 x		y = 1,557-0,0714 x

TABLEAU IV

Calcul des paramètres de l'équation logistique (a, b) et pente de régression chez les femelles et les mâles de *Macrocheles vernalis*.

♀♀		♂♂	
Temp. °C (x)	Log ₁₀ (K-Y)/Y (y)	Temp. °C (x)	Log ₁₀ (K-Y)/Y (y)
	K = 3,65		K = 3,27
14	0,9467	14	0,8527
16	0,7729	16	0,7132
18	0,5447	18	0,4515
20	0,4256	20	0,2899
22	0,3586	22	0,2113
24	0,2127	24	0,0571
26	0,0756	26	2,8924
28	1,9448	28	1,6754
30	1,5479	30	1,2055
32	1,5333	32	1,0656
34	1,6108	34	1,3280
Sx = 264	Sy = 1,9736	Sx = 264	Sy = 0,2574
\bar{x} = 24	\bar{y} = -0,1794	\bar{x} = 24	\bar{y} = 0,0234
Sx ² = 6776	Sy ² = 2,7271	Sx ² = 6776	Sy ² = 3,6438
Dx = 440	Dy = 2,3731	Dx = 440	Dy = 3,6377
	Sxy = 15,6218		Sxy = 45,1772
	codeviance xy = -31,7446		codeviance xy = -38,9996
	b = -0,721		b = -0,0886
	a = 1,9107		a = 2,103
	y = 1,9107-0,0721 x		y = 2,103-0,0886 x

pour les femelles et les mâles de *M. vernalis* 3,65 et 3,27.

Les paramètres a et b, exposants des bases e de l'équation logistique ($1/Y = K/1 + e^{a-bx}$ où « y » est la durée du développement et « x » la température), et aussi les pentes de régression, ont été calculés en cherchant, dans les différentes températures (en abscisse), les valeurs du $\log_{10}K-Y/Y$ (en ordonnées).

Les tableaux III et IV illustrent les résultats obtenus respectivement chez *M. subbadius* et *M. vernalis*. Après la conversion en logarithmes naturels ont été calculées les équations des courbes logistiques dont les résultats obtenus sont :

M. subbadius :

$$\begin{array}{l} \text{femelles} \\ \frac{1}{y} = \frac{0,0292}{1 + e^{3,6381-0,166 x}} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{mâles} \\ \frac{1}{y} = \frac{0,0301}{1 + e^{3,5883-0,164 x}} \end{array}$$

M. vernalis :

$$\begin{array}{l} \text{femelles} \\ \frac{1}{y} = \frac{0,0365}{1 + e^{4,3995-0,166 x}} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{mâles} \\ \frac{1}{y} = \frac{0,0327}{1 + e^{4,842-0,204 x}} \end{array}$$

Les courbes des équations logistiques représentées dans les fig. 1-4 ont été tracées à l'aide des formules reportées et la comparaison entre les valeurs numériques calculées dans les deux sexes et celles observées sont rapportées dans les tableaux V et VI. L' χ^2 calculé là où plus grand est l'écart (à proximité des limites supérieures) révèle la qualité de l'adaptation de la courbe logistique aux données empiriques.

Dans la fig. 5, utilisant les données précédemment obtenues chez les *M. matrius* (CICOLANI, 1977 a), nous confrontons seulement les courbes des femelles de *M. subbadius*, *M. vernalis* et de *M. matrius*, trois espèces trouvées fréquemment en sympatrie. Dans la fig. 6 nous avons confronté les pentes de régression des femelles des trois espèces. Ces comparaisons ont mis en évidence que la vitesse du développement de *M. matrius* est en moyenne et, pour les deux sexes, inférieure aux

TABLEAU V

Différences entre les valeurs (100/y) observées et calculées chez les femelles et les mâles de *Macrocheles subbadius*.

Temp. °C	♀♀			♂♂		
	100/y obs	100/y calc.	Obs.-calc.	100/y obs	100/y calc.	Obs.-calc.
15	0,5763	0,7088	-0,1325	0,5844	0,7329	-0,1548
18	1,0020	1,0097	-0,0077	1,0341	1,0466	-0,0125
21	1,3927	1,3598	0,0329	1,4367	1,4028	0,0339
25	1,7482	1,8376	-0,0894	1,7667	1,8889	-0,1222
27	2,0964	2,0534	0,0430	2,1598	2,1090	0,0508
29	2,2624	2,2421	0,0203	2,3255	2,3021	0,0234
31	2,6525	2,4000	0,2525	2,7624	2,4645	0,2979
32	2,5773	2,4675	0,1098	2,7224	2,5341	0,1883
33	2,5445	2,5277	0,0168	2,6246	2,5963	0,0283
36	2,3696	2,6688	-0,2992	2,2675	2,7431	-0,4756

TABLEAU VI

Différences entre les valeurs (100/y) observées et calculées chez les femelles et les mâles de *Macrocheles vernalis*.

Temp. °C	♀♀			♂♂		
	100/y oss.	100/y calc.	Oss.-calc.	100/y oss.	100/y calc.	Oss.-calc.
14	0,3707	0,4069	-0,0362	0,4025	0,3946	0,0079
16	0,5268	0,5433	-0,0165	0,5302	0,5594	-0,0292
18	0,8101	0,7153	0,0948	0,8541	0,7745	0,0796
20	0,9960	0,9256	0,0704	1,1087	1,0405	0,0682
22	1,1110	1,1729	-0,0613	1,2448	1,3485	-0,1037
24	1,3867	1,4512	-0,0645	1,5276	1,6791	-0,1515
26	1,6663	1,7488	-0,0825	1,8365	2,0061	-0,1696
28	1,9409	2,0506	-0,1097	2,2192	2,3045	-0,0853
30	2,6975	2,3403	0,3572	2,8176	2,5575	2,2601
32	2,7210	2,6043	0,1167	2,9293	2,7589	0,1704
34	2,5920	2,8336	-0,2416	2,6961	2,9113	-0,2152

autres espèces et que chez les femelles de *M. subbadius* elle est supérieure, jusqu'à 28°C, à *M. vernalis* pour s'invertir après dans l'espace compris entre les 28° et 36°C.

Une telle inversion se manifeste déjà à 26°C chez les mâles. L'étude de la durée du développement préimaginal présente de nombreuses perspectives écologiques étant donné qu'elle met en évidence les différences au niveau de la niche écologique des trois espèces d'acariens.

c) EXPÉRIENCES À TEMPÉRATURE FLUCTUANTES.

Toutes les expériences analysées dans ce travail ont été faites à température constante, et non fluctuante comme il advient dans la nature.

Pour effectuer une comparaison entre températures fluctuantes et constantes nous avons comparé les résultats obtenus à 28°C pendant 24 h et ceux obtenus pendant un traitement de 12 h à 24°C et 12 h à 32°C. Avec un tel sondage non conforté par de nombreuses observations, nous avons eu la confirmation ultérieurement qu'il n'est pas possible d'effectuer la sommation thermique en utilisant la moyenne arithmétique de la

température fluctuante, étant donné qu'il en résulte toujours une vitesse plus grande à une température fluctuante qu'à une température constante.

De tels résultats avaient déjà été obtenus lors d'expériences avec des données détaillées sur *M. matrius* (CICOLANI, 1977 a).

De telles données peuvent être dues au fait que la température, dans les zones centrales de l'inter-

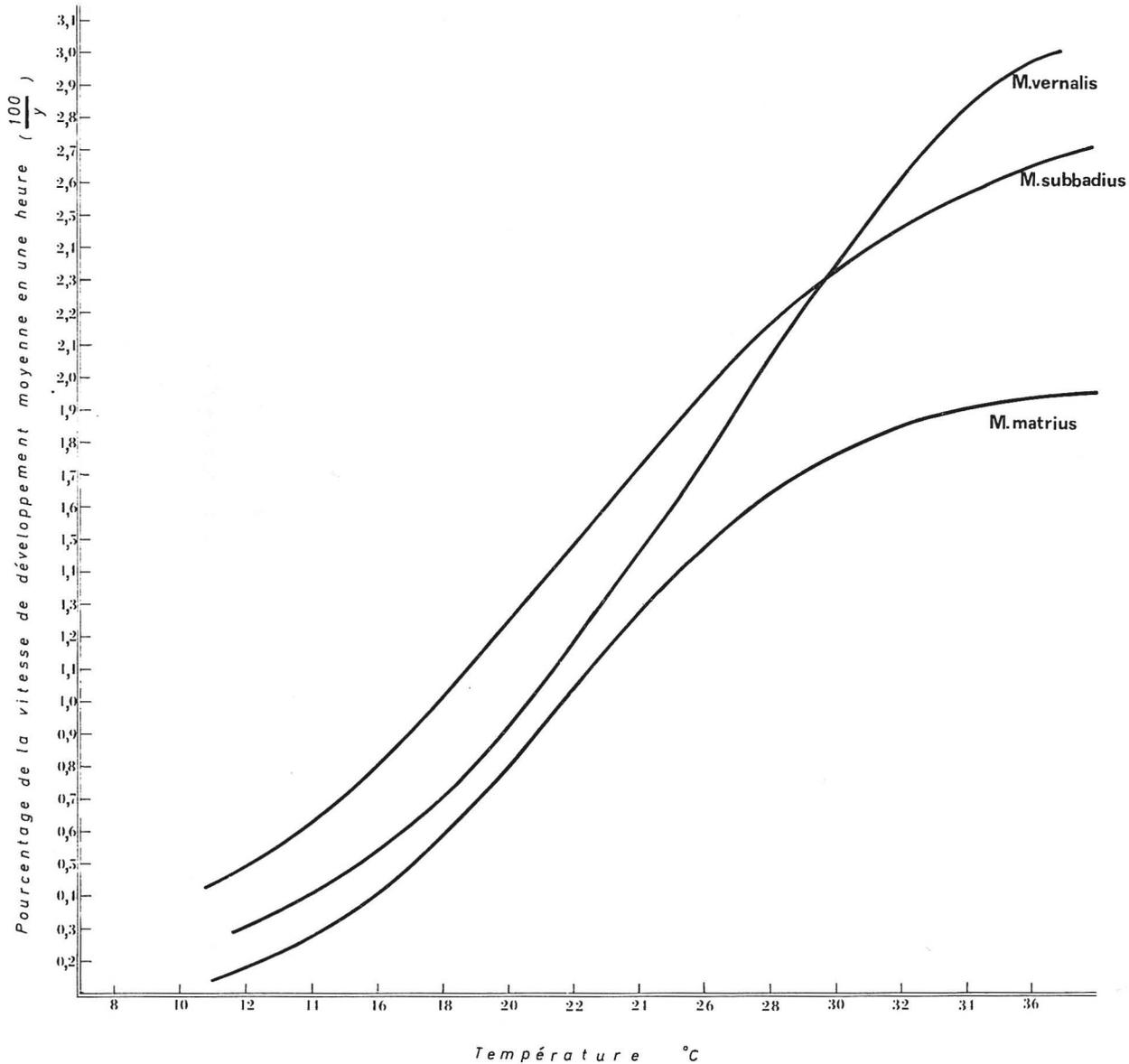


FIG. 5. — Pourcentage de la vitesse de développement moyenne en une heure des femelles de *M. subbadius*, *M. vernalis* et *M. matrius*.

valle effectif, produit au-dessus de la valeur moyenne un effet plus grand qu'au-dessous de la moyenne, ou alors au fait que la fluctuation en elle-même soit stimulante.

Ces résultats sont contraires à ceux déjà obtenus à ce sujet par LEBRUN (1974 chez *Damaeus onustus* et *Damaeus clavipes* (Acariens, Oribates) et par GREGOIRE-WIBO (1976) chez *Folsomia quadrioculata* (Insecte, Collembole).

D'après JOHNSON (1940) l'influence des tempé-

ratures « fluctuantes » par rapport à celle « constante » est différente selon la zone de l'intervalle effectif de température où l'on travaille. Toutefois, travaillant dans une zone centrale d'intervalle effectif de température, il est impossible de généraliser sur des résultats d'organismes poïkilothermes qui ont une biologie reproductive différente ainsi que des phases de vie différentes. Seulement des études plus détaillées pourront, en tout cas, nous permettre des considérations plus définitives concernant les Acariens Macrochelides.

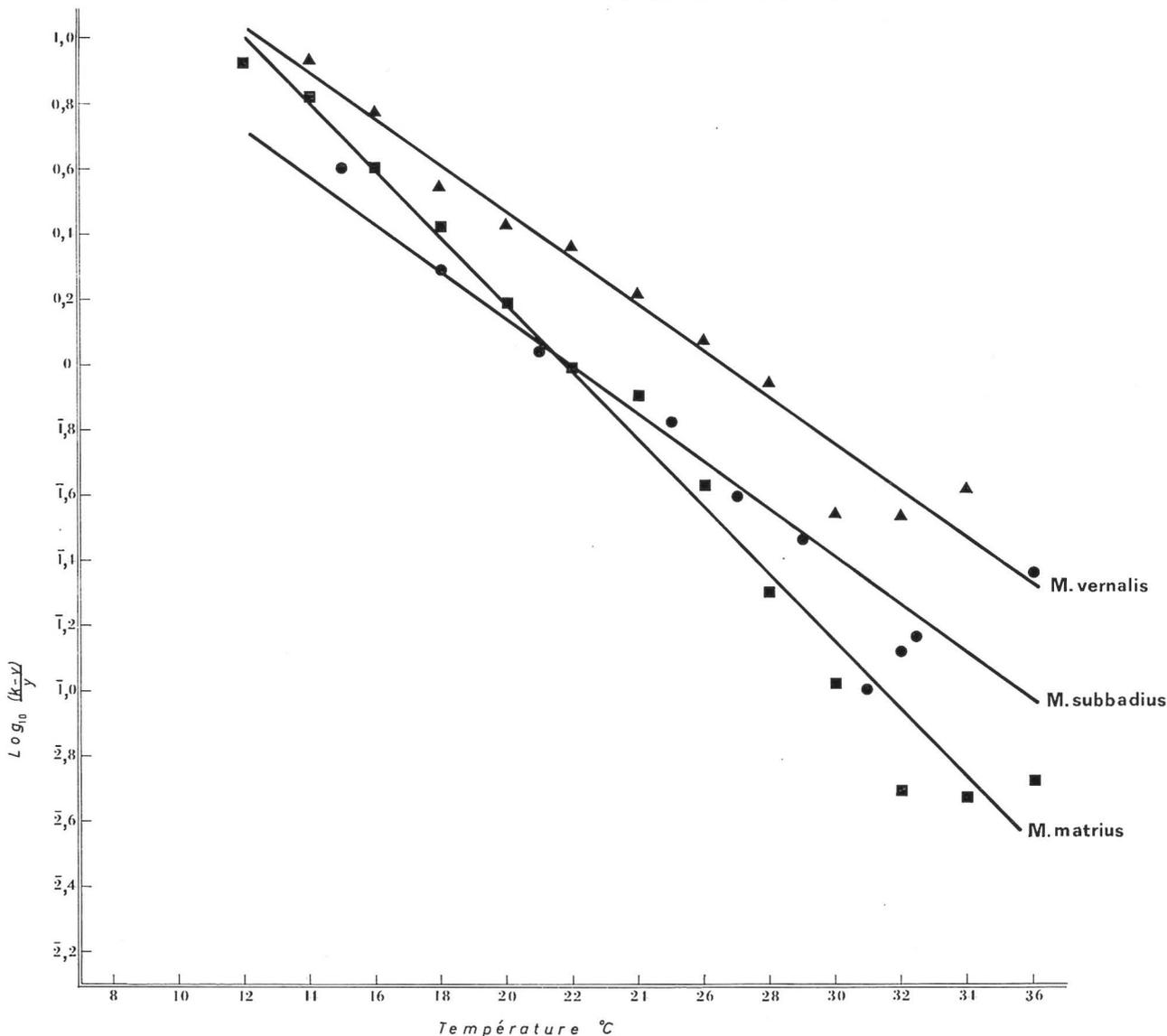


FIG. 6. — Pente de régression entre la vitesse de développement et la température pour les femelles de *M. subbadius*, *M. vernalis* et *M. matrius*.

CONCLUSIONS

On a tenté de déterminer l'impact de la température sur *M. subbadius* et *M. vernalis*, non seulement afin de définir l'influence de la température sur la durée de développement et la nature de la relation qui unit ces deux variables, mais surtout pour mettre en évidence les différences au niveau des niches écologiques de Macrochelides, trouvés en sympatrie dans de nombreuses localités des Abruzzes (Italie centrale), sur des « droppings » de crottin d'animal caractérisés par des variations verticales de température dues à des fermentations.

Les résultats obtenus, confrontés avec ceux obtenus chez *M. matrius*, un autre acarien trouvé dans les mêmes localités, ont mis en évidence que les limites inférieures et supérieures sont différentes dans les trois espèces ; que la vitesse la plus grande à toutes les températures se trouve chez les mâles ; que la durée moyenne est nettement supérieure chez *M. matrius* que chez *M. sabbadius* et *M. vernalis* et que les augmentations de température à proximité de la limite supérieure ne font pas augmenter la vitesse du développement ; et que, dans la gamme des températures écologiques, la relation unissant la vitesse du développement et la température est donnée par l'équation logistique dont les paramètres (K, a, b), sont différents dans les 3 espèces.

Les espèces sympatriques qui montrent les mêmes préférences alimentaires (niches trophique) semblent donc différentes pour ce qui concerne certains facteurs du milieu tel que la température.

Au niveau de la communauté, ces différences se répercutent dans la densité de l'espèce étant donné que chez les animaux poikilothermes la température est un des facteurs les plus importants pour le taux intrinsèque d'accroissement naturel (r) qui se ressent de la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire, du taux net de reproduction (R_0) et de la durée d'une génération (T).

D'après LEBRUN (1974), l'étude de l'influence de la température sur le développement embryon-

naire et post-embryonnaire n'a pas été, par conséquent, étudiée « in abstracto » mais on a tenu en considération le contexte écologique étant donné que tel paramètre influence la dynamique des populations.

L'impact de la température est beaucoup plus important quand on considère les prédateurs comme dans le cas de *M. subbadius* et de *M. vernalis* qui, vivant dans un biotope à vie éphémère comme le crottin d'animaux domestiques disséminé dans les champs, ont besoin d'effectuer leurs cycles vitaux plus rapidement.

BIBLIOGRAPHIE

- AXTELL (R. C.), 1961. — New records of North American *Macrochelidae* (Acarina : Mesostigmata) and their predation rate on the house fly. — Ann. Ent. Soc. Am., **54** : 748.
- CICOLANI (B.), 1977 a. — The influence of temperature on the speed of development, from egg to adult, of *Macrocheles matrius* (Acarina : Mesostigmata). — Acarologia, **19** : 384-394.
- CICOLANI (B.), PASSARIELLO (S.) & PETRELLI (G.), 1977 b. — Influenza della temperatura sull'incremento dit popolazione in *Macrocheles subbadius* (Acarina : Mesostigmata). — Acarologia, **19** : 563-578.
- CICOLANI (B.) & BULLINI (L.), 1978. — Ricerche sulla biologia riproduttiva e sull'ecologia dei macrochelidi. Nota II — Alcuni aspetti della biologia riproduttiva di *Macrocheles matrius* (Acarina : Mesostigmata). — Acc. Naz. Lincei, **64** : 218-225.
- CICOLANI (B.), 1979. — The intrinsic rate of natural increase in dung macrochelid mites, predators of *Musca domestica* eggs. — Boll. Zool., **46** : 171-178.
- CICOLANI (B.), 1980. — Sulla biologia, ecologia e morfologia di *Macrocheles vernalis* (Acarina : Mesostigmata). — Redia, **63** : 441-457.
- DAVIDSON (J.), 1944. — On the relationship between temperature and rate of development of insects at constant temperatures. — J. Anim. Ecol., **13** : 26-38.
- FILIPPONI (A.), 1960. — Macrochelidi (Acarina : Mesostigmata) foretici di mosche. Risultati parziali di una indagine ecologica in corso nell'agro pontino. — Parassitologia, **2** : 167-172.

- FILIPPONI (A.) & FRANCAVILLA (G.), 1963. — Oviparità e larviparità in *Macrocheles peniculatus* Berl. (Acarina : Macrochelidae) regolata da fattori ecologici. — Riv. Parass., 24 : 81-104.
- GREGOIRE-WIBO (C.), 1976. — Durées de développement et croissance de *Folsomia quadrioculata* (Tullberg) en élevage à température constante et en rythme nyctéméral. — Rev. Écol. Biol. sol., 13 : 491-503.
- HOWE (R. W.), 1962. — The effect of temperature and relative humidity on the rate of development and the mortality of *Tribolium madens* (Charp) (Coleoptera, Tenebrionidae). — Ann. Appl. Biol., 50 : 649-660.
- HOWE (R. W.), 1967. — Temperature effects on embryonic development in insects. — Ann. Rev. Ent., 12 : 15-42.
- JOHNSON (C. G.), 1940. — Development, hatching and mortality of the eggs *Cimex lectularius* L. (Hemiptera) in relation to climate, with observation on the effects of preconditioning to temperature. — Parasitology, 32 : 127-173.
- LEBRUN (Ph.), 1974. — Écologie du développement de *Damaeus onustus* et *Damaeus clavipes* (Acariens, Oribates) — Influence de la température. — Acarologia, 16 : 343-357.
- RODRIGUEZ (J. G.) & WADE (C. F.), 1961. — The nutrition of *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina : Macrochelidae) in relation to its predatory action on the house fly egg. — Ann. Ent. Soc. Am., 54 : 782-788.

Paru en mai 1983.