

LES APTITUDES TROPHIQUES ET REPRODUCTRICES DES FEMELLES DE *SEMIADALIA UNDECIMNOTATA* [COL. : COCCINELLIDAE]

A. FERRAN ⁽¹⁾, M.O. CRUZ DE BOELPAEPE ⁽²⁾,
H. SCHANDERL ⁽²⁾ & M.M. LARROQUE ⁽¹⁾

⁽¹⁾ I.N.R.A., Station de Lutte Biologique, 37 Bd du Cap, 06602 Antibes, France.

⁽²⁾ Université des Açores, Laboratoire d'Ecologie, 9 502 Ponta Delgada, Portugal.

Les femelles de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schneider ingèrent environ 20 mg d'aphides par jour à 22 °C lorsqu'il y a surabondance de proies. Dans les premiers jours qui suivent la mue imaginale, ces prises alimentaires provoquent une augmentation sensible du poids corporel des femelles qui par la suite oscille autour d'une valeur moyenne relativement stable. La rapidité de la maturation dépend de la ration alimentaire disponible pour les femelles. L'émission des premiers œufs se produit lorsque les femelles ont ingéré de 70 à 90 mg de proies. Pendant la période de ponte, il existe une relation linéaire étroite entre la consommation alimentaire et la ponte exprimées en poids frais et sous forme cumulée. Elle pourrait permettre d'envisager le dénombrement des œufs produits par les femelles comme un moyen d'estimer partiellement leur activité trophique. Toutefois au sein de la population considérée, les aptitudes reproductrices sont très hétérogènes. Cette variabilité, qui est observée dans des conditions constantes d'élevage et qui est indépendante du poids initial des individus, pourrait être d'origine génétique : dans cette éventualité, il est peut-être possible de sélectionner les femelles en fonction de leur efficacité trophique ou de leurs capacités reproductrices.

Les adultes de coccinelle interviennent dans la protection des cultures grâce à un premier vol qui correspond à l'arrivée des individus sortis de la diapause hivernale, et à l'apparition d'une génération en fin de printemps. Leur longévité qui, en laboratoire, est supérieure dans bien des cas, à 1 mois, se traduit par une présence permanente durant cette saison. Il est donc important de définir avec précision une composante essentielle de leur efficacité, la consommation alimentaire (Gurney & Hussey, 1970). D'autant plus que dans les travaux récents (Frazer & Gilbert, 1976 ; Gutierrez *et al.*, 1981), elle est prise en compte pour la modélisation de l'activité prédatrice de ces insectes.

Chez les larves de *Semiadalia undecimnotata* Schn., nous avons proposé une méthode d'estimation de la biomasse consommée par un échantillon à partir de la pesée des individus qui la constituent (Ferran & Larroque, 1977b). Il est intéressant de vérifier l'existence chez les adultes correspondants, en particulier chez les femelles, d'un critère précis et facilement mesurable qui permettrait, grâce à sa liaison avec la consommation alimentaire, d'estimer la biomasse ingérée correspondante.

Enfin, l'application aux adultes de la méthode d'estimation de la consommation alimentaire mise au point pour les larves permet, du fait de la similitude de l'unité (mg) utilisée pour exprimer la croissance pondérale et les activités trophiques et reproductrices, d'établir en quelque sorte un bilan physiologique global et d'étudier notamment les relations entre la consommation alimentaire et la ponte (Ferran & Larroque, 1977a).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les adultes utilisés dans ce travail sont prélevés dans la population permanente du laboratoire (t° : 22°C ; éclairement : 16 h/j). Chaque année, une centaine d'individus récoltés dans les sites d'hivernation y sont ajoutés afin d'éviter les phénomènes de dégénérescence.

Dans l'optique définie dans l'introduction, 4 expériences successives ont été réalisées.

La première est destinée à préciser les principales caractéristiques biologiques des femelles de cette coccinelle. De jeunes adultes sont répartis par couple dans des boîtes en plastique ($\phi = 10\text{ cm}$; $h = 8\text{ cm}$). Ceux-ci sont ensuite divisés en 3 lots qui sont placés à l'une des températures suivantes : $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$; $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Dans ces 3 lots, l'humidité relative est maintenue entre 60 et 70 % grâce à des solutions saturées de sels ; la photopériode comprend 16 h d'éclairage par jour ; l'alimentation est constituée par un mélange des différents stades du puceron *Myzus persicae* Sulz.

Les 2 expériences suivantes correspondent à la détermination des besoins trophiques et de leurs relations avec les variations pondérales et les processus de la reproduction, pendant la maturation sexuelle et la ponte. Ces 2 étapes de la vie imaginale sont abordées avec 2 lots différents de femelles. Les unes sont élevées en absence de mâles, de la mue imaginale jusqu'au 1er jour de ponte. Elles sont alors disséquées pour déterminer le nombre total d'ovocytes de couleur jaune qui sont présents dans les ovaires. Les autres sont mises en présence de mâles pendant la période de maturation sexuelle. Dès l'émission des premiers œufs et après avoir constaté l'existence d'un accouplement, elles sont isolées, leurs aptitudes reproductrices sont suivies pendant 15 j puis elles sont disséquées pour un examen ovarien comparable au précédent. Dans les 2 cas, chaque individu reçoit par 24 h, une ration alimentaire surabondante constituée par 80 femelles aptères du puceron *M. persicae*, soit 30 et 50 proies pour la journée et la nuit respectivement.

Pour préciser certaines observations concernant les relations entre la consommation alimentaire et le développement ovarien, des femelles ont été par ailleurs soumises à des rations alimentaires quantitativement différentes : 10 (4 et 6), 20 (8 et 12), 40 (15 et 25) et 80 (30 et 50) femelles aptères du même puceron par jour. Après un laps de temps défini (2, 4, 6, 8 et 10 j), 10 femelles de chacun de ces 4 lots sont tuées afin de déterminer l'état de leurs ovaires. Celui-ci est apprécié par les mensurations (longueur, largeur) des 2 grappes d'ovarioles et l'assimilation de leur volume respectif à un ellipsoïde de sorte que le volume total de l'ovaire est donné par la relation :

$$V (\text{en mm}^3) = 2 \left(\frac{4 \pi l L^2}{3} \right)$$

Pour ces 3 dernières expériences, à l'occasion du renouvellement de l'alimentation naturelle, c'est-à-dire 2 fois par jour, un bilan trophique et pondéral est établi pour chaque individu en appliquant la méthode mise au point pour les larves (Ferran & Larroque, 1977a). Rappelons que celle-ci fournit la consommation alimentaire en mg de proies ingérées.

Pour les expériences 2, 3 et 4, les conditions sont les suivantes : température $22^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; humidité relative : 60 à 70 % ; éclairciment : 16 h/j.

Les résultats sont exprimés par la moyenne et l'intervalle de confiance correspondant au seuil de 5 %.

RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES GÉNÉRALES DES FEMELLES (tableau 1).

Dans la limite de 20 à 30 °C, la durée de la phase de maturation sexuelle, celle de la période de ponte et finalement la longévité, diminuent quand la température augmente. L'influence de ce facteur abiotique sur la ponte totale paraît plus difficile à préciser en raison de la variabilité individuelle. Il semblerait toutefois que, comme chez *Coccinella septempunctata* L. (Sethi & Atwal, 1964) la fécondité totale diminue quand la température croît.

TABLEAU 1

Principales caractéristiques biologiques des femelles de la coccinelle S. undecimnotata élevées à 3 températures, en présence du puceron M. persicae

Critères imaginaires	Températures (en °C)		
	20	25	30
Nombre initial de couples	35	20	20
Durée de la période de maturation sexuelle (en j)	11,0 ± 1,0	5,4 ± 0,5	4,5 ± 0,5
Durée de la période de ponte (en j)	36,6 ± 6,4	20,6 ± 5,3	16,0 ± 3,9
Longévité (en j)	47,3 ± 6,7	26,2 ± 7,0	23,4 ± 3,6
Ponte totale	587,8 ± 115,6	499,8 ± 131,7	423,7 ± 133,4
Fertilité moyenne (en %)	81,3 ± 2,8	83,2 ± 2,4	81,9 ± 3,2

Les aptitudes biologiques (longévité, ponte totale) mises en évidence dans cet essai sont inférieures à celles décrites par Ruzicka *et al.* (1981). L'origine de cette différence doit être recherchée tout d'abord au niveau des conditions expérimentales. Les durées de l'éclairciment qui sont très voisines (18 h, 16 h) et la valeur alimentaire propre des proies respectives (*Acyrtosiphon pisum* Harris, *M. persicae*) ne semblent pas pouvoir l'expliquer. Par contre, une possibilité est offerte par l'origine des femelles, la nature (site d'hivernation) ou le laboratoire, même si dans ce dernier cas, la population est rajeunie régulièrement. Nous avons montré que les larves issues de femelles «sauvages» présentent une consommation alimentaire supérieure à celle d'individus de laboratoire (Ferran *et al.*, 1983). De même, l'élevage en conditions de température alternée peut se traduire par une augmentation de la fécondité comme cela a été observé par Gawande (1966) chez *Chilomenes sexmaculata* F. Enfin, d'une manière plus générale, l'hétérogénéité des aptitudes biologiques de *S. undecimnotata*, qui est confirmée par ces auteurs, donne aux moyennes des valeurs purement indicatives qui dépendent étroitement de l'échantillon étudié. A titre d'exemple, nous avons calculé qu'il faudrait plus de 100 femelles pour obtenir,

au niveau de la fécondité, un intervalle de confiance dont l'étendue représenterait 10 % de la valeur moyenne trouvée.

Cette hétérogénéité des aptitudes reproductrices est très générale chez les coccinelles (Hämäläinen & Markkula, 1972). La figure 1 représente la distribution des femelles en fonction de leur ponte totale et de la durée de leur période de reproduction. Quelle que soit la température, il existe une corrélation entre ces 2 critères biologiques :

à 20 °C, $p. = 14,34 d. + 28,07$ avec $r = 0,71$ et $t = 5,65$.

à 25 °C, $p. = 22,76 d. + 31,96$ avec $r = 0,92$ et $t = 9,43$.

à 30 °C, $p. = 28,42 d. + 57,37$ avec $r = 0,84$ et $t = 6,59$.

$p.$: ponte totale ;

$d.$: durée de la période de reproduction.

A chaque température, il est possible d'isoler 3 groupes de femelles qui contiennent respectivement de 30 à 37 % de l'effectif total. Ces groupes se distinguent plus par l'importance de la ponte que par la durée de cette période imaginale, exception faite du lot « faibles pondueuses » pour lequel cette durée est nettement plus courte, en particulier à 20° et 25 °C. Une telle répartition a déjà été observée chez cette espèce par Garcia (1967) et Kreiter (1981, non publié) en faisant appel à la longévité.

CARACTÉRISTIQUES PONDÉRALES, TROPHIQUES ET OVARIENNES
DES FEMELLES PENDANT LA PÉRIODE DE MATURATION SEXUELLE
(tableau 2)

TABLEAU 2

*Caractéristiques pondérales, trophiques et reproductrices des femelles
de la coccinelle S. undecimnotata à l'issue de la période de maturation sexuelle
et des 15 premiers jours de la ponte (proie : M. persicae, température : 22 °C,
éclairage : 16 h par jour)*

Critères	Caractéristiques des femelles à l'issue :	
	de la maturation sexuelle	des 15 premiers jours de ponte
Nombre initial de femelles (N)	35	40
Mortalité (en % par rapport à N) :	3,6	2,5
Durée (en j) :	5,2 ± 0,2	—
Poids à l'émergence (en mg)	25,95 ± 0,68	22,88 ± 0,95
Poids maximal atteint (en mg)	32,45 ± 0,89	31,20 ± 1,15
Consommation alimentaire totale		
1. En nombre d'aphides	168,6 ± 9,0	556,8 ± 46,9
2. en mg. :	99,60 ± 5,23	312,2 ± 25,57
Consommation alimentaire moyenne		
par jour (en mg) :	19,17 ± 0,71	20,88 ± 1,70
Poids moyen d'un œuf (en mg)	—	0,206 ± 0,004
Ponte totale :		
1. En nombre d'œufs	—	352,2 ± 49,3
2. En mg. :	—	72,55 ± 10,16
Ponte moyenne par jour (en mg)	—	4,95 ± 0,68
Nombre moyen d'ovocytes à la fin de ces 2 périodes	71,0 ± 4,3	59,7 ± 3,2

La maturation sexuelle des femelles se réalise en 5,2 j. Durant ce laps de temps, leur poids moyen croît et atteint un maximum qui se situe la veille ou le jour même de la ponte. En fait, au niveau individuel, l'évolution pondérale est constituée par une alternance de 2 à 4 phases d'amaigrissement entrecoupées de gains de poids, les valeurs minimales des premières, les valeurs maximales des secondes augmentent en fonction du temps. Les prises alimentaires débutent dès que la coloration définitive est acquise et se poursuivent ensuite sans interruption notable. Il existe une relation linéaire entre la consommation alimentaire moyenne exprimée sous forme cumulée et le temps (T) en jours :

$$C. \text{ cumulée (en mg)} = 21,22 T - 14,75 \quad \text{avec } r = 0,99.$$

La précocité de l'hétérogénéité des aptitudes reproductrices des femelles est confirmée par la variabilité individuelle du nombre total d'ovocytes jaunes à l'issue de la période de maturation.

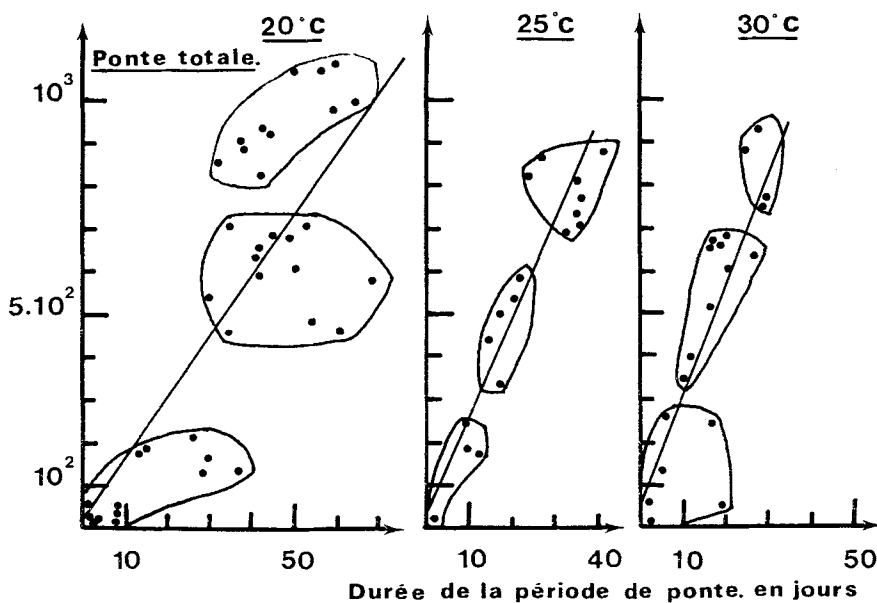


Fig. 1. Groupement des femelles de la coccinelle *S. undecimnotata* en fonction de leur ponte totale et de la durée de la période de reproduction.

Ces résultats ont été soumis à une technique d'analyse multi-dimensionnelle (analyse des correspondances) en vue de séparer différents groupes en fonction de critères individuels pondéraux (poids initial, poids maximal), trophiques (consommation alimentaire totale) et ovariens (richesse en ovocytes).

Il existe une liaison forte entre le poids initial et le poids maximal atteint ($r = 0,83$; $t = 8,16$). Par contre la consommation alimentaire et la richesse en ovocytes sont indépendantes du poids initial. Ce résultat confirme les observations d'Ibrahim (1955), Dixon (1959) et Blackman (1967), selon lesquelles la croissance larvaire n'a pas d'influence sur les capacités trophiques et reproductrices des femelles. Contrairement à Dixon (1959), nous n'avons pas trouvé de relation significative entre la consommation alimentaire totale et le nombre d'ovocytes.

Cette méthode statistique nous a permis d'isoler 2 groupes de femelles significativement opposés. Le 1er comprend 6 individus (17 % de l'effectif total) qui présentent une consommation alimentaire forte ($117,59 \pm 9,65$ mg) et un nombre d'ovocytes moyen ou faible ($75,0 \pm 6,8$ ovocytes). Le 2e est constitué par 3 femelles qui sont caractérisées par une consommation alimentaire faible ($78,56 \pm 1,14$ mg) et un nombre d'ovocytes nettement supérieur à la moyenne ($95,0 \pm 13,7$ ovocytes).

INFLUENCE DU NOMBRE DE PROIES SUR LES APTITUDES TROPHIQUES ET REPRODUCTRICES DES FEMELLES IMMATURES

Pendant la période de maturation sexuelle, les femelles présentent une réponse fonctionnelle au nombre de proies (fig. 2 B). Pour chaque intervalle de temps entre l'émergence et la dissection, la consommation alimentaire cumulée croît en fonction de l'importance de la ration aphidienne journalière. Il existe toutefois une exception : les femelles mises en présence de 80 aphides pendant 8 j ont ingéré une biomasse aphidienne comparable à celle prélevée par les femelles qui ont reçu 40 aphides par jour au cours du même laps de temps. Leurs capacités trophiques sont donc quantitativement limitées et la ration 80 aphides par jour paraît largement excédentaire.

Ces graphiques (fig. 2, A et C) montrent en outre que le nombre de proies offertes et, par voie de conséquence, la consommation alimentaire effectuée modifient le gain de poids des femelles et leur croissance ovarienne. Dans ces conditions abiotiques constantes, l'évolution ovarienne exprimée par la date d'apparition d'ovocytes en vitellogénèse ou par celle de l'émission des premiers œufs est nettement dépendante des ressources alimentaires que rencontrent les femelles (fig. 3). En particulier pour la ration 10 pucerons par jour et à l'issue des premiers 8 ou 10 j, l'évolution ovarienne présente un retard certain bien que quelques femelles possèdent déjà des ovocytes jaunes. Grâce à un lot supplémentaire de femelles maintenu dans ces conditions trophiques, nous avons pu déterminer que la ponte survient $17,1 \pm 1,9$ j après la mue imaginale. La mortalité qui est de l'ordre de 5 % n'est pas supérieure à celle observée dans les lots quantitativement mieux nourris.

Quel que soit le nombre de proies offertes, les premiers œufs sont pondus lorsque les femelles ont consommé en moyenne $94,17 \pm 4,23$ mg. Cette valeur est tout à fait comparable à celle trouvée dans l'essai précédent ($99,60$ mg). Les consommations alimentaires totales réalisées de la mue imaginale au 1er jour de ponte (tableau 3) varient très peu, de 90 à 100 mg.

TABLEAU 3

Consommation alimentaire totale et volume ovarien total le premier jour de ponte chez les femelles de la coccinelle S. undecimnotata (les chiffres entre parenthèses représentent l'âge des femelles au moment où elles ont été tuées)

Rations aphidiennes (N)	C. alimentaire totale (en mg)	Volume total des ovaires (en mm ³)
10	$100,66 \pm 10,93$	$13,21 \pm 2,83$
20	95,76 (8) $93,18 \pm 8,70$ (10)	14,50 $7,88 \pm 1,25$
40	$90,11 \pm 8,40$ (6) $97,68 \pm 9,09$ (10)	$9,50 \pm 2,57$ $12,07 \pm 2,88$
80	$90,42 \pm 4,18$ (6) $102,98 \pm 7,62$ (8)	$8,76 \pm 4,17$ $11,30 \pm 1,54$

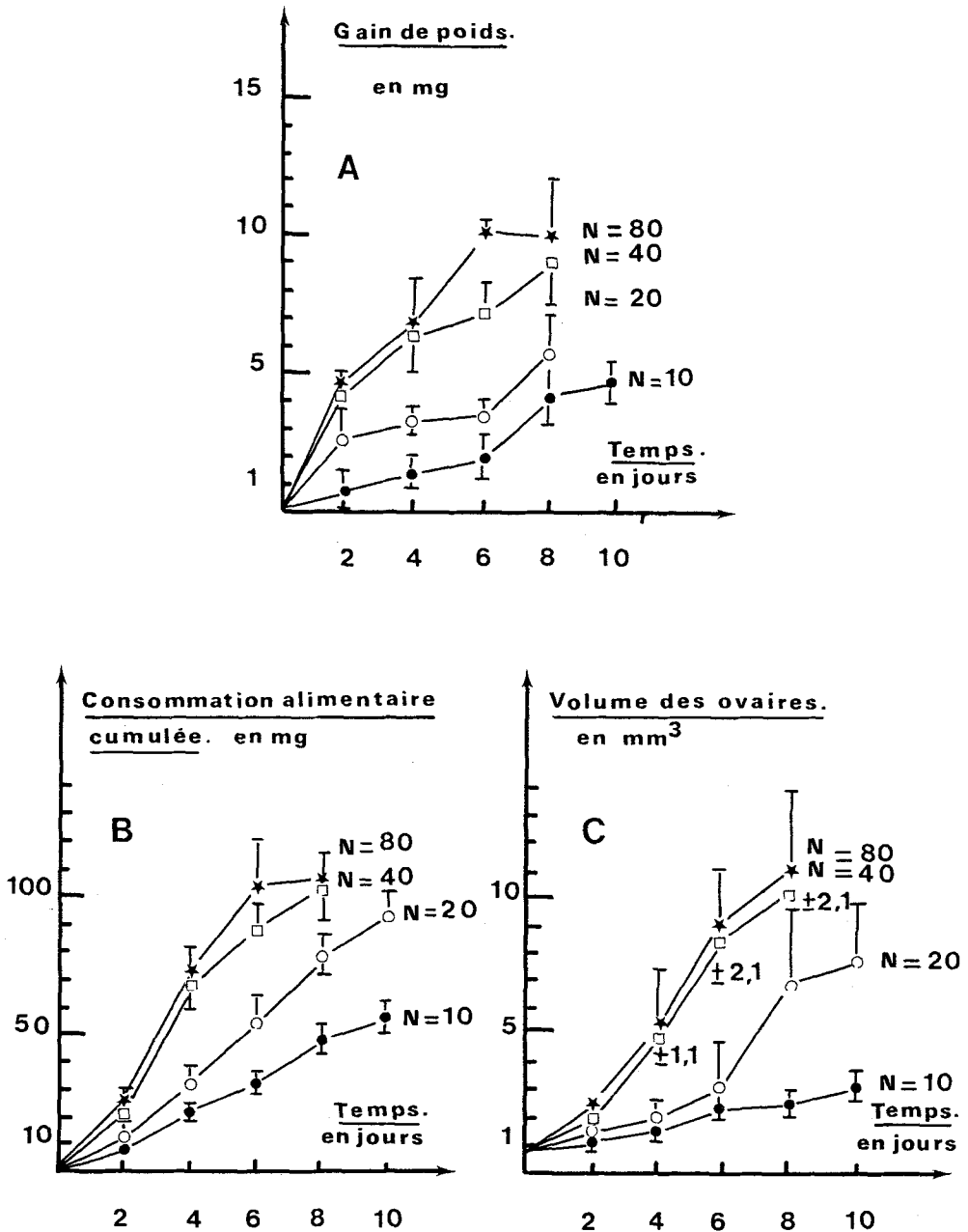


Fig. 2. Influence du nombre de proies sur la consommation alimentaire, le gain de poids et le volume ovarien au cours de la maturation sexuelle chez les femelles de la coccinelle *S. undecimnotata* (N : nombre de proies) (pour alléger les figures, les intervalles de confiance sont indiqués par des chiffres ou sont simplement représentés par leur partie positive).

en fonction du nombre de proies. Cette observation nous amène à supposer que la ponte se déclenche quand les femelles ont ingéré une certaine quantité de proies, la durée de la période de maturation dépendant alors de la satisfaction de ces besoins trophiques. Nos résultats situent ce seuil aux environs de 70 à 90 mg. Bien que la variabilité individuelle au sein de chacun des 4 groupes de femelles puisse expliquer en partie cette similitude des moyennes, 2 faits sont susceptibles d'étayer cette hypothèse. Dans l'essai précédent, la consommation alimentaire totale trouvée est voisine de celle mise en évidence actuellement bien que la période de maturation sexuelle ait été nettement plus courte (5,2 j). Dans le lot supplémentaire signalé précédemment (ration 10), une femelle a pondu le 15^e j après avoir consommé 83,15 mg, 2 autres ont émis leurs 1^{ers} œufs le 16^e j après une consommation alimentaire totale de 88,09 et 89,02 mg, la moyenne sur l'ensemble de ces femelles étant de $100,66 \pm 9,79$ mg.

La figure 4 représente la distribution de l'ensemble des femelles en fonction de la consommation alimentaire totale réalisée jusqu'au 1^{er} jour de ponte et du volume ovarien correspondant. L'hétérogénéité de ces 2 critères biologiques est telle que, comme dans l'expérience précédente, il est possible de distinguer des femelles à consommation alimentaire forte et à volume ovarien faible (26,7 % de l'effectif total) et des femelles dont le volume ovarien est important, tandis que la consommation alimentaire reste faible (8,9 %).

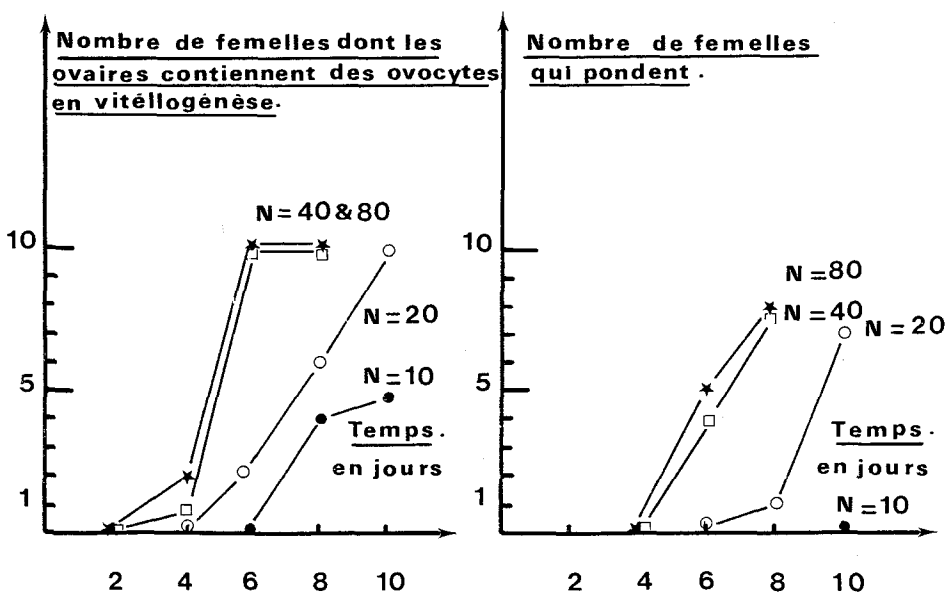


Fig. 3. Influence du nombre de proies sur le développement des aptitudes reproductrices des femelles de la coccinelle *S. undecimnotata* pendant la période de maturation sexuelle (N : nombre journalier de proies, n : nombre d'individus par lot.).

CARACTÉRISTIQUES PONDÉRALES, TROPHIQUES ET REPRODUCTRICES DES FEMELLES PENDANT LA PÉRIODE DE PONTE (tableau 2)

Durant les 15 1^{ers} jours de la période de ponte, l'évolution pondérale des femelles se traduit encore par une alternance d'amaigrissements et de prises de poids successifs. Le gain de poids

total au cours de ce laps de temps : $23,54 \pm 1,62$ mg, compensant les pertes totales : $25,04 \pm 1,86$ mg, on peut considérer que le poids des femelles est sensiblement constant.

Chez les femelles en phase de reproduction, il existe 2 relations différentes entre la consommation alimentaire et l'intensité de la ponte :

– Dans la population imaginaire étudiée, il y a une corrélation linéaire entre la consommation alimentaire (C.) totale réalisée pendant les premiers 15 j de la période de reproduction et la ponte totale (p.) correspondante (fig. 5) :

$$\frac{C. = 153 p \pm 2,24}{(\text{en mg}) \quad (\text{en mg})} \quad (1)$$

avec $r = 0,90$; $t = 12,55$

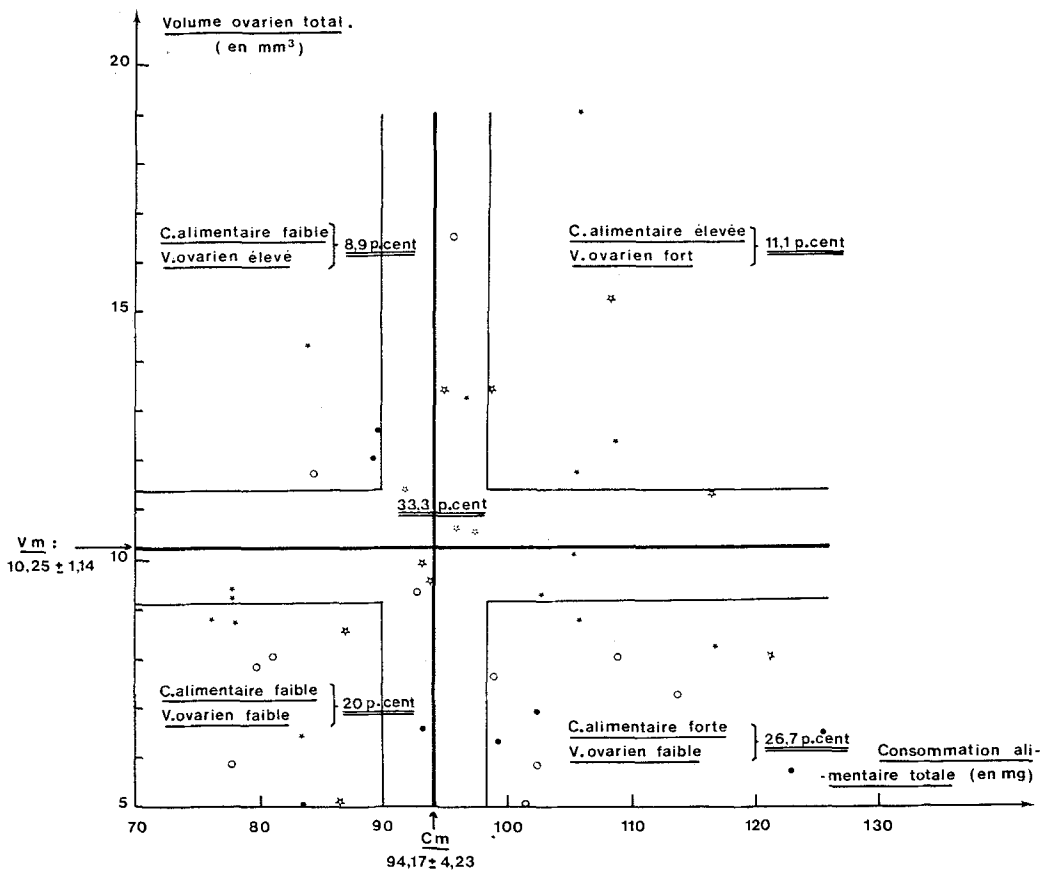


Fig. 4. Répartition des femelles de la coccinelle *S. undecimnotata* en fonction de la consommation alimentaire totale réalisée entre l'émergence et le 1er j de ponte et du volume ovarien correspondant (C_m : C. alimentaire totale moyenne - V_m : v. ovarien total moyen - nombre de proies, $N = 10$: ●, $N = 20$: ○, $N = 40$: ★, $N = 80$: ☆ : % de l'effectif total).

La consommation alimentaire et la ponte sont proportionnelles, contrairement à ce qui a été observé chez certaines femelles, au niveau de l'augmentation du volume des ovaires.

Des relations semblables ont été mises en évidence chez d'autres coccinelles. Chez *Adalia decempunctata* L. (Dixon, 1959), il existe une relation linéaire entre le nombre d'œufs pondus par femelle et par jour et le logarithme du nombre de pucerons consommés. De même, Gutierrez *et al.* (1981) ont trouvé chez *Hippodamia convergens* G.M. une relation linéaire entre le nombre moyen d'œufs émis et la ration aphidienne exprimée en mg. d'aphides par mg. de coccinelle.

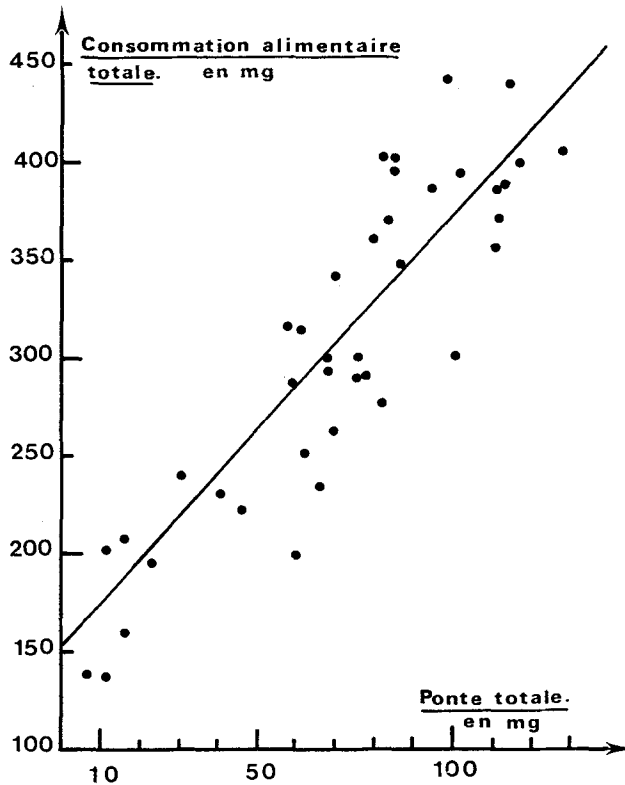


Fig. 5. Répartition des femelles de la coccinelle *S. undecimnotata* en fonction de la consommation alimentaire totale réalisée à l'issue des 15 premiers jours de la période de reproduction et de la ponte totale correspondante.

— Sur l'ensemble de ces femelles, la consommation alimentaire quotidienne et la ponte correspondante exprimées en mg et sous forme cumulée sont liées par la relation :

$$p. (c) = 0,23 C. (c) - 1,62 \quad (2)$$

avec $r = 0,99$.

Si l'on constitue empiriquement 3 groupes de femelles en fonction de leur ponte totale : par exemple, ponte totale inférieure à 200 œufs, comprise entre 200 et 400 œufs et supérieure à 400 œufs, on obtient 3 relations du type (2) dont les pentes sont respectivement 0,14, 0,25 et 0,26. Cette pente est un indice physiologique qui traduit en quelque sorte la transformation de l'aliment ingéré en biomasse d'œufs. Sa valeur est nettement plus faible chez les femelles peu fécondes.

Ces valeurs sont comparables à celles obtenues par Ives (1981) chez *Coccinella californica* Mulsant et *Coccinella trifasciata* Manner, : 25,3 et 18,4 % respectivement.

L'hétérogénéité des aptitudes reproductrices pendant la période de ponte est bien mise en évidence par la relation (1).

Elle résulte en premier lieu du fait que dans les premières 24 h, la ponte est très échelonnée, de 5 à 40 œufs, ce qui correspond certainement à la variabilité observée au cours de la période de maturation sexuelle. Elle dépend ensuite du rythme de ponte. En effet, sur les 15 j d'expérimentation, le classement des femelles en fonction de leur ponte totale permet de distinguer globalement 3 rythmes d'émission des œufs : un niveau constant qui persiste toute la durée de l'essai pour les femelles très fécondes, un plateau qui couvre un laps de temps plus court (10 j) puis une stabilisation à un niveau plus faible chez les femelles moyennement fécondes, un maximum vers le 4e j puis une intensité faible et sensiblement constante chez les femelles peu fécondes. A ces 3 rythmes de ponte correspondent, compte tenu de ce qui a été décrit, 3 rythmes différents d'ingestion.

Ces résultats ont été soumis à la technique d'analyse des correspondances employées antérieurement pour l'étude de la maturation sexuelle. Les critères pondéraux et trophiques sont identiques aux précédents, mais dans le cas présent la ponte totale remplace le nombre d'ovocytes.

L'existence de la liaison entre le poids initial et le poids maximal des individus qui a été signalée dans la 2e expérience et celle de la relation (1) dans l'étude actuelle, ont été confirmées par cette méthode d'analyse. Cette dernière corrélation est responsable pour l'essentiel, de la répartition des femelles en 3 groupes distincts dont les principales caractéristiques sont présentées dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Structure possible d'une population de femelles de la coccinelle S. undecimnotata à partir de critères pondéraux mesurés pendant la période de maturation sexuelle et de critères trophiques et reproducteurs calculés à l'issue des premiers jours de ponte (valeurs extrêmes de ces critères)*

Groupes de femelles	Critères de classement		Effectifs (en p. cent/N)
	Consommation alimentaire totale (en mg)	Ponte totale (en mg)	
1	387,07 ± 16,96 (302 - 472)*	100,04 ± 7,53 (89 - 118)	44
2	290,04 ± 17,83 (251 - 362)	69,50 ± 4,43 (58 - 81)	36
3	206,27 ± 29,52 (138 - 226)	25,05 ± 9,52 (7 - 45)	20

DISCUSSION

Placées dans des conditions de surabondance alimentaire, les femelles de la coccinelle *S. undecimnotata* consomment en moyenne 99,6 mg d'aphides (*M. persicae*) pour assurer le développement et la maturation de leurs ovaires. Au cours de cette période de la vie imaginale, le rythme d'ingestion dépend étroitement du nombre de proies disponibles. La faible mortalité observée dans des lots maintenus en présence de rations aphidiennes réduites et la possibilité d'émettre des œufs après un allongement de la période de maturation, confèrent aux femelles une résistance certaine à des conditions de sous-alimentation, ce qui peut leur être utile lorsqu'elles quittent les sites d'estivo-hivernation pour gagner les cultures.

Alors que chez les larves les rations alimentaires pléthoriques se traduisent par un gaspillage des proies (Ferran & Larroque, 1979), chez les femelles, elles produisent par rapport à des nombres de proies sensiblement plus faibles, une stabilisation des aptitudes trophiques et reproductrices.

Dans des conditions ambiantes constantes, l'émission des 1ers œufs intervient, quelle que soit l'importance de la ration alimentaire, lorsque la consommation alimentaire totale atteint une valeur seuil de 70 à 90 mg.

Pendant la période de maturation sexuelle et durant les 15 premiers jours de ponte, les femelles consomment en moyenne 20 mg par jour. Cette activité trophique est nettement supérieure à celle réalisée par les larves — soit 6,7 mg/j, valeur calculée sur l'ensemble du développement larvaire ou 15,7 mg/j pour le seul dernier stade ; mais elle est, par contre, beaucoup plus variable d'un individu à l'autre (Ferran & Larroque, 1977a).

L'évolution pondérale des adultes est bien différente de celle des larves. Elle se caractérise par une alternance de phases d'amaigrissement et de prise de poids qui n'ont pu être reliées à des prises alimentaires ou à l'émission de groupes d'œufs. Toutefois, les 1ères prises alimentaires, après une mue imaginale, se traduisent par un gain de poids qui correspond probablement, plus à une augmentation des réserves qu'à la croissance des ovaires.

La consommation alimentaire réalisée par les femelles et les processus de la reproduction, le développement des ovaires puis l'intensité de la ponte, sont intimement liés. En particulier, il existe une corrélation étroite entre la consommation alimentaire (en mg) et la biomasse d'œufs émis, ces 2 quantités étant exprimées sous forme cumulée. La pente de cette droite constitue un indice physiologique, qui rend compte dans une certaine mesure de la transformation des aliments ingérés en biomasse d'œufs. Une expression équivalente, le rapport exprimé en %, entre la ponte et la consommation alimentaire vaut en moyenne 20,7 %. Il est sensiblement inférieur au rapport (rendement alimentaire) entre le gain de poids et la consommation alimentaire des larves (32,6 %) (Ferran & Larroque, 1977a). Ce rapport peut permettre de calculer la biomasse aphidienne correspondant aux œufs déposés sur un végétal et par conséquent d'estimer en première approximation, l'activité prédatrice globale de femelles pondeuses.

La variabilité des capacités reproductrices caractérise ces femelles et plus généralement celles de la plupart des coccinelles aphidiphages. Dans des conditions alimentaires contrôlées, elle se manifeste dès le 1er j de la reproduction par des intensités individuelles de ponte très variées puis par des rythmes d'émission des œufs très différents. Dans des conditions normales d'élevage, elle ne paraît pas dépendre du poids frais des femelles et par conséquent des réserves accumulées pendant la vie larvaire. Cette conclusion qui est admise par un certain nombre d'auteurs, doit cependant être modulée, car le poids corporel n'est pas nécessairement le meilleur moyen pour apprécier l'importance du rôle de ces réserves.

Dans l'état actuel, il apparaît que cette hétérogénéité est une composante normale dans une population de coccinelles, chaque individu ayant une intensité propre d'ingestion, de métabolisation et de ponte. L'observation de **Baungard & Hämäläinen** (1981), selon laquelle chaque espèce émet un nombre caractéristique d'œufs au cours de chaque acte de ponte (egg-batch, egg-cluster), pourrait alors s'appliquer à chaque femelle d'une même espèce.

Enfin, si l'origine génétique de cette variabilité se confirme, elle peut conduire à la sélection des individus les plus performants d'un point de vue de l'efficacité prédatrice et des capacités reproductrices.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Madame **J. Onillon** (I.N.R.A., Route de Saint-Cyr 78 000 Versailles) pour l'aide apportée dans la réalisation des analyses statistiques.

SUMMARY

The feeding and reproductive capacities of females of the aphidophagous ladybird beetle
Semiadalia undecimnotata [Col. : Coccinellidae]

The females of the lady bird beetle *S. undecimnotata* Schneider ingest an average of 20 mg of aphids per day at a temperature of 22 °C and in trophic conditions that are plethoric. In the first days after emergence, this feeding induces an appreciable increase of body-weight that later remains steady. Ovarian growth is dependent on the number of prey available to females. The release of the first eggs occurs when females have ingested about 70 to 90 mg of prey. During the reproductive stage, a narrow linear relationship links feeding consumption to egg-laying, this being expressed cumulatively in mg. This relationship allows the counting of eggs produced by females to be considered as a means of partly estimating ingestion. In the population studied, the trophic and reproductive capacities are very dissimilar. This variability observed in steady conditions of breeding is not dependent on the initial body-weight of the females and seems to have a genetic source. In this eventuality, it is perhaps possible to select the females according to their trophic efficiency or to their reproductive capacities.

BIBLIOGRAPHIE

- Blackmann, R.L.** — 1967. The effects of different aphid foods on *Adalia bipunctata* L. and *Coccinella 7-punctata* L. — *Ann. Appl. Biol.*, 59, 207-219.
- Baungard, J. & Hamalainen, M.** — 1981. Notes on egg-batch size in *Adalia bipunctata* L. [Col. : Coccinellidae]. — *Ann. Entomol. Fenn.*, 41, 25-27.
- Dixon, A.F.G.** — 1959. An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* L. — *J. Animal. Ecol.*, 28, 259-281.
- Ferran, A. & Larroque, M.M.** — 1977a. Etude des relations proie-prédateur : la consommation et l'utilisation d'un puceron, *Myzus persicae* Sulz. par les différents stades larvaires de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schn. [Col. : Coccinellidae]. — *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 9, 665-691.
- Ferran, A. & Larroque, M.M.** — 1977b. Sur une possibilité d'estimer l'action prédatrice des larves de la coccinelle *S. undecimnotata* grâce à la connaissance de leur évolution pondérale. — *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 9, 693-708.

- Ferran, A. & Larroque, M.M. — 1979c. Influence des facteurs biotiques sur la physiologie alimentaire des larves de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schn. mises en présence du puceron *Myzus persicae* Sulz. 1 - Action du nombre de proies. — *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11, 41-50.
- Ferran, A., Cruz de Boelpaep, M.O., Buscarlet, L., Larroque, M.M. & Schanderl, H. — 1983. Les relations trophiques entre les larves de la coccinelle *Semiadalia undecimnotata* Schn. et le puceron *Myzus persicae* Zuls. Généralisation à d'autres couples « proie-prédateur » et influence des conditions d'élevage de l'auxiliaire. — *Acta Oecol. Oecol. Applic.*
- Frazer, B.D. & Gilbert, N. — 1976. Coccinellid and aphids, a quantitative study of the impact of adult lady-birds [Col. : Coccinellidae] preying on field populations of pea aphids [Homoptera, Aphididae]. — *J. Entomol. Soc. Br. Columb.*, 73, 33-56.
- Garcia, V. — 1976. Influence de trois produits phytosanitaires sur les performances biologiques d'une coccinelle aphidiphage *Semiadalia undecimnotata* Schn. Thèse Univ. Aix-Marseille, 114 p.
- Gawande, R.B. — 1966. Effect of constant and alternating temperatures on feeding and development of *Chilomenes sewmaculata* FB. — *Proc. Symp. Ecol. Aphidophagous Insects, Liblice* (1965), 63-67.
- Gurney, B. & Hussey, N.N. — 1970. Evaluation of some coccinellid species for the biological control of aphid in protected cropping. — *Ann. Appl. Biol.*, 65, 451-458.
- Gutierrez, A.P., Baumgaertner, J.U. & Hagen, K.S. — 1981. A conceptual model for growth, development and reproduction in the lady-bird beetle *Hippodamia convergens* [Col. : Coccinellidae]. — *Can. Entomol.*, 113, 21-33.
- Hämäläinen, & M. Markkula, M. — 1972. Effect of two type of food on fecundity in *Coccinella septempunctata* L. [Col. : Coccinellidae]. — *Ann. Entomol., Fenn.*, 38, 195-199.
- Ibrahim, M.M. — 1955. Studies on *Coccinella undecimpunctata aegyptiaca* Rche. — *Bull. Soc. Entomol. Egypte*, 39, 395-423.
- Ives, P.M. — 1981. Feeding rate and egg production of two species of Coccinellidae in the laboratory. — *Can. Entomol.*, 113, 999-1005.
- Ruzicka, Z., Iperti, G. & Hodek, I. — 1981. Reproductive rate and longevity in *Semiadalia undecimnotata* and *Coccinella septempunctata* [Coccinellidae, Col.]. — *Vest. es. Spolec. Zool.*, 45, 115-128.
- Sethi, S.L. & Atwal, A.S. — 1964. Influence of temperature and humidity on the development of different stages of lady-bird beetle, *Coccinella septempunctata* L. [Col. : Coccinellidae]. — *Indian J. Agric. Sci.*, 34, 166-171.