

COMPTES RENDUS DU V^e CONGRÈS
DE
L'UNION INTERNATIONALE
POUR L'ÉTUDE DES INSECTES SOCIAUX

Toulouse 5 - 10 Juillet 1965



Ouvrage publié avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

**INFLUENCES DE LA PHOTOPÉRIODE ET DE LA TEMPÉRATURE
SUR *LOCUSTA MIGRATORIA MIGRATORIOIDES* (RCH. ET FRM.)
ET SUR *SCHISTOCERCA GREGARIA* (FORSK.), PHASE GREGARIA**

par M. TCHÉLÉBI-PAPILLON et P. CASSIER.
(Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés,
105, boulevard Raspail, Paris, 6^e)

INTRODUCTION

Selon la « *Théorie des phases* » (UVAROF, 1921-1928-1929) et les travaux de FAUR (1932) et de PLOTNIKOV (1928), les variations phasaires présentées par les Acridiens migrants sont liées aux modifications de la densité des populations. Le groupement induit la grégation, laquelle intensifie le groupement, etc..., d'où un cercle vicieux qui suggère que la grégation doit progresser de façon cumulative à travers plusieurs générations. Sous cette forme la théorie des phases apportait une solution au problème des pullulations des Criquets. Toutefois, des critiques se sont rapidement élevées (PREDETECHENSKI, 1928; TARBINSKI, 1932; RAO, 1942; WALOFF, 1940; KEY, 1950) quant à l'efficacité des phénomènes phasaires dans la dynamique des populations. Cependant nul ne conteste aujourd'hui l'existence d'un dimorphisme gouverné par la densité des effectifs et transmissibles par l'œuf (ALBRECHT, 1955; ALBRECHT et VERDIER, 1956; ALBRECHT et BLACKITH, 1957; ALBRECHT, VERDIER et BLACKITH, 1958-1959; ALBRECHT, 1959; HUNTER-JONES, 1958; PAPILLON, 1960-1962).

Néanmoins, les données de terrain, complétées par des observations de laboratoire, suggèrent que des facteurs de l'environnement et des facteurs internes autres que la densité peuvent affecter la morphologie et la pigmentation des Acridiens : alimentation, température, humidité, couleur du substrat, excès de gaz carbonique, vieillissement des reproductrices (ZOLOTAREVSKY, 1933; MICHELMORE et ALLAN, 1934; HUSAIN et MATHUR, 1936 b; JOHNSTON, 1937; ZOLOTAREVSKY et MURAT, 1938; LEA, 1938; PASQUIER, 1938; MURAT, 1939; LEA et WEBB, 1939; DUCK, 1944; HUSAIN, LAHORE et MATHUR, 1944; JOHNSTON et BUXTON, 1949; ASHALL, 1950; STOWER, DAVIES et JONES, 1960). Selon certains auteurs (RAINEY, 1962) ils auraient même une influence plus grande sur les caractéristiques physiques qui définissent classiquement les phases que les effets provoqués par le passé social des individus.

Nos propres observations faites sur des élevages maintenus à densité constante de *Schistocerca gregaria* (PAPILLON M., 1962) et de

Locusta migratoria migratorioides (CASSIER P., 1965 a et b; ALBRECHT, F. O., 1965) nous ont conduit à constater une variation saisonnière des caractéristiques phasaires et à envisager une interférence possible entre les facteurs densitaires et climatiques. Nous étudierons ici l'influence de la photopériode et de la température, car ces deux facteurs semblent avoir, dans nos conditions expérimentales, une influence déterminante.

L'action de la photopériode a déjà été étudiée chez les Insectes. Ainsi l'alternance régulière du jour et de la nuit est à la base de la régulation de nombreux rythmes nycthémeraux concernant l'activité locomotrice, le vol, les mues, l'adaptation chromatique physiologique, etc... Toutefois, c'est dans la synchronisation des cycles biologiques avec les modifications annuelles de l'environnement que le rôle de la photopériode apparaît comme essentiel. Ce rôle a été longuement analysé dans le déterminisme de deux phénomènes fréquemment associés : le polymorphisme et la diapause. En dehors de ces cas, l'action de la photopériode a été étudiée chez les Insectes.

Il n'en va pas de même de l'influence de la température qui a fait l'objet de nombreuses études, tant du point de vue de la dynamique des populations que de ses incidences sur la physiologie des individus.

Avant d'exposer les résultats obtenus nous rappelons, que dans les deux espèces étudiées, que le groupement provoque :

a) *chez les adultes* (effets immédiats) : une réduction du poids à la mue imaginale, une diminution de la longévité et de la fécondité totale (par suite d'une diminution du nombre des œufs par oothèque et du nombre des oothèques par femelle).

b) *chez les larves nouveaux-nées* (effets transmis : un assombrissement des téguments, une augmentation du poids moyen, une réduction du nombre des ovarioles.

I. — INFLUENCES DE LA PHOTOPÉRIODE ET DE LA TEMPÉRATURE SUR *LOCUSTA MIGRATORIA MIGRATORIoides*

Il était intéressant de soumettre les élevages groupés de *Locusta* à des photopériodes correspondant à celles de l'aire d'invasion du Criquet migrateur. Mais le choix de la durée d'éclairement efficace est rendue difficile par notre ignorance du seuil de photosensibilité en ce qui concerne le photopériodisme. Nous avons postulé que notre animal est au moins sensible à 1 lux — ordre grandeur évalué dans d'autres espèces — ce qui nous a conduit à choisir des longueurs du jour de 12 h 40', 13 h 51' et 14 h 32' correspondant respectivement au 21 décembre (période de sécheresse), au 1^{er} mai (début de la saison des pluies) et au 21 juin (saison des pluies) à 15° de latitude Nord.

Durant chaque cycle de 24 heures, les élevages sont soumis à des températures de 30° C ou de 36° C $\pm$ 1° C pendant 14 heures et de 20° $\pm$ 1° C pendant 10 heures.

L'humidité est de 50 $\pm$ 10 %.

La densité est de 2 000 larves en début d'élevage et se réduit à 150 adultes après la mue imaginale.

A) Les effets immédiats de la photopériode et de la température.

Nos résultats peuvent se résumer de la manière suivante :

1° La *durée du développement larvaire* est indépendante du régime photopériodique elle diminue lorsque la température passe de 30 à 36° C (fig. n° 1).

2° L'élévation de la température et l'allongement des périodes d'éclairement agissent dans le même sens que le groupement en pro-

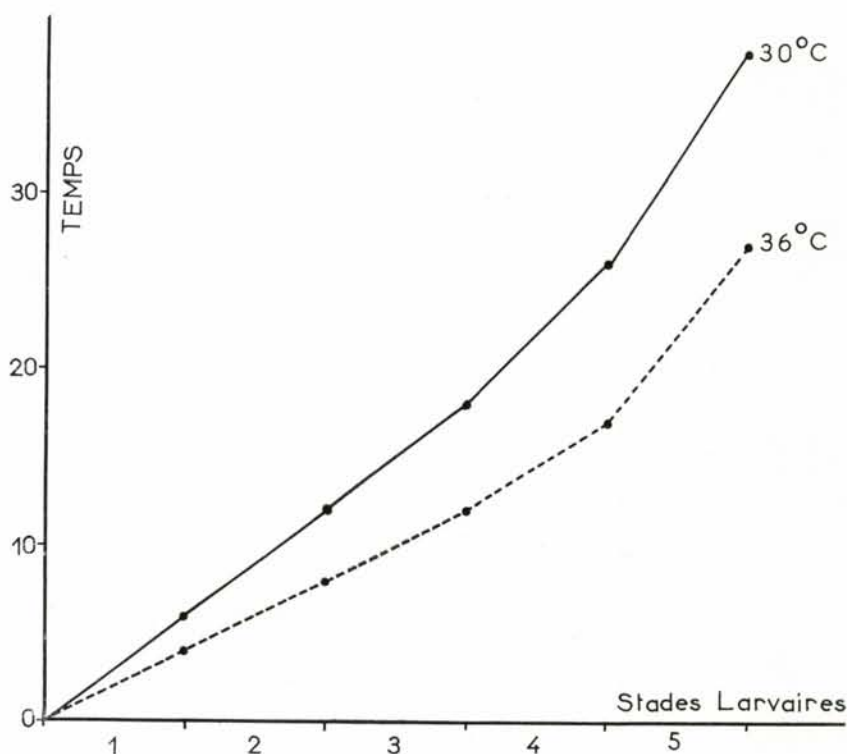


FIG. 1. — Influence de la température et de la photopériode sur la durée du développement larvaire du Criquet migrateur (*Locusta migratoria migratorioides*). En abscisse : stades larvaires; en ordonnée : temps en jours.

voquant une réduction du *poids* des adultes à la métamorphose : figure n° 2.

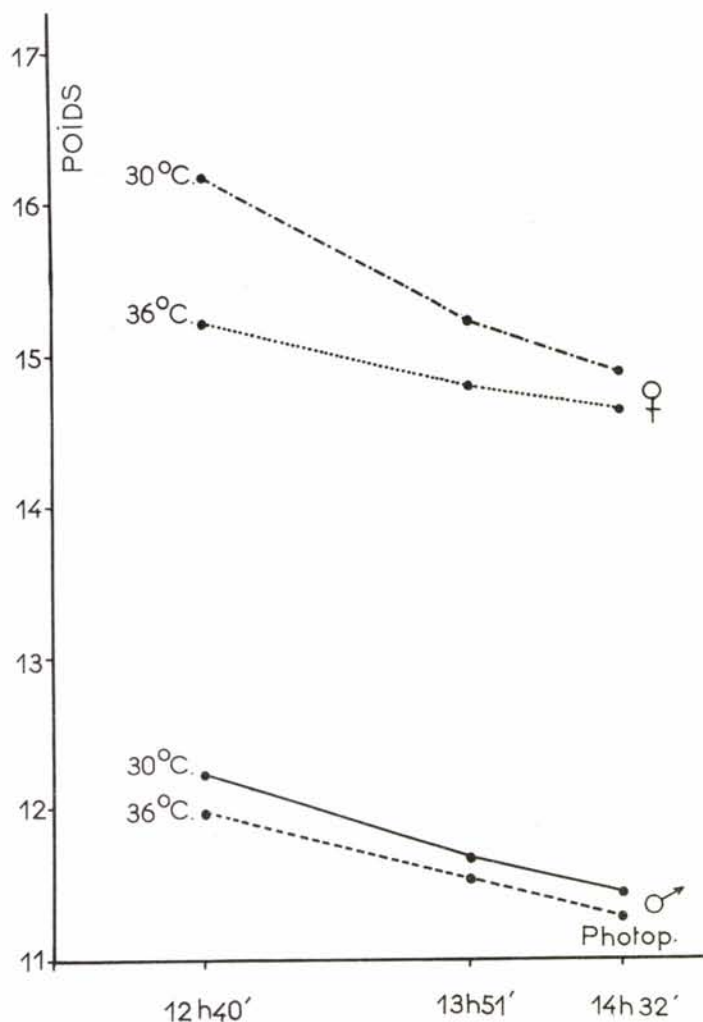


FIG. 2. — Influence de la température et de la photopériode sur le poids des adultes, des deux sexes, à la métamorphose, chez le Criquet migrateur. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : poids en décigrammes.

3° La *maturation sexuelle* est accélérée aux températures élevées : ainsi elle dure 23 jours à 30° C et 15 jours à 36° C. Elle est ralentie par les jours longs : à 36° C elle est de 20 jours pour une durée journalière

d'éclairement de 12 h 40' et de 25 jours pour une durée d'éclairement de 14 h 32'.

4° *Le rythme de ponte* est accéléré en jours courts et à température élevée : il est 2 fois plus rapide à 36° C qu'à 30° C.

5° La longévité des adultes est réduite par les durées d'éclairement longues et températures élevées (*fig. n° 3*).

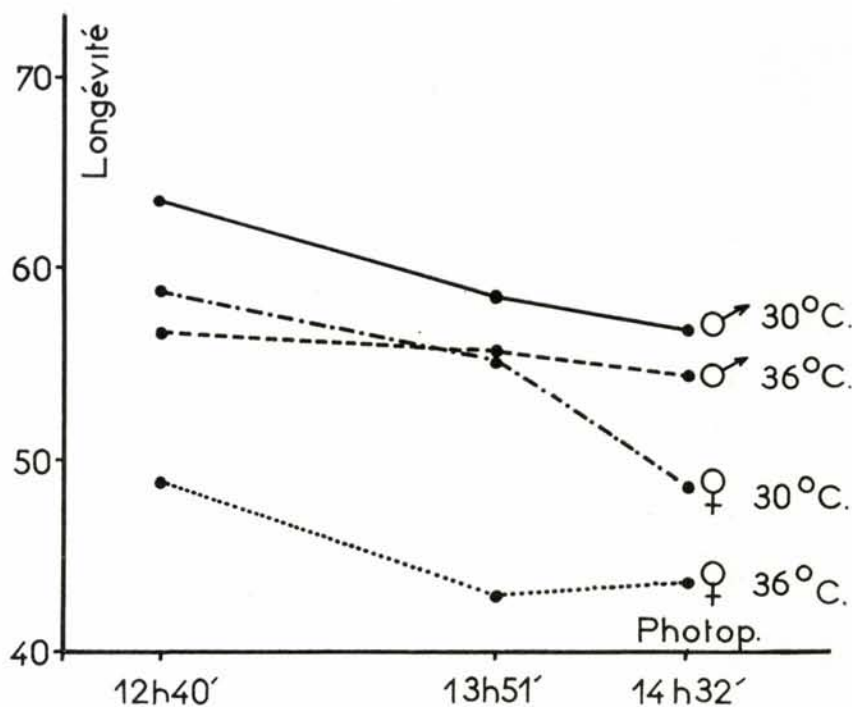


FIG. 3. — Influence de la photopériode et de la température sur la longévité des adultes mâles et femelles du Criquet migrateur. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : longévité en jours.

6° Les divers facteurs de la *fécondité des femelles* varient différemment avec la photopériode et la température (*fig. n° 4*) :

— le nombre des oothèques par femelle diminue en photopériode longue et à température élevée.

— le nombre moyen des œufs par oothèque diminue en photopériode longue et à température élevée.

— en conséquence la fécondité totale des femelles est plus élevée en photopériode courte et température élevée que dans les conditions inverses.

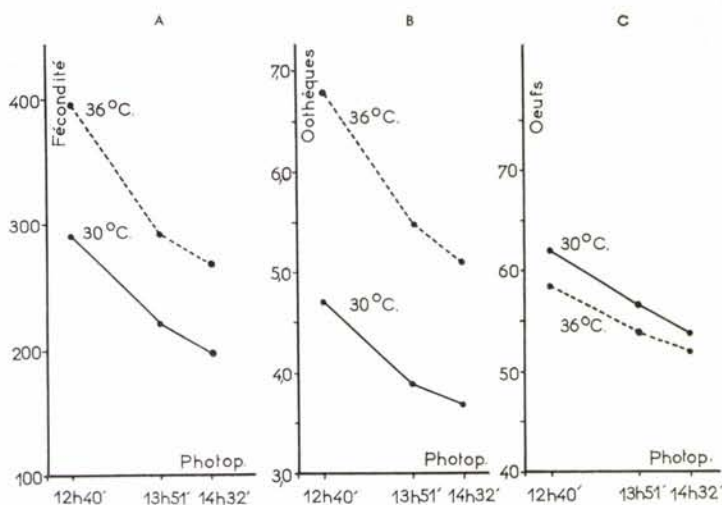


FIG. 4. — Influence de la photopériode et de la température sur la fécondité (A), le nombre des oothèques déposées par chaque femelle (B) et le nombre des œufs par oothèque (C) chez *Locusta migratoria migratorioides*. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : nombre total des œufs déposés au cours de la vie reproductrice (A), nombre d'oothèques par femelle (B), nombre d'œufs par oothèque (C).

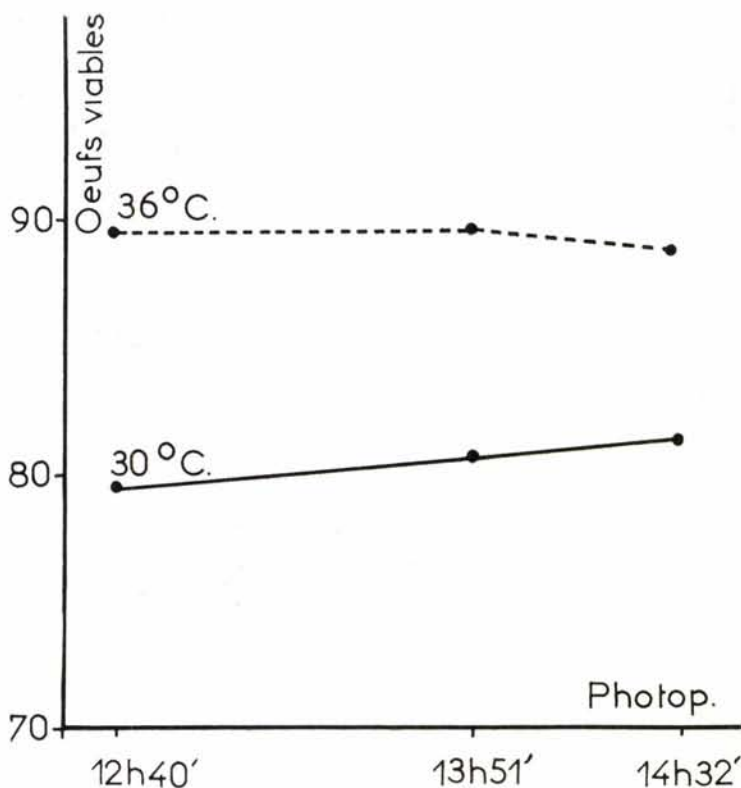


FIG. 5. — Influence de la photopériode et de la température sur la fertilité des femelles du Criquet migrateur. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : pourcentage des œufs viables.

7^o La *fertilité* : le pourcentage des éclosions est pratiquement indépendant du régime photopériodique auquel sont soumises les pondeuses mais il augmente avec la température d'élevage (fig. n^o 5).

En conclusion les photopériodes longues agissent dans le même sens que le groupement. Par contre, de par ses effets immédiats sur la fécondité, la maturation sexuelle et le rythme de ponte, l'élévation de la température d'élevage s'oppose à la réalisation des effets du groupement. Mais elle favorise dans quelques cas en réduisant la longévité des adultes et en accélérant le développement larvaire.

B) Les effets transmis de la photopériode et de la température.

1^o Le maintien des reproductrices groupées de *Locusta migratoria migratorioides* à des températures élevées à des périodes d'éclairement longues favorise, dans la descendance, l'expression des caractéristiques grégaires :

- augmentation du pourcentage des larves noires (fig. n^o 6);
- augmentation du poids moyen à la naissance (fig. n^o 6);
- réduction du nombre des ovarioles.

L'action de la photopériode arrive même à contrebalancer celle du groupement : il suffit de soumettre les souches fortement groupées à une période d'éclairement courte pour obtenir une descendance de type solitaire.

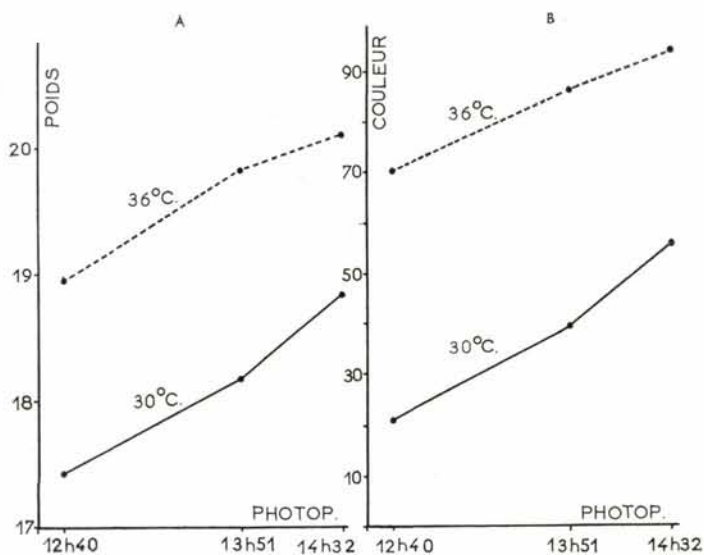


FIG. 6. — Influence de la photopériode et de la température sur le poids des larves nouvelles (A) et sur le pourcentage des larves noires (B), chez le Criquet migrateur. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : poids en milligrammes (A) et pourcentage des larves noires (B).

2° Les délais de résistance au jeûne en fonction du degré hygrométrique : figure n° 7. Dès leur éclosion les jeunes grégaires sont maintenus à jeûn à 30° C soit à 30 % soit à 95 % d'humidité relative.

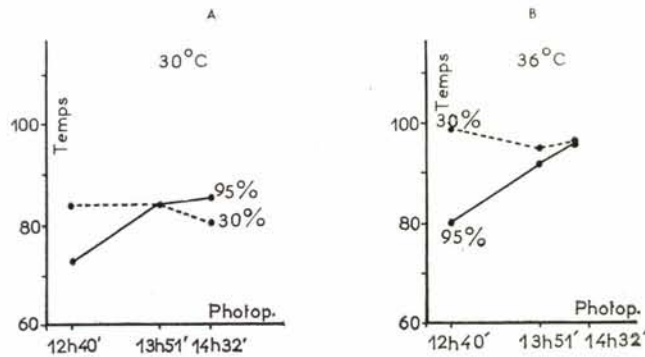


FIG. 7. — Influence de la photopériode sur la résistance à l'inanition à 30 et à 95 % d'humidité relative, des larves nouveau-nées de *Locusta* issues d'élevages maintenus à 30° C (A) ou à 36° C (B). En abscisse : photopériodes; en ordonnée : temps de survie en heures.

La résistance au jeûne des larves nouveau-nées placées dans une atmosphère aride ou dans une ambiance fortement humide dépend du régime photopériodique subi par leurs mères. Ainsi, le maintien des reproductrices groupées de *Locusta* à une période d'éclairement journalier courte (11 h 44' et 12 h 40' à 30° C; 12 h 01' à 32° C; 12 h 40' et 13 h 51' à 36° C; retentit sur les larves nouveau-nées mises à jeûn par une augmentation moyenne du délai de survie dans une ambiance sèche. Par contre, une photopériode longue (14 h 32' à 30° C) augmente le délai de survie des descendants mis à jeûn dans une ambiance humide. Le maintien des mères à des périodes d'éclairement intermédiaires (13 h 51' à 30° C; 14 h 42' à 36° C) aboutit à des délais de survie comparables à 30 et à 95 % d'humidité relative.

Ces données peuvent être mises en parallèle de façon cohérente avec les conditions écologiques qui attendent les animaux groupés (ou de filiation groupée) dans leur milieu naturel. Le photopériodisme agit comme un « stimulus-signal »; ses conséquences pourraient représenter un ajustement des animaux groupés au cycle saisonnier. Ce serait le cas en particulier chez *Locusta* où les différences de vitalité suivant le degré hygrométrique sont à rapprocher des variations climatiques au cours de l'année, telles qu'elles existent en Afrique Occidentale. Rappelons à ce sujet que les pullulations sont soumises à la forte humidité en juin-septembre (saison des pluies), à l'abaissement progressif de l'humidité relative à partir du mois d'octobre et à l'aridité en décembre-avril (saison sèche); au jour court (= survie augmentée

dans une ambiance aride) correspond la saison sèche, au jour long (= survie augmentée dans une ambiance humide) la saison des pluies.

L'élévation de la température à laquelle est soumise la génération parentale provoque dans la descendance un accroissement général du potentiel de résistance au jeûne des larves nouveau-nées et favorise la survie dans une ambiance sèche. L'action de la photopériode est également retardée : la durée de l'éclairement journalier qui détermine une meilleure survie dans une ambiance humide est de loin supérieure à celle qui déclenche les mêmes processus aux températures inférieures. De tels effets préadaptent les larves nouveau-nées à des conditions d'aridité accrues et permettent une attente prolongée de la saison des pluies. Ces mécanismes assurent la survie de l'espèce les années à précipitations pluvieuses tardives. En effet, selon DESCAMPS M. (1961) ces mêmes années les moyennes thermiques sont supérieures à la normale.

II. — INFLUENCES DE LA PHOTOPÉRIODE ET DE LA TEMPÉRATURE SUR SCHISTOCERCA GREGRARIA

Voulant vérifier que les variations saisonnières observées au laboratoire dans les élevages groupés étaient bien liées à l'action de la photopériode, nous avons utilisé des durées d'éclairement correspondant à la durée des jours à la latitude de Paris : 11 h; 12 h 10'; 14 h; 16 h 07'.

Durant chaque cycle de 24 heures les élevages sont soumis à des températures de 30°, 33°, 36° et 42° $\pm$ 1° C pendant 14 ou 16 heures et à 20° $\pm$ 1° C pendant 8 ou 10 heures.

L'humidité relative varie entre 40 et 60 %. La densité, de 1 500 larves en début d'élevage se réduit à 100 ou 150 adultes, selon les séries expérimentales, après la mue imaginale.

A) Les effets immédiats de la photopériode et de la température.

Nos résultats peuvent être résumés de la manière suivante :

1° La *durée du développement larvaire* est indépendant de la photopériode mais elle diminue lorsque la température d'élevage augmente (fig. n° 8).

2° La *maturation sexuelle* est accélérée aux températures élevées et légèrement ralentie en jours longs. Ainsi, pour une durée d'éclairement de 11 heures, elle dure 20 jours à 30° C, 15 jours à 39 et 42° C. Pour une température de 36° C elle est de 14 jours pour une durée d'éclairement de 12 h 10' et de 17 jours pour une période d'éclairement de 16 h 07'.

3° Le *rythme de ponte* est accéléré par les températures élevées.

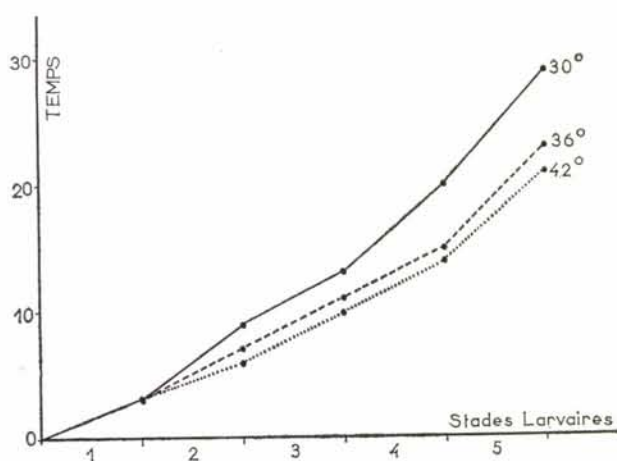


FIG. 8. — Influence de la photopériode et de la température sur la durée du développement larvaire du Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*). En abscisse : stades larvaires; en ordonnée : temps en jours.

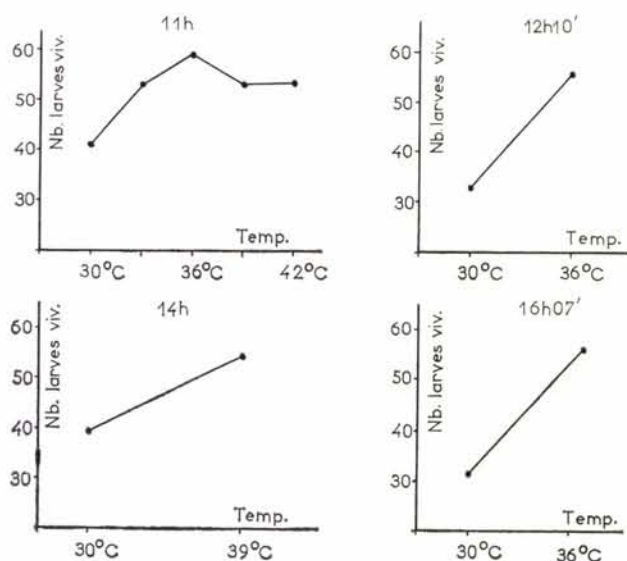


FIG. 9. — Influence de la température sur la fertilité des femelles du Criquet pèlerin soumises à diverses photopériodes. En abscisse : températures en degrés C; en ordonnée : pourcentage des larves vivantes écloses.

4° La longévité des adultes est accrue à température basse et en jours longs. Ainsi à 30° C, les adultes vivent en moyenne 65 jours lorsqu'ils sont soumis à une durée journalière de 12 h 10' d'éclairement et 108 jours lorsque cette durée d'éclairement est de 14 heures. Pour une photopériode de 16 h 07' les adultes vivent en moyenne 108 jours à 30° C et seulement 73 jours à 36° C.

5° *La fécondité.* Chez *Schistocerca* la photopériode ne paraît pas retentir de façon appréciable sur la fécondité des femelles. L'action de la température n'est que peu marquée : lorsque la température d'élevage s'élève le nombre des œufs par oothèques est légèrement réduit mais le nombre moyen des oothèques déposées par chaque femelle varie peu, la diminution de la longévité étant compensé par l'accélération du rythme de ponte.

6° *La fertilité.* Le pourcentage des éclosions est indépendant du régime photopériodique mais la température d'élevage a une action déterminante sur la fertilité des reproductrices : (fig. n° 9). En effet, le maintien des souches à 30° C réduit considérablement le pourcentage des éclosions surtout au cours de la seconde moitié de la vie reproductrice où se manifeste fréquemment un développement parthénogénétique. Ce phénomène peut avoir d'importantes répercussions sur les populations naturelles : on conçoit qu'une température ambiante inférieure à 30° C puisse constituer une véritable barrière écologique s'opposant à la reproduction massive des essaims.

En conclusion, les effets immédiats de la température d'élevage se manifestent à tous les stades du développement : ils consistent en une accélération des processus vitaux aux températures élevées. Ils sont distincts des effets de la photopériode qui n'apparaissent que chez l'imago sans toutefois modifier la fécondité et la fertilité.

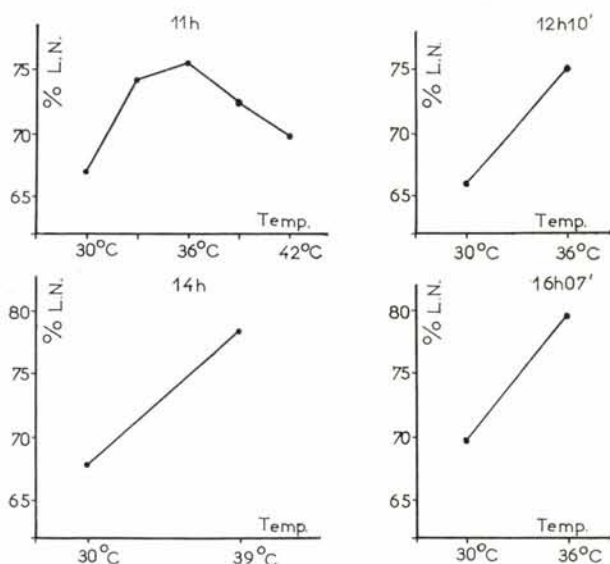


FIG. 10. — Influence de la température sur le pourcentage des larves noires dans la descendance des femelles de *Schistocerca* soumises à diverses photopériodes. En abscisse : températures en degrés C; en ordonnée : pourcentage des larves noires.

B) Les effets transmis de la photopériode et de la température.

1° D'une manière générale, l'élévation de la température d'élevage de 30 à 36° C agit dans le même sens que le groupement des effectifs :
— augmentation du pourcentage des larves noires (fig. n° 10);

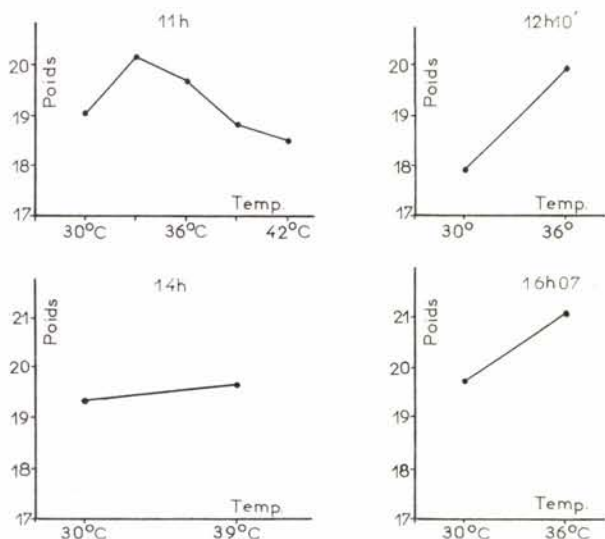


FIG. 11. — Influence de la température sur le poids moyen des larves nouveau-nées de *Schistocerca* provenant d'élevages soumis à diverses photopériodes. En abscisse : températures en degrés C; en ordonnée : poids moyen en milligrammes.

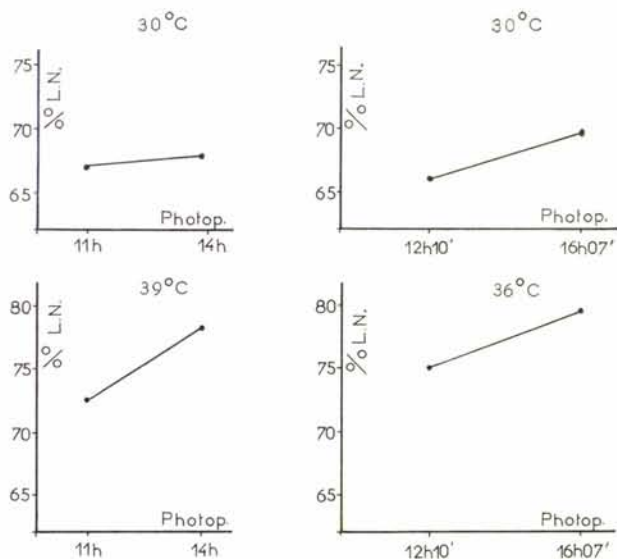


FIG. 12. — Influence de la photopériode sur le pourcentage des larves noires dans la descendance des femelles de *Schistocerca* soumises à diverses températures. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : pourcentage de larves noires.

- augmentation du poids moyen des larves nouveau-nées (fig. n° 11);
- réduction du nombre des ovarioles.

Au-delà de 36° C les phénomènes sont inversés.

La prolongation de la période journalière d'éclairement favorise l'expression des caractéristiques grégaires dans la descendance :

- augmentation du pourcentage des larves noires (fig. n° 12);
- augmentation du poids moyen des larves nouveau-nées (fig. n° 13);
- réduction corrélatrice du nombre des ovarioles.

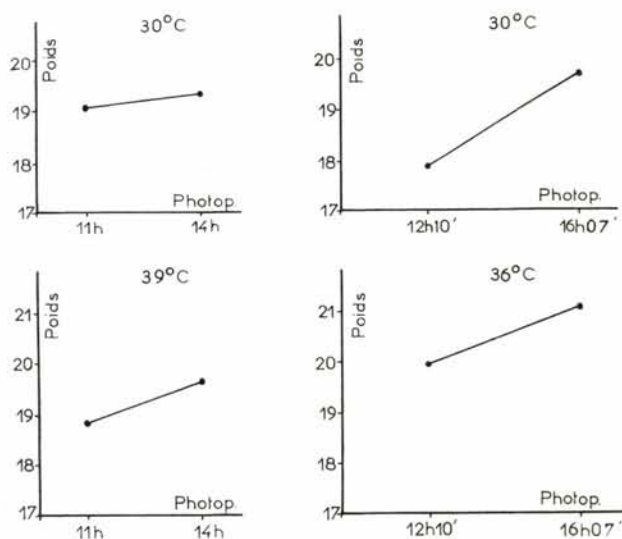


FIG. 13. — Influence de la photopériode sur le poids moyen des larves nouveau-nées de *Schistocerca* provenant d'élevages soumis à diverses températures. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : poids en milligrammes.

2° Les délais de résistance au jeûne en fonction du degré hygrométrique :

Dans nos conditions expérimentales des larves nouveau-nées survivent 9 à 10 heures de plus au sec qu'à l'humidité sauf lorsque les parents ont été soumis à une période d'éclairement de 12 h 10' : cet écart est alors réduit à 3 ou 4 heures (fig. n° 14).

Les effets de la température et de la photopériode sont étroitement associés (fig. n° 15). Ainsi, la survie des larves nouveau-nées mises à jeûne est prolongée lorsque les mères ont été exposées soit à une période d'éclairement très longue (16 h 07') et à une température basse (30° C), soit à une période d'éclairement plus courte (14 h) et à une température élevée (39° C). L'élévation de la température d'élevage

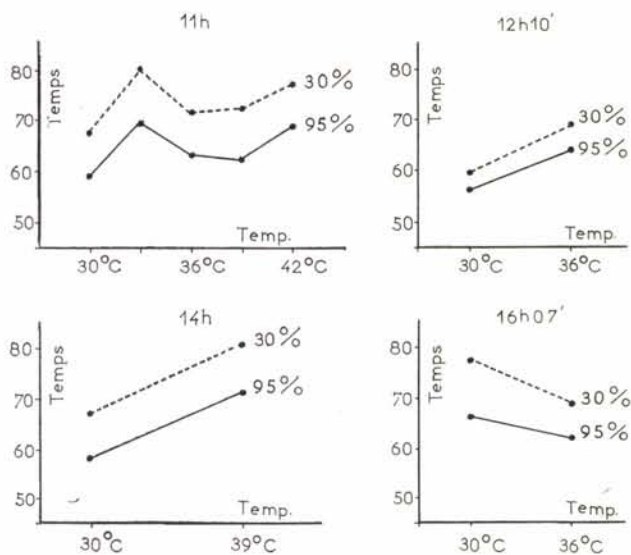


FIG. 14. — Influence de la température sur la résistance à l'inanition, à 30 et à 95 % d'humidité relative, des larves nouveau-nées de *Schistocerca* provenant d'élevages maintenus à diverses photopériodes. En abscisse : températures en degrés C; en ordonnée : délais de survie en heures.

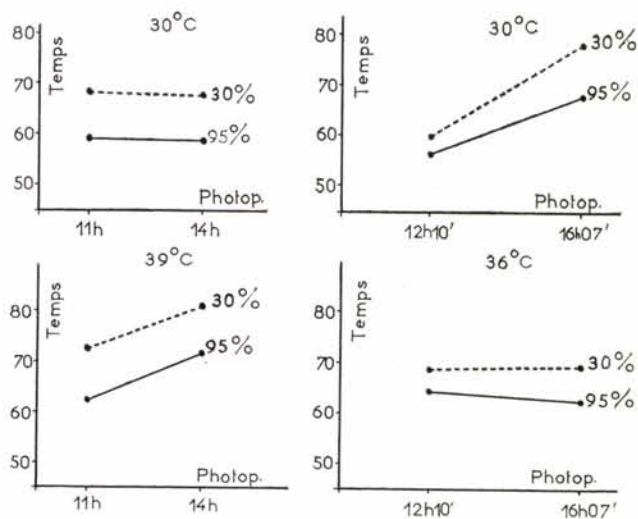


FIG. 15. — Influence de la photopériode sur la résistance à l'inanition, à 30 et à 95 % d'humidité relative, des larves nouveau-nées de *Schistocerca* provenant d'élevages effectués à diverses températures. En abscisse : photopériodes; en ordonnée : délais de survie en heures.

des parents n'est jamais bénéfique pour la descendance quand elle est associée à une photopériode longue (16 h 07').

Il est pour le moment prématuré de comparer ces données aux conditions écologiques auxquelles sont exposées les populations grégaires de *Schistocerca* dans leur milieu naturel.

CONCLUSIONS

Ainsi, dans la réalisation des caractères phasaires, des facteurs externes peuvent interférer avec l'action du groupement. L'expérimentation reportée ci-dessus montre que cette dernière ne peut être étudiée que conjointement à celles de la photopériode et de la température. Toutefois les deux espèces étudiées ne réagissent pas avec la même intensité à ces facteurs climatiques.

La photopériode ne retient pas sur le développement larvaire de *Schistocerca* et de *Locusta*.

Si son action est faible pendant la vie du Criquet pèlerin, pour les caractères étudiés elle est beaucoup plus nette chez *Locusta* où elle retient à la fois sur le poids des adultes, sur leur maturation sexuelle, leur longévité, leur rythme de ponte et leur fécondité : les photopériodes longues agissent dans le même sens que le groupement; les photopériodes courtes déplacent les caractères des femelles vers le pôle solitaire.

Dans les deux espèces l'allongement de la période d'éclairement subie par les parents tend à renforcer l'expression des caractéristiques grégaires de la descendance : larves foncées, de poids élevé et à nombre réduit d'ovarioles. Toutefois, si cette action est limitée chez *Schistocerca* où les effets du groupement restent prépondérants en photopériode courte, elle est extrêmement marquée chez *Locusta* où l'action de la photopériode arrive à contrarier celle du groupement : il suffit de soumettre les souches fortement groupées à une période d'éclairement courte pour obtenir une descendance de type solitaire.

Le régime photopériodique subi par les parents retient sur le potentiel de viabilité des larves. Une fois encore cette action est limitée chez *Schistocerca* et très marquée chez *Locusta* où les jeunes grégaires survivent plus longtemps au sec quand les parents ont été élevés en jours courts mais vivent plus longtemps en atmosphère humide quand leurs parents ont été maintenus en jours longs.

Dans les deux espèces, les températures élevées accélèrent le développement larvaire, la maturation sexuelle et le rythme de ponte et provoquent corrélativement un raccourcissement de la vie imaginale.

Chez *Schistocerca*, la température agit peu sur la fécondité; son action est beaucoup plus nette chez *Locusta* où on observe une augmentation considérable du nombre des pontes aux températures élevées.

La température a une action déterminante sur la fertilité des femelles des deux espèces surtout au cours de la seconde moitié de la vie reproductrice où pour une température d'élevage de 30° C on observe une réduction considérable de la production des larves viables.

Dans les deux espèces, l'élévation de la température d'élevage des parents de 30 à 36° C tout comme l'allongement de la période d'éclairement, favorise l'expression des caractéristiques grégaires de la descendance. Toutefois, au-delà de 36° C, les phénomènes s'inversent chez *Schistocerca*.

La température de l'élevage parental influence la résistance à l' inanition des larves nouveau-nées. En général, l'élévation de la température prolonge les délais de survie des descendants sauf chez *Schistocerca* lorsque les parents sont exposés aux photopériodes très longues : 16 h 07'.

En résumé les facteurs de l'environnement (photopériode et température) interfèrent très nettement avec les effets du groupement chez *Locusta*; chez *Schistocerca* leur action est plus limitée, les effets du groupement restant toujours prépondérants.

Ces faits sont peut-être à rapprocher des conditions écologiques auxquelles sont normalement exposées ces espèces. L'aire de répartition de *Locusta* est relativement limitée et subit des fluctuations saisonnières régulières en rapport avec le régime des pluies : les insectes sont soumis alternativement à des humidités relatives élevées ou basses et nous avons vu que les larves paraissent préadaptées à ces conditions, l'adaptation se faisant au stade parental par le biais de la température et de la photopériode auxquelles ces insectes sont très sensibles. L'aire de répartition de *Schistocerca* est au contraire très étendue et caractérisée en général par une extrême aridité; les précipitations peuvent y être occasionnellement abondantes mais l'humidité relative reste généralement basse. Or nous constatons, que quel que soit le régime photopériodique et la température les larves semblent mieux adaptées à survivre en atmosphère sèche. D'autre part, on sait que *Schistocerca* présente un état de grégarisme quasi permanent, les individus subissent donc le plus souvent les effets du groupement auxquels ils sont particulièrement sensibles.

RÉSUMÉ

Au laboratoire, les souches groupées de *Schistocerca* et de *Locusta* présentent une variation saisonnière de certains caractères morphologiques et physiologiques telle que l'expression des caractéristiques grégaires semble favorisée au printemps et en été chez *Locusta*, en été et en automne chez *Schistocerca*. Parmi les divers facteurs

pouvant induire ce polymorphisme nous avons étudié particulièrement le rôle de la photopériode constante et de la température.

1) Chez *Schistocerca* et *Locusta*, le développement larvaire n'est pas influencé par la photopériode mais il est accéléré lorsque la température d'élevage croît.

2) Chez *Schistocerca*, le poids des imagos à la métamorphose est indépendant de la température et de la photopériode; chez *Locusta* il diminue lorsque la température et les photopériodes augmentent.

3) Dans les deux espèces, la maturation sexuelle et le rythme de ponte des adultes jeunes sont ralentis lorsque les photopériodes croissent. L'élévation de la température a des effets inverses.

4) L'accroissement de la photopériode réduit la fécondité des femelles de *Locusta* mais n'a que peu d'effet chez *Schistocerca*. Dans les deux espèces l'élévation de la température réduit le nombre d'œufs par oothèque.

5) La viabilité des œufs est réduite à la température d'élevage de 30° C.

6) L'accroissement de la photopériode (de 12 à 16 heures) et de la température (de 30 à 36° C) provoque chez ces deux Acridiens une augmentation du pourcentage des larves noires, une élévation de leur poids moyen et une réduction corrélative du nombre de leurs ovarioles. Toutefois, chez *Schistocerca*, au-delà de 36° C, ces variations des caractéristiques larvaires s'inversent.

7) La résistance au jeûne des larves nouveau-nées, à 30 ou à 95 % d'humidité relative, varie de façon complexe et spécifique avec les condition d'élevage des reproducteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBRECHT (F. O.), 1955 : La densité des populations et la croissance chez *Schistocerca gregaria* (Forsk.) et *Nomadacris septemfasciata* (Serv.); la mue d'ajustement. *J. Agric. Trop. Bot. Appl.*, 2, 109-192.
- ALBRECHT (F. O.), 1965 : Influence du groupement, de l'état hygrométrique et de la photopériode sur la résistance au jeûne chez *Locusta migratoria migratorioides* (R. et F.). *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, fasc. 3, sous presse.
- ALBRECHT (F. O.), 1959 : Facteurs internes et fluctuations des effectifs chez *Nomadacris septemfasciata* (Serv.). *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 93, 415-457.
- ALBRECHT (F. O.) et BLACKITH (R. E.), 1957 : Phase and moulting polymorphism in Locusts. *Evolution*, U.S.A., 11, 166-177.
- ALBRECHT (F. O.) et VERDIER (M.), 1956 : Le poids et le nombre des ovarioles chez les larves nouveau-nées de *Locusta migratoria migratorioides* (R. et F.). *C. R. Acad. Sci., Paris*, 243, 203-205.
- ALBRECHT (F. O.), VERDIER (M.) et BLACKITH (R. E.), 1958 : Détermination de la fertilité par l'effet de groupe chez le Criquet migrateur (*Locusta migratoria migratorioides* R. et F.). *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 92, 349-427.

- ALBRECHT (F. O.), VERDIER (M.) et BLACKITH (R. E.), 1959 : Maternal control of ovariole number in the progeny of the Migratory Locust. *Nature*, Lond., 184, 103-104.
- ASHALL (C.), 1950 : Report of the Saudi Arabia team Desert Locust survey, for 1949-1950.
- CASSIER (P.), 1965 a : Interactions des effets du groupement et d'un facteur saisonnier chez *Locusta migratoria migratorioides* (R. et F.). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, sous presse.
- CASSIER (P.), 1965 b : Comparaison de l'intensité des effets du groupement dans les générations de juin et de décembre du Criquet migrateur (*Locusta migratoria migratorioides* R. et F.). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 260, 3480-3482.
- DESCAMPS (M.), 1961 : Comportement du Criquet migrateur africain (*Locusta migratoria migratorioides* R. et F.) en 1957 dans la partie septentrionale de son aire de grégarisation sur le Niger, région de Niafunké. *Locusta*, Fr., 8, 280 p.
- DUCK (L. G.), 1944 : The bionomics of *Schistocerca obscura* (Fabr.). *J. Kansas Ent. Soc.*, 17, 105-119.
- FAURE (J. C.), 1932 : The phases of Locusts in South Africa. *Bull. Ent. Res.*, 23, 293-405.
- HUNTER-JONES (P.), 1958 : Laboratory studies on the inheritance of phase characters in Locusts. *Anti-Locust Bull.*, 29, 32 p.
- HUSAIN (M. A.) et MATHUR (C. B.), 1936 : Studies on *Schistocerca gregaria* Forsk. VIII. Influence of carbon dioxide on development of black pigmentation in *Schistocerca gregaria* Forsk. *Indian J. Agric. Sci.*, 6, 1005-1030.
- HUSAIN (M. A.), LAHORE (I. A. S.) et MATHUR (C. B.), 1944 : Studies on *Schistocerca gregaria* Forsk. XI. The influence of Temperature on the growth in weight and size of the hoppers. *Indian J. Agric. Sci.*, 5, 107-115.
- JOHNSTON (H. B.), 1937 : Remarks on the experimental and biometrical study of phases. *Proc. 4th Int. Locust Conf.*, Caire, Append. 25, 9 p.
- JOHNSTON (H. B.) et BUXTON (D. R.), 1949 : Field observations on locusts in Eastern Africa. *Anti-Locust Bull.*, 5.
- KEY (K. H. L.), 1950 : A critique of the phase theory of locusts. *Quart. Rev. Biol.*, 25, 4, 363-407.
- LEA (A.), 1938 : Investigations on the Red Locust, *Nomadacris septemfasciata* Serville, in Portuguese East Africa and Nyassaland in 1935. *Sci. Bull. Dep. Agric. S. Afr.*, 176, 29 p.
- LEA (A.) et WEBB (D. van V.), 1939 : Field observations on the Red Locust at lake Rukwa in 1936 and 1937. *Sci. Bull. Dep. Agri. S. Afr.*, 189, 81 p.
- MURAT (M.), 1939 : Recherches sur le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forsk., Acrididae) en Mauritanie occidentale (A.O.F.) et au Sahara espagnol, années 1937 et 1938. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 30, 105-204.
- PAPILLON (M.), 1960 : Étude préliminaire de la répercussion du groupement des parents sur les larves nouveau-nées de *Schistocerca gregaria* Forsk. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 93, 2, 203-263.
- PAPILLON (M.), 1962 : Interaction du groupement, de l'alimentation et d'un facteur saisonnier sur *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Colloque C.N.R.S.*, n° 114, 23 p.
- PASQUIER (R.), 1938 : La lutte rationnelle contre le Criquet marocain en Algérie. *C. R. 5th Conf. Int. Rech. Antiacrid.*, Bruxelles, 367-379.
- PLOTNIKOV (V. I.), 1928 : *Locusta* (*Pachytylus*) *migratoria* L. and *Locusta danica* L. as independent forms and their derivatives. *Rev. Appl. Ent.*, A, 15, 162.
- PREDTECHENSKII (S. A.), 1935 b : Studies on the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.) in Central Asia and Transcaucasus, in 1929-1930. *Bull. Plant Prot.*, Leningrad, 11, 92 p.
- RAINEY (R. C.), 1962 : Some effects of environmental factors on movements and phase change of locusts populations in the field. *Colloque C.N.R.S.*, n° 114.
- RAO (Y. R.), 1942 : Some results of studies on the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.) in India. *Bull. Ent. Res.*, 33, 241-265.
- STOWER (W. J.), DAVIES (D. E.) et JONES (I. B.), 1960 : Morphometric studies of the Desert Locust, *Schistocerca gregaria* Forsk. *J. Animal Ecol.*, 29, 2, 309-339.
- TARBINSKII (S. P.), 1932 : On the question of the phase variability of Locusts. *Bull. Lening. Inst. Contr. Fm. For. Pests*, 3, 303-320.
- UVAROV (B. P.), 1921 : A revision of the genus *Locusta* L. (= *Pachytylus* Fieb.) with a new theory as to the periodicity and migrations of locusts. *Bull. Ent. Res.*, 12, 135-163.

- UVAROV (B. P.), 1928 : Locusts and grasshoppers. Lond., 352 p.
 UVAROV (B. P.), 1929 : Phases of Locusts and their inter-relations. *Bull. Ent. Res.*, 20, 261-265.
 WALOFF (Z. V.), 1940 : The distribution and migrations of *Locusta* in Europe. *Bull. Ent. Res.*, 31, 211-246.
 ZOLOTAREVSKY (B. N.), 1933 : Contribution à l'étude biologique du Criquet migrateur (*Locusta migratoria capito* Sauss.) dans ses foyers permanents. *Ann. Epiphyt.*, 19, 47-142.
 ZOLOTAREVSKY (B. N.) et MURAT (M.), 1938 : Rapport scientifique sur la Mission d'études de la biologie des Acridiens en Mauritanie (A.O.F.). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 29, 29-103.

Intervention de M. BOUILLON

Les points des courbes sont-ils des moyennes et quelle fut la dispersion des valeurs individuelles autour de ces moyennes ?

Réponse de M. CASSIER

Ce sont des moyennes portant sur un très grand nombre de données, (plusieurs milliers), et statistiquement les différences sont significatives.

Intervention de M. LINDAUER

1° Ist der Effekt der Photoperiode unterschiedlich bei verschiedener Lichtqualität ?

2° Es wäre interessant den Einfluss der ökologischen Faktoren und jenen, die vom Artgenossen empfangen werden, gegeneinander abzuwägen.

Réponse de M. CASSIER

Toutes nos observations ont été réalisées en lumière blanche (tubes fluorescents MAZDA. CF. 32 diffusant une lumière de même composition spectrale que le rayonnement solaire). De plus, nous n'avons étudié que l'influence de la photopériode et de la température sur les caractéristiques physiques et physiologiques des adultes groupés et de leur descendance sans nous préoccuper du comportement.

Interventions de M. TOROSSIAN

1° Avez-vous étudié l'action de la thermopériode comme vous avez étudié celle de la photopériode ?

2° Cette étude faite chez les fourmis a donné d'intéressants résultats, permettant notamment d'avoir la même fécondité que celle obtenue avec des températures constantes, ou même supérieures mais avec une longévité augmentée.

Réponses de M. CASSIER

1° Non, mais remarquez que nos élevages sont soumis à un rythme thermique, régulier évoquant celui auquel sont soumis les Criquets dans les conditions naturelles.

2° Nous n'avons pas fait spécialement l'étude de la thermopériode bien que nos appareils le permettent.

Intervention de M. CHAUVIN

Demande à Monsieur CASSIER, s'il n'existerait pas chez *Schistocerca* et *Locusta* un rythme endogène saisonnier qui fasse varier la sensibilité aux agents expérimentaux malgré la constance de la photopériode et de la température.

Réponse de M. CASSIER

Nos méthodes expérimentales ne permettent pas une telle observation. Par exemple, chez *Locusta* seules la température et l'alimentation (blé germé) sont constantes tout au long de l'année. Par contre, les élevages sont soumis aux fluctuations régulières de la longueur du jour, sous la latitude de Paris. De toute manière, à l'inverse des mammifères, il n'a jamais été signalé, à ma connaissance, de rythme endogène saisonnier chez les Insectes.