

**INFLUENCE DES VARIATIONS SAISONNIÈRES
DE LA LUZERNE SUR LA CROISSANCE,
LA MORTALITÉ ET L'ÉTABLISSEMENT
DE LA MATURITÉ SEXUELLE
CHEZ LE CAMPAGNOL DES CHAMPS
(*MICROTUS ARVALIS*)**

Lise MARTINET et Monique MEUNIER

avec la collaboration technique de J.-M. LHOSTE et la collaboration statistique de Aline Solari

*Station centrale de Physiologie animale,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Les interactions de la végétation et de la durée de la photopériode sur la croissance, la mortalité et l'établissement de la maturité sexuelle ont été étudiées chez le Campagnol des Champs.

Les animaux ont été élevés dès leur naissance sous une photopériode claire de 10 h ou de 15 h par 24 h et nourris avec de la luzerne fauchée soit au printemps, soit à l'automne, à deux stades végétatifs différents (30 cm et préfloraison).

La mortalité au cours du premier mois de la vie est plus élevée, la croissance corporelle, la fertilité des mâles et des femelles plus faible dans les lots nourris avec de la luzerne fauchée à l'automne plutôt qu'au printemps, au stade végétatif de préfloraison, plutôt qu'au stade 30 cm, et soumis à une photopériode claire de 10 h plutôt qu'à une de 15 h.

Lorsque sont associés les trois facteurs : stade végétatif de la luzerne, cycle de végétation et durée de la photopériode, il est possible d'expliquer en partie les cycles saisonniers observés dans la nature chez les populations de Campagnols.

INTRODUCTION

Le Campagnol des champs, *Microtus arvalis*, présente un cycle sexuel relativement régulier (DELOST, 1955 ; BERNARD, 1964 ; MARTINET, 1967). D'autre part, l'effet favorable des photopériodes claires longues ou croissantes sur le poids des testicules et le nombre de spermatozoïdes chez le mâle, la fréquence de la gestation et la taille des portées chez la femelle, a été bien mis en évidence (LÉCYK, 1962 ; MARTINET 1966).

Cependant, s'il existe chez *Microtus arvalis* une photopériode claire optimum, située autour de 15 heures, permettant une fertilité maximum, il est impossible même avec des photopériodes claires aussi courtes que 5 heures par 24 heures, d'empêcher l'apparition de la maturité sexuelle chez le mâle ou la femelle, ou de provoquer des régressions testiculaires complètes chez le mâle adulte.

Il semble donc que la variation de la durée du jour ne soit pas le facteur déterminant dans le déclenchement ou l'arrêt annuel de la reproduction. Il faut alors penser à un ou plusieurs autres facteurs, agissant ou non en synergie avec le photopériodisme.

L'étude des populations sauvages de Campagnols nous a conduit à envisager une certaine relation entre le cycle végétatif des plantes, la luzerne notamment, consommées par les animaux et le cycle sexuel saisonnier. Existe-t-il dans la luzerne des facteurs susceptibles de contrôler la reproduction? Ce sont les expériences relatives à ce problème qui sont rapportées dans ce travail.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ce travail a été réalisé à partir de Campagnols élevés sous des conditions contrôlées de lumière et de température et nourris avec de la luzerne récoltée au cours des années 1967 et 1968.

La luzerne utilisée, provenant d'une luzernière en 2^e et 3^e année d'exploitation, a été fauchée, congelée immédiatement dans la neige carbonique, puis conservée à — 15°C en attendant d'être distribuée. Elle a été prélevée :

— en 1967 :

en avril, au stade 30 cm du 1^{er} cycle de végétation = Printemps I,
en juillet, au stade 30 cm du 3^e cycle de végétation = Été I,
en octobre, au stade 30 cm du 4^e cycle de végétation = Automne I.

— en 1968 :

en avril, au stade 30 cm du 1^{er} cycle de végétation = Printemps I,
en mai, au stade préfloraison du 1^{er} cycle de végétation = Printemps II,
en septembre, au stade 30 cm de 4^e cycle de végétation = Automne I,
en octobre, au stade préfloraison du 4^e cycle de végétation = Automne II.

Les expériences sur les animaux ont été conduites en décembre 1967 et décembre 1968 suivant le plan expérimental présenté dans le tableau 1 ; elles ont permis de comparer le rôle sur la croissance et la fertilité des Campagnols de luzerne soit au même stade de développement, mais provenant de cycles de végétation différents, soit à des stades de développement différents et d'étudier les interactions possibles avec la photopériode.

Les animaux ont été placés dans les conditions expérimentales de lumière et d'alimentation dès leur naissance.

Les portées ont été pesées au sevrage et à trente jours, le nombre de morts enregistré.

Les mâles ont été tués et pesés à 45 jours ; leurs testicules et vésicules séminales pesés, les épидидymes broyés suivant la technique de DOUNCE (1943) pour évaluer les réserves épидидymaires, le fructose des vésicules séminales dosé suivant la technique de MANN (1946).

Les femelles ont été tuées et pesées à 35 jours, après avoir été accouplées pendant 48 heures avec un mâle fertile (en 1967) ou après avoir reçu une injection intrapéritonéale de 1,25 UI d'hormone chorionique gonadotrope (en 1968). Les ovaires ont été prélevés, les corps jaunes et les œufs dénombrés par examen microscopique des coupes sériées des ovaires, du péricor ovarien et des oviductes.

En 1967, le nombre de femelles des lots soumis à un éclairage quotidien de 10 heures étant trop faible, il n'a pas été possible de tenir compte des résultats concernant ce groupe.

Le dépouillement des résultats a été fait à l'aide d'analyses de variance pour les poids du corps et des organes génitaux, à l'aide du test de χ^2 pour le nombre de jeunes mourant entre 0 et 30 jours ou le nombre de femelles ovulantes.

TABLEAU I

Schéma expérimental auquel les animaux ont été soumis dès leur naissance

| Année | Luzerne | Durée photopériode claire | Nombre d'animaux mis en expérience | Désignation du lot |
|-------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 1967 | 1 ^{er} cycle 30 cm | 15 h | 38 | P _I 15 h |
| | 3 ^e cycle 30 cm | 15 h | 35 | E _I 15 h |
| | 4 ^e cycle 30 cm | 15 h | 42 | A _I 15 h |
| | 1 ^{er} cycle 30 cm | 10 h | 33 | P _I 10 h |
| | 3 ^e cycle 30 cm | 10 h | 46 | E _I 10 h |
| | 4 ^e cycle 30 cm | 10 h | 43 | A _I 10 h |
| 1968 | 1 ^{er} cycle 30 cm | 15 h | 48 | P _I 15 h |
| | 1 ^{er} cycle préfloraison | 15 h | 55 | P _{II} 15 h |
| | 4 ^e cycle 30 cm | 15 h | 46 | A _I 15 h |
| | 4 ^e cycle préfloraison | 15 h | 42 | A _{II} 15 h |
| | 1 ^{er} cycle 30 cm | 10 h | 49 | P _I 10 h |
| | 1 ^{er} cycle préfloraison | 10 h | 55 | P _{II} 10 h |
| | 4 ^e cycle 30 cm | 10 h | 53 | A _I 10 h |
| | 4 ^e cycle préfloraison | 10 h | 52 | A _{II} 10 h |

P = Printemps
E = Été
A = Automne

I = stade végétatif de 30 cm
II = stade végétatif de préfloraison

RÉSULTATS

Trois facteurs et leur interaction possible ont été pris en considération : la saison à laquelle a été fauchée la luzerne, le stade de développement de la luzerne et la durée quotidienne d'éclairement.

1. Croissance corporelle de la naissance à 30 jours (tabl. 2, fig. 1)

La croissance a été mesurée par le poids des jeunes au sevrage (15 j) des femelles à 30 et 35 jours et des mâles à 30 et 45 jours.

Dès le sevrage, une différence dans la croissance corporelle apparaît entre les 8 lots, différence qui s'accroît avec l'âge.

Chez le mâle, les trois facteurs étudiés agissent sur le poids du corps.

En 1967, il n'existe pas de différence entre les poids du corps des animaux des 3 lots Printemps, Été, Automne 15 heures de lumière ; mais lorsque l'éclairement quotidien est réduit à 10 heures, le poids du corps est plus faible dans les lots Été et Automne que dans le lot Printemps.

En 1968, les poids du corps sont toujours plus faibles dans les lots recevant de la luzerne d'Automne que dans ceux recevant de la luzerne de Printemps pour un stade végétatif identique.

que sous 10 heures de lumière par 24 heures et qu'il n'existait pas d'interaction entre la lumière et, soit l'effet saison de la luzerne, soit l'effet stade de développement (tabl. 5).

Chez les femelles. Bien que les résultats semblent identiques, les conclusions sont plus difficiles à tirer ; en effet, l'analyse statistique montre une interaction hautement significative des effets dus à la luzerne et à la durée de la photopériode claire.

Cependant, on peut noter que ce sont les femelles nourries avec de la luzerne de Printemps 30 cm qui sont les plus grosses et celles nourries avec de la luzerne d'Automne au stade préfloraison et sous 10 heures de lumière par 24 heures qui sont les plus petites.

2. Mortalité des jeunes de la naissance à 30 jours (tabl. 3, fig. 2)

La mortalité a été calculée à 15 et 30 jours pour l'ensemble des jeunes mis en expérience et à 45 jours en 1968 pour les mâles.

TABLEAU 3

Modification de la mortalité des Campagnols mâles et femelles de 0 à 30 jours et des mâles de 30 à 45 jours en fonction de la qualité de la luzerne et de la durée quotidienne d'éclaircissement

| Année | Lots | Nombre de jeunes nés | Animaux morts à 14 j (%) | Animaux morts à 30 j (%) | Mâles morts à 45 j (%) |
|-------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1967 | P _I 15 h | 38 | 5 | 11 | — |
| | E _I 15 h | 35 | 11 | 17 | — |
| | A _I 15 h | 42 | 17 | 40 | — |
| | P _I 10 h | 33 | 12 | 12 | — |
| | E _I 10 h | 46 | 4 | 35 | — |
| | A _I 10 h | 43 | 14 | 30 | — |
| 1968 | P _I 15 h | 48 | 6 | 8 | 12 |
| | P _{II} 15 h | 55 | 29 | 26 | 43 |
| | A _I 15 h | 46 | 13 | 30 | 34 |
| | A _{II} 15 h | 42 | 23 | 45 | 45 |
| | P _I 10 h | 49 | 23 | 39 | 42 |
| | P _{II} 10 h | 55 | 16 | 35 | 48 |
| | A _I 10 h | 53 | 0 | 9 | 27 |
| | A _{II} 10 h | 52 | 50 | 64 | 64 |

En 1967, la comparaison du nombre d'animaux vivants à 15 jours et à 30 jours, par rapport au nombre de jeunes nés, montre qu'il existe une différence significative à 30 jours entre les 6 lots. La mortalité est plus importante chez les animaux des lots Été 10 heures et Automne 15 et 10 heures que chez ceux des lots Printemps 15 heures et 10 heures et Été 15 heures, mais la durée de la photopériode ne semble pas intervenir.

En 1968, on trouve une différence hautement significative, entre l'ensemble des 8 lots, dans les pourcentages d'animaux vivants à 30 jours. La différence du taux de mortalité des animaux soumis à une photopériode claire de 15 heures est due à une augmentation de cette mortalité chez les animaux nourris avec de la luzerne d'Au-

tomne, ou de la luzerne au stade de la préfloraison. Chez les animaux recevant 10 heures de lumière par 24 heures, la très faible mortalité dans le lot Automne I est difficilement explicable ; par contre, on remarque que dans le lot Automne II qui réunit les conditions alimentaires et lumineuses de la fin de l'automne dans la nature, la mortalité est maximum.

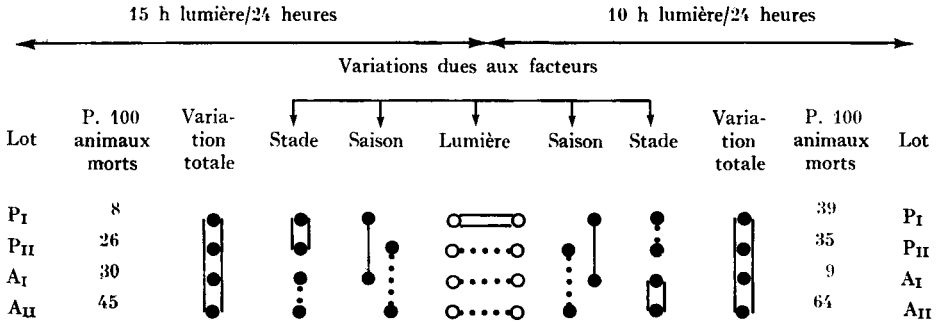


FIG. 2. — Analyse de la variation du nombre d'animaux morts à 30 jours par rapport au nombre d'animaux mis en expérience le jour de leur naissance en fonction des 3 facteurs : stade de développement de la luzerne, saison de la fenaison et durée de la photopériode.

..... Non significatif
 ————— Significatif
 ===== Hautement significatif

Entre 30 et 45 jours, la mortalité chez les mâles est pratiquement nulle ; on remarque seulement une mortalité assez forte dans le lot Automne I 10 heures.

Il semble donc que les facteurs favorisant la mortalité chez les Campagnols au cours du premier mois de la vie soient ceux qui ralentissent la croissance corporelle, à savoir luzerne d'automne, stade végétatif de la préfloraison et photopériode claire de 10 heures.

3. Fertilité chez le mâle (tabl. 4, fig. 3)

La fertilité a été mesurée par le poids des testicules et des vésicules séminales, le nombre de spermatozoïdes épидидymaires et le contenu en fructose des vésicules séminales.

L'analyse des résultats montre que la saison à laquelle est fauchée la luzerne, le stade de développement de cette luzerne et la durée de la photopériode claire ont un effet hautement significatif sur le poids des testicules et des vésicules séminales et qu'il n'y a jamais interaction entre ces trois facteurs (tabl. 5).

La luzerne au stade 30 cm permet toujours une croissance des testicules et des vésicules séminales supérieure à celle des gonades des animaux recevant de la luzerne au stade de la préfloraison.

De même, la luzerne de Printemps permet toujours une croissance des gonades supérieure à celle de la luzerne d'Automne.

A ces deux effets s'ajoute la stimulation différente des photopériodes claires de 15 heures ou de 10 heures.

Le pourcentage de mâles possédant des réserves épидидymaires et l'importance de ces réserves varient parallèlement au poids des testicules ; il en est de même pour la teneur en fructose et le poids des vésicules séminales.

TABLEAU 4

Modifications du poids des testicules et des vésicules séminales, des réserves épидидymaires, de la teneur en fructose des vésicules séminales en fonction de la qualité de la luzerne et de la durée quotidienne d'éclaircissement

| Année | Lot | Nombre mâles | Poids testicules moyenne mg ± S _m | animaux possédant des réserves épидидymaires (en p. 100) | Réserves épидидymaires totales chez les animaux en possédant (moyenne) | Poids des vésicules séminales mg ± S _m | Fructose par vésicule séminale (en µg) |
|-------|----------|--------------|--|--|--|---|--|
| 1967 | PI 15 h | 12 | 165,2 ± 8,1 | 100 | 92 748 × 10 ³ | 161,7 ± 18,9 | non dosé |
| | EI 15 h | 12 | 158,6 ± 9,1 | 100 | 79 527 × 10 ³ | 168,6 ± 20,8 | |
| | AI 15 h | 12 | 169,7 ± 7,3 | 100 | 78 472 × 10 ³ | 165,6 ± 17,9 | |
| | PI 10 h | 12 | 113,6 ± 6,7 | 100 | 27 693 × 10 ³ | 108,6 ± 7,3 | |
| | EI 10 h | 12 | 92,8 ± 5,1 | 58 | 28 850 × 10 ³ | 78,4 ± 10,6 | |
| | AI 10 h | 12 | 77,2 ± 8,8 | 42 | 20 593 × 10 ³ | 62,0 ± 14,2 | |
| 1968 | PI 15 h | 21 | 188,8 ± 5,4 | 100 | 141 300 × 10 ³ | 223,8* | 195,5 |
| | PII 15 h | 18 | 163,9 ± 5,5 | 95 | 98 300 × 10 ³ | 146,7 | 102,0 |
| | AI 15 h | 18 | 149,7 ± 6,4 | 100 | 84 800 × 10 ³ | 136,4 | 98,6 |
| | AI 15 h | 13 | 109,9 ± 10,9 | 85 | 45 500 × 10 ³ | 89,1 | 53,9 |
| | PI 10 h | 17 | 105,1 ± 6,3 | 96 | 35 400 × 10 ³ | 83,7 | 74,7 |
| | PII 10 h | 15 | 96,8 ± 5,9 | 73 | 21 900 × 10 ³ | 84,5 | 56,7 |
| | AI 10 h | 23 | 96,5 ± 7,1 | 57 | 33 200 × 10 ³ | 70,4 | 44,6 |
| | AI 10 h | 11 | 44,5 ± 4,1 | 9 | 7 360 × 10 ³ | 11,4 | 0 |

* Les vésicules séminales n'ont pas été pesées séparément pour pouvoir les congeler rapidement pour le dosage du fructose.

Ainsi, la fertilité est maximum chez les mâles recevant de la luzerne de Printemps au stade 30 cm sous une photopériode claire de 15 heures. Chez les mâles recevant de la luzerne d'Automne au stade de la préfloraison sous une photopériode claire de 10 heures, l'établissement de la maturité sexuelle semble pratiquement impossible.

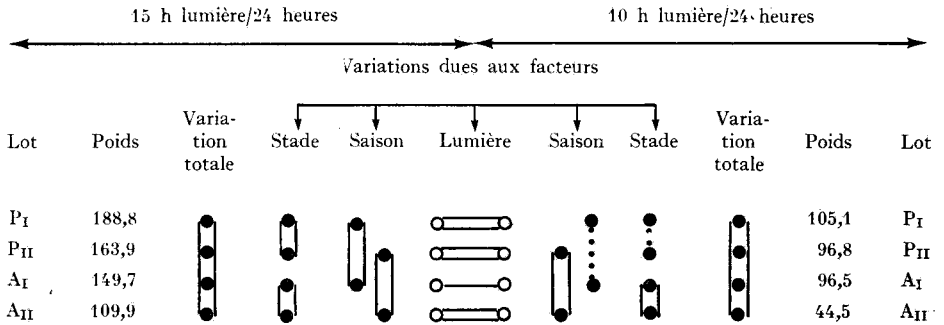


FIG. 3. — Analyse de la variation du poids des testicules en fonction des 3 facteurs : stade de développement de la luzerne, saison de la fenaison et durée de la photopériode

..... Non significatif
 ————— Significatif
 ===== Hautement significatif

TABLEAU 5

Analyse de la variation du poids du corps et des testicules en fonction des facteurs étudiés : stade du développement de la luzerne, date de la fenaison et durée de la photopériode

| Année | Variation due à | Poids du corps des mâles | Poids des testicules |
|-------|---|--------------------------|----------------------|
| 1967 | à la saison P vs E vs A..... | NS | NS |
| | à la photopériode 15 h vs 10 h..... | P < 0,01 | P < 0,001 |
| | Interaction..... | NS | NS |
| 1968 | à la saison P vs A..... | P < 0,05 | P < 0,01 |
| | au stade végétatif P _I vs P _{II} | P < 0,01 | P < 0,01 |
| | A _I vs A _{II} | P < 0,01 | P < 0,001 |
| | à la photopériode 15 h vs 10 h..... | P < 0,01 | P < 0,01 |
| | Interaction..... | NS | NS |

4. Fertilité chez les femelles (tabl. 6, fig. 4)

La fertilité a été mesurée d'une part par le pourcentage de femelles ovulant après accouplement ou injection d'HCG, d'autre part par le nombre d'ovulations par femelle et le pourcentage d'œufs fécondés lorsqu'il y avait eu accouplement.

ERRATUM

ÉTUDE ULTRASTRUCTURALE DU SITE DE CONSERVATION DES SPERMATOZOÏDES DANS L'OVAIRE DE *POECILIA RETICULATA* (POISSON TÉLÉOSTÉEN)

B. JALABERT, R. BILLARD

avec la collaboration technique de Anne-Marie ESCAFFRE

Légende de la planche I, page 280 :

PLANCHE I

Coupe oblique (*a a'* sur la fig. 2) d'une partie de « cellule hôte » séparée du stroma ovarien (Str) et des capillaires sanguins (Cs) (dont la paroi est riche en vésicules de pinocytose) par la basale (B) où les têtes des spermatozoïdes (S) apparaissent enfoncées dans le cytoplasme et les faisceaux de flagelles (F) emprisonnés dans un réseau lâche de prolongements cytoplasmiques (p Cy).

Les liaisons entre cellules hôtes sont assurées par des desmosomes (d) et du côté de la lumière du réceptacle séminal (L) les associations entre membranes cellulaires (M) sont du type *zona occludens*.

Les luzernes au stade de la préfloraison ont un effet défavorable sur le nombre de femelles ovulant ; les différences ne sont pas significatives, sans doute à cause du nombre insuffisant de femelles par lot.

L'effet inhibiteur de luzernes soit d'Automne, soit au stade de la préfloraison, est surtout net pour une photopériode claire de 10 heures par 24 heures.

Le nombre de corps jaunes par femelle ne semble modifié que par la durée de la photopériode ; cependant, on peut observer dans les deux lots Automne II, en 1968, une diminution du nombre de corps jaunes.

Le pourcentage d'œufs fécondés semble diminuer quand la luzerne est prélevée en Été ou en Automne, plutôt qu'au Printemps. La technique utilisée en 1968 n'a pas permis de confirmer ce résultat.

DISCUSSION

L'ensemble des résultats montre que la mortalité au cours du premier mois de la vie est augmentée, la croissance corporelle et la fertilité des mâles et des femelles diminuées, lorsque les animaux sont nourris :

- avec de la luzerne d'Été ou d'Automne de 30 cm ou en préfloraison ;
- avec de la luzerne du même cycle végétatif, mais fauchée au stade de la préfloraison par rapport au stade de 30 cm.

Ces effets sont considérablement augmentés lorsque les animaux sont, en plus, soumis à une photopériode claire courte (10 h. par 24 h), qui ne favorise pas la croissance et la fertilité comme une photopériode claire longue.

TABLEAU 7

*Fertilité des Campagnols en fonction de la saison
et du stade de développement de la luzerne*

| Année | Lot | Nombre de mâles fertiles à 45 jours | Nombre de femelles fertiles à 35 jours | Nombre de jeunes produits |
|-------|----------------------|--|---|------------------------------|
| | | p. 100 campagnols nés | p. 100 campagnols nés | par 100 femelles |
| 1967 | P _I 15 h | 44 | 34 | 184 |
| | E _I 15 h | 41 | 17 | 82 |
| | A _I 15 h | 30 | 16 | 90 |
| | P _I 10 h | 44 | — | — |
| | E _I 10 h | 19 | — | — |
| | A _I 10 h | 15 | — | — |
| 1968 | P _I 15 h | 46 | 42 | 197 |
| | P _{II} 15 h | 30 | 21 | 97 |
| | A _I 15 h | 35 | 29 | 128 |
| | A _{II} 15 h | 23 | 24 | 82 |
| | P _I 10 h | 29 | 31 | 102 |
| | P _{II} 10 h | 24 | 24 | 94 |
| | A _I 10 h | 26 | 25 | 75 |
| | A _{II} 10 h | 16 | 5 | 10 |

Dans le tableau 7, le nombre de mâles ou de femelles fertiles obtenu à partir de 100 jeunes nés a été calculé suivant la formule :

$$100 \times \frac{\text{Nombre de Jeunes à 30 jours}}{\text{Nombre de Jeunes nés}} \times \frac{\text{Nombre de } \text{♂} \text{ ou } \text{♀} \text{ fertiles}}{\text{Nombre de } \text{♂} \text{ ou } \text{♀} \text{ infertiles}}$$

et le nombre de jeunes produits par 100 femelles de 35 jours, suivant la formule :

$$100 \times \frac{\text{Nombre } \text{♀} \text{ ayant ovulé}}{\text{Nombre } \text{♀} \text{ n'ayant pas ovulé}} \times \frac{\text{Nombre de corps jaunes chez les femelles ayant ovulé}}{\text{Nombre de corps jaunes chez les femelles n'ayant pas ovulé}}$$

Lorsque sont associés les trois facteurs : stade de développement de la luzerne, cycle de végétation et durée de la photopériode, il est possible d'expliquer les cycles saisonniers observés dans la nature.

PINTER et NEGUS (1965, 1966, 1968) ont montré l'addition des effets dus au photopériodisme et à la qualité de la nourriture sur la croissance et la fertilité de *Microtus montanus*. D'autre part, de nombreux auteurs, notamment BENDELL (1959), KALELA (1961), STODART et MYERS (1966) ont essayé d'associer les fluctuations annuelles du nombre des petits Mammifères herbivores avec les changements saisonniers de la qualité des herbages. HOFFMAN (1958) a trouvé un parallélisme au cours de l'année entre la teneur en protéines d'une prairie et le nombre de corps jaunes chez *Microtus montanus*.

Mais ce ne sont sans doute pas les variations de teneur d'un seul constituant qui sont responsables des effets observés au cours de l'année ; il est fort probable que la quantité de nourriture consommée doit varier aussi en fonction de la teneur en certains constituants, comme la cellulose par exemple.

De toute façon, il semble bien que la présence des deux facteurs végétation et photopériode soit nécessaire pour déterminer le cycle annuel de reproduction chez le Campagnol.

Reçu pour publication en avril 1969.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Laboratoire d'Amélioration des Plantes fourragères de l'I. N. R. A. qui a mis à notre disposition des parcelles de luzerne et nous a aidés pour l'exécution de l'expérience.

SUMMARY

EFFECT OF THE SEASONAL CHANGE IN LUCERN FEED ON GROWTH, MORTALITY AND SEXUAL MATURATION OF THE FIELD VOLE « *MICROTUS ARVALIS* »

The interaction of plant feeds and day light on growth, mortality and sexual maturation were studied in the field vole (*Microtus arvalis*).

The animals were kept from birth under 10 or 15 hour periods of daily light and fed with lucern hay cut in Spring or Autumn at two different stages (30 cm of preflourescence).

First month mortality was greater, body growth and male or female fertility lower, in batches submitted to 10 hours of daily lighting and fed lucern hay cut in Autumn in its preflourescent stage.

The natural seasonal cycles observed in populations of voles can be tentatively accounted for by the cumulative effects of the three factors, plant growth stage, season of cut, and photoperiod.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENDELL J. F., 1959. Food as a control of a population of white footed mice, *Peromyscus Leucopus*. *Can. J. Zool.*, **37**, 173-209.
- BERNARD J., 1964. Note préliminaire sur la reproduction chez le Campagnol des Champs *Microtus arvalis* dans le sud de la Belgique. *Bull. Inst. agron. Sta. Rech. Gembloux*, **32**, 275-289.
- DELOST P., 1955. Étude de la biologie sexuelle du Campagnol des Champs (*Microtus arvalis*). *Arch. Anat. micr. Morph. exp.*, **44**, 150-190.
- DOUNCE A. L., 1943. Further studies on isolated cell nuclei of normal rat liver. *J. Biol. Chem.*, **151**, 221-233.
- HOMFFAN R. S., 1958. The role of reproduction and mortality in population fluctuations of voles (*Microtus*). *Ecolog. Monog.*, **28**, 79-109.
- KALELA O., 1961. Seasonal change of habitat in the Norwegian Lemming (*Lemmus Lemmus*). *Acad. Scient. Fenn. Biologica*, **55**, 1-72.
- LECYK M., 1962. The effect of the length of day light on reproduction in the field vole (*Microtus arvalis*). *Zool. Pol.*, **172**, 189-221.
- MANN T., 1946. Studies on the metabolism of semen. III. Fructose as a normal constituent of seminal plasma. Site of formation and function of fructose in semen. *Biochem. J.*, **40**, 48-49.
- MARTINET L., 1966. Modification de la spermatogenèse chez le Campagnol des Champs (*Microtus arvalis*) en fonction de la durée quotidienne d'éclaircissement. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **6**, 301-313.
- MARTINET L., 1967. Cycle saisonnier de reproduction du Campagnol des Champs *Microtus arvalis*. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **7**, 245-260.
- NEGUS N. C., PINTER A. J., 1966. Reproductive responses of *Microtus montanus* to plants and plants extracts in the diet. *J. Mammal.*, **47**, 596-601.
- PINTER A. J., NEGUS N. C., 1965. Effects of nutrition and photoperiod on reproductive physiology of *Microtus montanus*. *Amer. J. physiol.*, **208**, 633-641.
- PINTER A. J., 1968. Effects of diet and light on growth maturation and adrenal size of *Microtus montanus*. *Amer. J. Physiol.*, **215**, 461-466.
- STEIN H. G. W., 1953. Über das Zalhenverhältniss der geschlechter bei der Feldmaus, *Microtus arvalis*. *Zool. Jahrb. Abt. Syst.*, **82**, 137-156.
- STODART E., MYERS K., 1966. The effects of different foods on confined populations of wild rabbits *Oryctolagus cuniculus*. *C. S. I. R. O. Wildl Res.*, **11**, 111-124.