La dicrocoeliose ovine :

Incidence des facteurs climatiques et contribution à la mise au point d'une méthode de prévision

par A. BADIE *

Laboratoire de Biologie et Ecologie animales (P^r R. Sourié)
U.E.R. des Sciences, F 87060 Limoges Cedex
et Institut de Pathologie comparée et expérimentale du Limousin.

Résumé.

Etude du cycle annuel d'activité des fourmis parasitées par *Dicrocoelium lanceolatum*. Action de quelques facteurs climatiques (température, pluviométrie) sur les variations saisonnières du nombre de fourmis parasitées accrochées.

L'analyse de ces données met en évidence une double corrélation : les précipitations provoquent indirectement et avec retard l'augmentation du nombre de fourmis accrochées ; les températures élevées du milieu de l'été une forte diminution.

Mise en place d'un calendrier des différentes étapes du cycle évolutif de *Dicrocoelium lanceolatum* en Limousin et proposition d'une technique de prévision à partir des observations de terrain.

Summary.

Ovine dicrocoeliasis : incidence of climatic factors and share in the setting of a forecasting method.

Study of annual activity cycle of ants parasited with *Dicrocoelium lanceolatum*. Effect of some climatic factors (temperature, rainfall) on seasonal variations of the number of clinching parasited ants.

* Avec l'aide financière de l'Institut de pathologie comparée et expérimentale du Limousin (I.P.C.E.L.).

Accepté le 14 janvier 1978.

A close analysis of the data displays a double correlation : the increase of the number of clinching ants indirectly brought about by precipitations and this with some delay ; a strong decrease by high temperatures in the height of summer.

Setting of a calendar including the different stages of the developing cycle of *Dicrocælium lanceolatum* in Limousin and proposition of a forecasting technic established from land observations.

La dicrocœliose à *Dicrocælium lanceolatum* (Rudolphi, 1803) occupe en France une place importante parmi les diverses parasitoses. Elle apparaît assez souvent sembler-t-il par foyers. Toutefois la présence du parasite, à des taux plus ou moins élevés, est signalée dans la presque totalité des régions d'élevage ovin.

L'importance du cheptel ovin dans la région du Limousin (1 027 000 têtes au 1^{er} janvier 1977 pour les trois départements de la Haute-Vienne, Creuse et Corrèze) et les problèmes parasitaires rencontrés ont motivé notre étude.

Nos premiers travaux (Badie, 1973) sur les mollusques et fourmis vecteurs de la dicrocœliose en Limousin étaient axés sur l'écologie. Au-delà des résultats obtenus nous avons cherché à établir un calendrier des infestations.

Il paraît utile de rappeler qu'après une première phase évolutive chez un mollusque hôte (*Cionella lubrica* en Limousin), le parasite doit impérativement trouver les fourmis vectrices (*Formica nigricans* Em. ou *Formica cunicularia* Latr. sur notre domaine d'observation) pour poursuivre son développement. C'est par ingestion accidentelle de fourmis parasitées que se produit l'infestation de l'hôte définitif (Krull et Mapes, 1952, 1953) laquelle est facilitée par le comportement particulier de celles-ci.

Le comportement journalier des fourmis parasitées a fait l'objet d'études approfondies (Anokhin, 1966 ; Badie et Coll., 1973). Leur rythme d'activité qui suit dans l'ensemble le rythme nycthéméral est fonction des variations thermiques du milieu ; le *tableau I* résume ces observations.

Le présent travail répond à un double but :

- préciser les périodes et les conditions de l'alternance vie active-hivernation des hôtes intermédiaires ;
- rechercher les relations pouvant exister entre le comportement cyclique des fourmis parasitées et les facteurs climatiques, en vue d'établir des prévisions.

Les observations qui se sont déroulées sur une station située à Feytiat, près de Limoges, concernent une période de 4 années (1973 à 1976).

I. - Cycle annuel d'activité des hôtes intermédiaires

Deux périodes sont à considérer dans le cycle de vie des hôtes intermédiaires :

- une période de repos (hivernation) ;
- une période de vie active qui correspond à la période d'infestation.

Les informations relatives à l'hivernation (température, photopériode) sont regroupées sur la *figure 1*.

1. Hivernation des mollusques.

L'hivernation du mollusque *Cionella lubrica* s'étale sur une période de 3 à 4 mois (Badie, 1977). Elle débute fin novembre-début décembre (21 nov.-16. déc.) ; la reprise de l'activité se manifeste au cours du mois de mars (1^{er}-31 mars).

La durée du repos hivernal peut présenter quelques légères fluctuations d'une année à l'autre.

2° Hivernation des fourmis.

L'hivernation des fourmis intervient fin septembre-octobre-début novembre (18 sept.-8 nov.). Elle se poursuit jusqu'en février-mars (6 fév.-30 mars).

FIG. 1. — Influence de la température et photopériode sur le « sommeil hivernal » des mollusques et fourmis. (*) : moyenne hebdomadaire des minimas (Mini.) et maximas (Maxi.).

La sensibilité des fourmis à la température fait que l'on observe un assez large étalement dans le début de l'hivernation et lors de la reprise de l'activité. Les fourmières aux colonies les plus importantes sont généralement celles qui reprennent leur activité les premières.

3° Discussion.

1. — *Le facteur thermique.*

L'action de la température, d'une part sur l'engourdissement, d'autre part sur le réveil post-hivernal, est généralement admise.

L'analyse de nos résultats suggère les remarques suivantes :

— les températures, considérées sur l'échelle des minimas et maximas journaliers pour lesquelles les mollusques cessent et reprennent leur activité se situent très approximativement dans un même intervalle ;

— chez les fourmis, la reprise de l'activité intervient à des températures significativement plus basses que celles du début du « sommeil hivernal ».

Ces observations peuvent laisser supposer une accoutumance aux conditions thermiques du milieu. L'acclimatation se traduirait ainsi par un abaissement de la température réglant le réveil des animaux.

TABLEAU I. — *Comportement journalier des fourmis parasitées*

En dessous de 14 °C	Entre 15° et 24 °C	Au-dessus de 24°-26 °C
Fin d'après-midi, nuit, début de matinée	Matinée, fin d'après-midi.	Milieu de la journée.
Période de repos	Période de transition.	Période d'activité totale.
Fourmis accrochées	Le nombre de fourmis accrochées diminue quand la température augmente et inversement.	Les fourmis ont une activité en apparence normale.

2. — *La photopériode.*

Son action sur les rythmes biologiques a été établie chez un grand nombre d'espèces animales. Chez les fourmis l'entrée en hivernation et la reprise de l'activité s'effectuent pour une photopériode identique. En revanche les mollusques reprennent leur activité pour une durée de jours supérieure à celle à laquelle avait débuté l'hivernation.

Il ressort des observations précédentes que le déterminisme du cycle activité-repos des mollusques et des fourmis ne peut être rapporté avec certitude à l'action exclusive de l'un ou l'autre des facteurs considérés à l'échelle annuelle (longueur du jour, température). L'intervention d'une « horloge interne » à base neuro-endocrinienne ne saurait être, a priori, exclue.

II. - Les fourmis parasitées en période de vie active

Nous avons signalé précédemment les travaux réalisés sur le comportement journalier des fourmis parasitées. Un autre aspect de notre travail consiste à étudier le comportement saisonnier de ces insectes en période de vie active. Nos premières observations à ce sujet ont fait l'objet de quelques réflexions (Badie, 1975). Nous nous proposons donc de faire une étude plus approfondie de ce problème.

1° Méthode d'étude.

Il s'agit de dénombrer par des relevés hebdomadaires les fourmis parasitées accrochées sur les végétaux entourant les fourmilières. La technique utilisée est celle décrite dans un travail antérieur (Badie, 1975).

Au cours des 4 années d'étude les observations portent sur 20 fourmilières. Le nombre des fourmilières parasitées est le suivant : 15 en 1973, 18 en 1974, 17 en 1975 et 16 en 1976.

2° Résultats.

1. — L'examen de la *figure 2* concernant l'évolution saisonnière du nombre de fourmis parasitées accrochées révèle d'importantes variations d'une année à l'autre. Il n'est donc pas possible d'envisager l'hypothèse selon laquelle il y aurait des périodes d'infestation des fourmis bien déterminées. Cela se conçoit aisément : l'infestation des fourmis dépend effectivement de l'activité du mollusque vecteur (source de parasites) qui dépend elle-même des conditions climatiques (températures et précipitations principalement).

FIG. 2. — Variations saisonnières du nombre de fourmis parasitées accrochées au cours des années 1973 à 1976.

Cependant, l'existence répétée de pics de fourmis au printemps permet de penser, sinon d'affirmer, qu'une vague d'infestation des fourmis se reproduit annuellement à cette époque de l'année. C'est d'ailleurs à cette période, généralement même un peu avant, que s'effectue la reprise de l'activité des mollusques et fourmis qui sortent de l'hivernation.

2. — Le taux de fourmis infestées varie suivant les années : l'effectif maximum de fourmis parasitées accrochées s'élevait respectivement à 115 en 1973 (16 juin), 137 en 1974 (11 avril), 104 en 1975 (3 juillet) et 47 seulement en 1976 (16 juin). Il s'ensuit une infestation des ovins à un degré plus ou moins élevé en fonction des années.

III. - Action de quelques facteurs climatiques sur les variations saisonnières du nombre de fourmis parasitées accrochées

L'influence des facteurs climatiques (ensoleillement, température, humidité atmosphérique, celle du sol, précipitations, etc.) sur le développement des parasites et en particulier des Helminthes est désormais bien admise (Euzéby, 1972 ; Leimbacher, 1973 ; Ollerenshaw et Smith, 1969).

Dans notre étude nous avons plus particulièrement apprécié les effets de la température et ceux de la pluviométrie. La *figure 3* regroupe les données fournies par les différents relevés hebdomadaires effectués au cours des années 1973, 1974, 1975 et 1976.

Les courbes représentatives du pourcentage de fourmis accrochées sont affectées d'importantes fluctuations. Ces variations sont annuelles mais aussi saisonnières. On peut ainsi voir, au cours d'une même année, se succéder plusieurs pics suivis de chutes, parfois la présence de paliers. Les facteurs climatiques sont semble-t-il responsables de cette succession de maxima et minima de fourmis parasitées.

1° Apparition et augmentation du nombre de fourmis parasitées.

a) Au cours des 4 années les premières fourmis parasitées sont apparues au début du printemps (mars-avril). Cette manifestation est dans quelques cas le résultat d'une infestation de fin d'été ou d'automne de l'année précédente ; l'apparition des individus parasités correspond alors à la reprise de l'activité de la fourmilière. Mais ce phénomène a surtout pour origine l'infestation de printemps de la même année ; les fourmis parasitées accrochées se manifestent alors 1 mois à 1 mois 1/2 après la fin de l'hivernation.

L'époque où celles-ci apparaissent est évidemment fonction des conditions climatiques qui déterminent la fin de l'hivernation. Ce sont ces mêmes facteurs climatiques qui règlent l'activité des mollusques, seule source infestante pour les fourmis.

FIG. 3. — Effet de la température et pluviométrie sur les variations du nombre de fourmis parasitées accrochées.
 % de fourmis accrochées ———. P. = précipitations en mm ———. T°C = températures en degrés Celsius

b) Les variations d'effectifs des fourmis accrochées reproduisent assez fidèlement les fluctuations sans périodicité fixe de la pluviométrie. Un accroissement des précipitations est suivi d'une augmentation des accrochages. Le décalage entre les 2 séries de pics est de 1 à 2 mois ; il résulte des opérations successives suivantes :

• reprise de l'activité des mollusques.	}	quelques heures
• rejet de « boules de mucus » ou pseudokystes par les mollusques parasités (dû à l'abaissement thermique).		à
quelques jours
• ingestion du parasite (boules de mucus) par les fourmis.	}	40 jours
• évolution du parasite jusqu'à la manifestation du comportement d'accrochage chez la fourmi.		environ

Cependant quelques réserves doivent être émises en ce qui concerne ce processus d'apparition et d'augmentation du nombre de fourmis accrochées en fonction de la pluviométrie :

1. — Les précipitations de fin d'été-début d'automne ne peuvent en principe se traduire par un pic bien net de fourmis. En effet, à cette époque, l'activité des fourmis régresse avec le début de l'hivernation et compte tenu de la durée du cycle parasitaire chez celles-ci, le phénomène d'accrochage ne pourra se manifester. Le cycle est alors transhivernant et se traduit au printemps suivant par l'apparition de fourmis parasitées dès la reprise de l'activité de la fourmilère.

2. — L'absence de pic de fourmis accrochées consécutif à de fortes précipitations en été peut s'expliquer par le fait que le comportement d'accrochage ne se manifesterait pas en raison des températures élevées (voir étude du comportement journalier, ci-dessous).

2° Diminution du nombre de fourmis accrochées.

Les courbes de pourcentages de fourmis accrochées montrent des diminutions plus ou moins rapides au cours de l'été. L'explication de ce phénomène semble pouvoir se trouver dans les 4 hypothèses suivantes :

1. — L'étude du comportement journalier (Badie et coll., 1973) a montré que les fourmis parasitées présentaient une activité totale lorsque la température de l'air se maintient au-dessus de 24°-26 °C. Or aux mois de juillet-août, époque à laquelle les températures sont maximales, on observe un minimum de fourmis accrochées. On peut donc penser que le phénomène d'accrochage ne se manifeste plus en raison des températures élevées.

2. — Les températures relativement basses, les gelées blanches de fin septembre-octobre (parfois également au début du printemps) tuent un grand nombre de fourmis parasitées ; celles-ci peuvent en effet, à cette époque, rester accrochées sur leur support végétal tout au long de la journée et ce durant plusieurs jours successifs.

Cette hypothèse ne peut toutefois s'appliquer aux diminutions observées en période estivale.

3. — Il faut envisager également l'idée selon laquelle le parasitisme abrègerait la vie des fourmis ; il s'ensuivrait une diminution du nombre de fourmis et de nouvelles infestations se traduiraient par de nouveaux pics dans le dénombrement.

4. — Enfin, l'hypothèse d'une diminution par mort naturelle n'est pas à négliger. Cependant nos données à ce sujet restent vagues. Selon F. Bernard (1968 et communication personnelle) les ouvrières ne vivraient pas plus de 6 mois, même, plus habituellement 3 ou 4 mois.

En résumé, on constate que les facteurs climatiques (précipitations, température) ont une action déterminante dans le déroulement du cycle du parasite. Ils interviennent directement sur l'éthologie des mollusques et fourmis hôtes intermédiaires. La synthèse entre les données écologiques que nous venons de décrire et les facteurs climatiques qui les conditionnent doit permettre d'envisager de façon pratique les prévisions.

IV. - Discussion et possibilités de prévisions

Notre objectif, à travers ce travail, a pour but une meilleure protection sanitaire du cheptel ovin par utilisation des données écologiques et climatiques. Pour atteindre cette finalité nous avons établi un calendrier de distribution saisonnière des différentes étapes du cycle évolutif de *Dicrocoelium lanceolatum* en Limousin (fig. 4). Ce calendrier résume les observations recueillies durant 4 années consécutives (1973-1976).

Les données fournies par la figure 4 sur l'évolution du cycle portent à la fois sur les hôtes intermédiaires et l'hôte définitif.

1° Infestation des mollusques.

Les mollusques s'infestent en ingérant les excréments d'animaux parasités. La période d'infestation va de la fin de l'hivernation avec la reprise de l'activité (1^{er}-31 mars) jusqu'au début de l'hivernation suivante (21 nov.-16 déc.), mais elle peut être interrompue en été par un état de quiescence du mollusque dont la durée est liée à l'absence de précipitations et au degré hygrométrique bas.

2° Infestation des fourmis.

Elle est réalisée par l'ingestion de « boules de mucus » ou pseudokystes rejetées par les mollusques parasités. Les cercaires vont alors poursuivre leur évolution jusqu'au stade métacercaire.

FIG. 4. — Calendrier de distribution saisonnière des différentes étapes du cycle évolutif de *Dicrocælium lanceolatum* en Limousin de 1973 à 1976. (Les éléments de phases figurés en trait continu correspondent à des observations communes aux quatre années d'étude ; ceux en pointillé indiquent les dates limites des fluctuations annuelles.)

La période d'infestation des fourmis (1^{er}-31 mars ; 18 sept.-8 nov.) est liée à la période de vie active des mollusques.

3° Fourmis infestantes.

Cette expression qualifie les fourmis infestées et accrochées sur un support végétal.

Sur le terrain, nous avons observé des fourmis infestantes dès le début du mois de mars (3 mars-17 avril) jusqu'à début novembre (17 oct.-6 nov.). En fait, on peut en rencontrer dès que les fourmis reprennent de l'activité (début février) et sans

attendre la fin de l'hivernation des mollusques (début mars) puisque certaines ont été infestées avant l'hiver (cycle transhivernant) ; cette zone est représentée sur la *figure 4* par des croix. Lorsqu'il n'y a pas eu d'infestation avant l'hiver, les premières fourmis infestantes résultent d'une infestation de printemps ; mais leur apparition demande un délai de 1 mois à 1 mois 1/2 après la reprise de l'activité des mollusques, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut. Dans ces conditions, l'infestation de printemps n'a d'effet qu'au mois d'avril mais comme elle est très supérieure à ce qui peut persister de l'infestation antérieure d'automne, le nombre de fourmis accrochées croît très rapidement à ce moment.

4° Infestation des ovins.

Elle se fait au pâturage par la consommation de fourmis accrochées (3 mars-17 avril ; 17 oct.-6 nov.). Elle peut se faire aussi en bergerie lorsque de l'herbe coupée le matin ou le soir, dans un lieu contaminé, est donnée aux animaux ; en effet, malgré le transport, les fourmis restent accrochées au fourrage.

Le nombre de kystes métacercariens, chez une Fourmi, peut varier dans des proportions importantes ; il peut atteindre 2 à 300.

L'examen des différentes phases du cycle et leur situation dans le temps permet désormais de mieux cerner le problème des infestations.

Au cours de cette étude, nous avons mis en évidence le rôle important des facteurs climatiques (pluviométrie, température) sur le cycle biologique du parasite établi d'après nos données de terrain. Ceux-ci, en effet, conditionnent l'infestation des mollusques, puis indirectement des fourmis et enfin des ovins. De cette manière, dans les conditions les plus favorables pour le parasite, l'accomplissement du cycle sera réalisé en 6 à 7 mois environ :

- phase parasitaire chez le mollusque (cercaires) : 3 mois (3 à 5 mois selon les espèces) ;
- phase parasitaire chez la Fourmi (métacercaires) : 1 à 2 mois ;
- phase parasitaire chez le Mouton (parasite adulte) : 1 mois 1/2 à 2 mois.

La détermination des périodes et des conditions d'apparition des fourmis parasitées au cours des saisons est d'un intérêt primordial ; c'est, en effet, dans le cycle du parasite, une phase essentielle puisqu'elle assure l'infestation de l'hôte définitif.

De telles données constituent des possibilités de prévision : ainsi, sachant qu'une infestation massive s'est produite à une époque précise (présence de nombreuses fourmis parasitées) et qu'il faut environ 2 mois au parasite pour devenir adulte, on déterminera le moment le plus opportun pour administrer des anthelminthiques aux animaux.

L'utilisation d'une telle méthode de prévision du risque de dicroccélioze basée sur l'évolution des courbes représentatives du nombre de fourmis accrochées peut être faite sans trop de difficultés. Malgré tout, une étude parallèle des paramètres

pluviométrie et température peut fournir des indications intéressantes. Cela est d'autant plus vrai que ces trois éléments sont complémentaires.

Le nombre et la date des traitements nécessaires pour enrayer l'infestation peut varier suivant les années. Il faut également tenir compte de la nature de l'anthelminthique utilisé selon qu'il agit préférentiellement sur des douves immatures ou adultes ou indifféremment sur les deux à la fois.

L'infestation de l'hôte définitif dépendant indirectement des conditions climatiques, les prévisions ainsi établies ne sont valables qu'à court terme. Il s'avère effectivement impossible de prévoir avec précision pour plusieurs années le déroulement des infestations. Certes il existe un schéma directeur, mais d'une année à l'autre on observe des fluctuations aussi bien dans les périodes que dans le taux d'infestation. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre cette méthode de prévision au début de chaque année.

Ces résultats valables pour notre région devraient très certainement subir quelques ajustements dans des régions où les données climatiques sont différentes.

D'une manière générale nous pouvons faire les remarques suivantes :

- la période d'infestation des animaux (ovins ou bovins) intervient de mai à octobre ;

- les manifestations cliniques de cette parasitose chez le Mouton apparaissent le plus souvent en automne et en hiver ;

- la période la plus favorable pour le traitement des ovins se situe en septembre-octobre-début novembre avec éventuellement nécessité d'un traitement au cours de l'été vers la mi-juillet en cas d'une forte infestation de printemps.

Il faut enfin signaler que certaines années sont plus favorables que d'autres au déroulement du cycle de *Dicrocoelium lanceolatum*. Ce sont celles où le printemps et l'été chauds et secs sont entrecoupés de précipitations. A cela deux raisons :

- les précipitations, de part l'élévation du degré hygrométrique et l'abaissement de la température, règlent l'activité du mollusque donc son infestation mais aussi le rejet par celui-ci du parasite (« boules de mucus ») ;

- la chaleur, appréciée par les fourmis, conditionne le travail de ces dernières en favorisant leur infestation lors de la recherche de la nourriture (par ingestion des « boules de mucus » rejetées par le mollusque).

Bibliographie

- Anokhin I. A. (1966) : Daily rhythm in ants infected with metacercariae of *Dicrocoelium lanceolatum*. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 166, 757-759.
- Badie A. (1973) : Recherches écologiques sur les hôtes intermédiaires de la petite douve en Limousin, D.E.S., Limoges, U.E.R. des Sciences.
- Badie A. (1975) : Cycle annuel d'activité des fourmis parasitées par les métacercaires de *Dicrocoelium lanceolatum* (Rudolphi, 1803). Ann. Rech. vet., 6, 259-264.

- Badie A. (1977): Contribution à l'étude du cycle biologique de *Cionella lubrica* Müller, hôte intermédiaire de *Dicrocoelium lanceolatum* (Rudolphi, 1803) en Limousin. *Ann. Parasitol. hum. comp.*, 52, 141-150.
- Badie A., Vincent M., Morel C. et Rondelaud D. (1973): Cycle de *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) en Limousin. Ethologie des fourmis parasitées par les métacercaries. *C.R. Soc. Biol.*, 167, 725-727.
- Bernard F. (1968): Les fourmis (*Hymenoptera, Formicidae*) d'Europe occidentale et septentrionale, T. 3, Masson, édit., Paris, 416 p.
- Euzéby J. (1972): Climatologie et helminthoses. *Revue Med. vet.*, 123, 637-655.
- Krull W. H. et Mapes C. R. (1952): Studies on the biology of *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819) Loos 1899 (Trematoda: Dicrocoeliidae), including its relation to the intermediate host, *Cionella lubrica* (Müller). VII. The second intermediate host of *Dicrocoelium dendriticum*. *Cornell vet.*, 42, 603-604.
- Krull W. H. et Mapes C. R. (1953): IX. Notes on the cyst, metacercaria, and infection in the ant *Formica fusca*. *Cornell vet.*, 43, 389-410.
- Leimbacher F. (1973): Etude de l'effet de quelques facteurs climatiques sur l'évolution épizootique de *Fasciola hepatica*, leur utilisation pour la mise au point d'une méthode de la prévision de l'incidence de la fasciolose en France. *Halictis*, 3, 43-55.
- Ollerenshaw C. B. et Smith L. P. (1969): Meteorological factors and forecasts of helminthic disease. *Adv. in Parasit.*, 7, 283-323.
-