

Abdomen. — Not arched and more slender than in *conformis* FREY. It is blackish with reddish yellow pollinosity, yellow gold hairs and sparse black hairs, reddish yellow sidemarkings on tergites 1 to 3, posterior edge of tergites yellow with yellow gold hairs. Tergite I with yellow hairs only, some black hairs on the lateral sidemarkings.

Venter blackish with dense reddish yellow pollinosity, dense yellow gold hairs; sternites 1 to 3 reddish yellow laterally, posterior edge of all sternites yellow. Sternites I and II with black middle longitudinal stripe which is less pronounced on other sternites.

Genitalia of type IV (LECLERCQ, 1966, fig. 177), similar to those of *conformis* FREY. Cerci (lamelle anale) more or less quadrangular with lateral edges rounded, anterior gonopophyse without median notch.

Wings. — Hyaline, costal cell yellow, no recurrent veinlet, venation brownish.

Length. — Wings: 13 mm. Body (from tip of antennae to tip of abdomen): 18 mm.

Type ♀ from Germany: Grafenwöhr (Hoch Franken) 24.VI. 1965 deposited in the collections of Dr. Marcel LECLERCQ, rue Malvoz, 41, Beyne-Heusay (Lg) Belgium.

REFERENCE

LECLERCQ M., 1966. — Révision systématique et biogéographique des Tabanidae (Diptera) paléarctiques, vol. II. Tabaninae. *Mém. Inst. Roy. Sci. nat. Belg.*, sous-*presse*.

E 7.000



BULLETIN & ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ ROYALE D'ENTOMOLOGIE
DE BELGIQUE

Association sans but lucratif, fondée le 9 avril 1855

Publié avec le concours du Ministère de l'Education Nationale et de la Culture
et de la Fondation Universitaire de Belgique

DIPLOPODES BELGES:
POSITION SYSTEMATIQUE ET BIOTOPES*

par R. BRENY ** et J. BIernaux ***

INTRODUCTION

Très peu de travaux de recherches ont été consacrés à l'étude du développement et du comportement des Diplopodes. Jusqu'en ces derniers temps, la plupart de nos connaissances sur l'économie de ces animaux étaient dues à quelques systématiciens et à un petit nombre de naturalistes. Il est assez étonnant de constater que ces arthropodes n'ont pas donné lieu à un plus grand nombre de publications alors que leurs structures internes et externes sont si particulières, leur reproduction et leur croissance si spéciales et leurs modes de vie si diversifiés. Rares également sont les recher-

* Communication présentée à l'Assemblée générale de la Société Royale d'Entomologie de Belgique du 9 janvier 1966.

** Chaire de Zoologie et d'Entomologie appliquées (région tempérées et tropicales) de la Faculté des Sciences agronomiques de l'État à Gembloux.

*** Centre de Recherche Zoologiques appliquées (CEZOO), Section Gembloux, subsidié par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.).

ches tendant à montrer les relations étroites pouvant exister entre la végétation, le sol et ces arthropodes. On doit en outre se convaincre du point de vue économique de ce que les mille-pattes phytophages peuvent être de grands destructeurs de plantes surtout lorsqu'ils habitent ou fréquentent des milieux hypogés.

Sans doute faut-il reconnaître qu'il n'est pas toujours facile de découvrir, d'observer et à fortiori de soumettre à l'expérimentation les représentants de la plupart des espèces ; chacune d'elles est fréquemment inféodée à des habitats particuliers où l'ambiance climatique doit être convenable et l'aliment approprié.

Après avoir effleuré la position systématique des myriapodes en général et défini plus nettement celle des Diplopodes, il s'agira, dans ce travail, d'écologie, de croissance et de comportement appliqués à six espèces de Diplopodes belges, spécialement étudiés par nos soins. Nous pensons ainsi présenter quelques données nouvelles et surtout éveiller l'attention sur ce monde des mille-pattes, combien curieux et attrayant.

CHAPITRE I

Position systématique des myriapodes

Les myriapodes (du grec *myrios* : dix milles, et *pous-podos* : pied sont des animaux dénommés familièrement « mille-pattes » en langue française, « *millioenpoten* » et « *duizenpoten* » en néerlandais, « *tausendfüßlern* » en allemand, « *millipedes* » et « *centipedes* » en anglo-saxon. C'est évidemment ce dernier nombre, cent, qui se rapproche le plus de la réalité, bien que certains d'entre eux, les *Glomeris* par exemple, ne possèdent que 17 ou 19 paires de pattes à l'état adulte, d'autres, moins encore.

Arthropodes antennifères et mandibulés comme les insectes, ils sont caractérisés par la présence d'un nombre de segments généralement très élevé.

Le corps d'un myriapode n'est pas divisé en parties bien distinctes et généralement, la tête est la seule région individualisée ; celle-ci est formée par la fusion de plusieurs métamères.

Les systèmes nerveux et circulatoire — ce dernier quand il existe — sont métamérisés ; ils s'étendent tout le long du corps et ont beaucoup d'affinité avec ceux des insectes.

L'intestin est, dans la plupart des cas, un tube droit divisé en trois parties : œsophage, intestin moyen et intestin postérieur ; ce dernier finit par un anus terminal situé à l'extrémité même du dernier segment.

La respiration s'effectue par des trachées qui peuvent être ramifiées.

L'appareil excréteur est exclusivement ou principalement formé de deux tubes de Malpighi.

Enfin, les organes génitaux sont composés d'un ou de deux ovaires ou testicules situés en-dessous ou au-dessus de l'intestin. Tous les myriapodes sont ovipares.

D'après SCHUBART (56), le nombre total d'espèces vivantes serait de 27.000 environ.

1. Divisions taxonomiques des myriapodes

Les myriapodes comprennent les groupes taxonomiques suivants :

- Chilopodes.
- Symphiles.
- Pauropodes.
- Diplopodes.

1. Les Chilopodes.

Les Chilopodes ont la première paire de pattes transformée en crochets à venin (forcipules). L'orifice génital s'ouvre à l'extérieur sur l'avant-dernier segment du corps*.

Ils ne sont porteurs que d'une seule paire de pattes par segment, dont l'insertion est typiquement latérale. Leur corps est de longueur variable suivant les espèces ; il peut atteindre de 7 à 200 mm. La tête et le corps sont aplatis dorso-ventralement.

Ils sont carnivores. Leurs forcipules renferment une glande à venin très actif, agissant sur les centres nerveux de la victime.

Lucifuges, les Chilopodes vivent sous les pierres, les écorces,

* Les autres groupes (Symphiles, Pauropodes, Diplopodes) n'ont pas de forcipules ; leurs orifices génitaux débouchent dans les premiers segments du corps.

les mousses, dans la terre (généralement dans la couche supérieure de celle-ci).

C'est parmi les Chilopodes que se situent : les Scolopendres, les Lithobies, les Scutigères et les Géophiles.

Au point de vue éthologique, on peut signaler, suivant BROLEMANN (19), qu'il s'agit d'êtres craintifs, difficilement observables. Ils se nourrissent ordinairement de proies vivantes telles que vers, larves diverses et, en général, animaux à téguments peu résistants.

2. *Les Symphiles.*

Les Symphiles ont un corps grêle à téguments mous, ne dépassant pas 8 mm de longueur. Leur coloration est blanche, opaque ou à peine teintée. Ils ont onze segments pédifères et sont pourvus de longues antennes simples, insérées latéralement ; celles-ci sont très écartées l'une de l'autre.

Ils recherchent les milieux humides, le dessous des pierres. On les trouve en forêts, dans les jardins, les mousses ou parmi les feuilles mortes. Ils sont aveugles et ne fréquentent que les endroits obscurs. Ce sont apparemment les plus primitifs des myriapodes.

On n'en connaît actuellement qu'une soixantaine d'espèces dont les plus communs sont les Scutigerelles qui peuvent être relativement abondants dans les cultures et spécialement les jardins.

3. *Les Pauropodes.*

Les Pauropodes sont les plus petits des myriapodes, ne dépassant guère 2 mm. Ils ont également les téguments mous mais leurs antennes sont triramées. Ils ne possèdent généralement que 12 segments post-céphaliques dont 9 seulement portent une seule paire de pattes, d'où leur nom de Pauropodes.

Les représentants de ce groupe n'ont pas d'appareil respiratoire ; la respiration est uniquement cutanée.

Comme les précédents, ils sont aveugles, lucifuges et de couleur blanchâtre.

Ils vivent cachés dans les endroits humides, sous les branches mortes, les pierres, dans les feuilles en décomposition, dans le sol à quelques centimètres de profondeur. Ils se nourrissent de débris animaux et végétaux.

4. *Les Diplopodes.*

Les Diplopodes* ont des caractéristiques anatomiques qui nous sont fournies par BROLEMANN (19) : ils ont un corps cylindrique avec ou sans épanouissements latéraux, ou bien plus ou moins déprimé ; ils ont généralement des téguments rigides, imprégnés de sels calcaires. Leur corps est composé de segments bien apparents, en nombre très variable, de 11 à plus de 100. Ajoutons encore que la plupart des segments du corps sont « doubles » et portent deux paires de pattes** insérées ventralement.

2. Division taxonomique des Diplopodes

La classification des Diplopodes varie quelque peu suivant les différents auteurs. Nous adopterons le schéma général représenté par le tableau I que nous avons établi en nous inspirant de la classification de SCHUBART (55). Il n'y est fait mention que des familles, genres et espèces qui ont présentement des représentants connus en Belgique, à l'exclusion cependant des espèces fossiles. Nous nous sommes efforcés de faire figurer, en dessous de chaque groupe, leurs caractéristiques les plus frappantes.

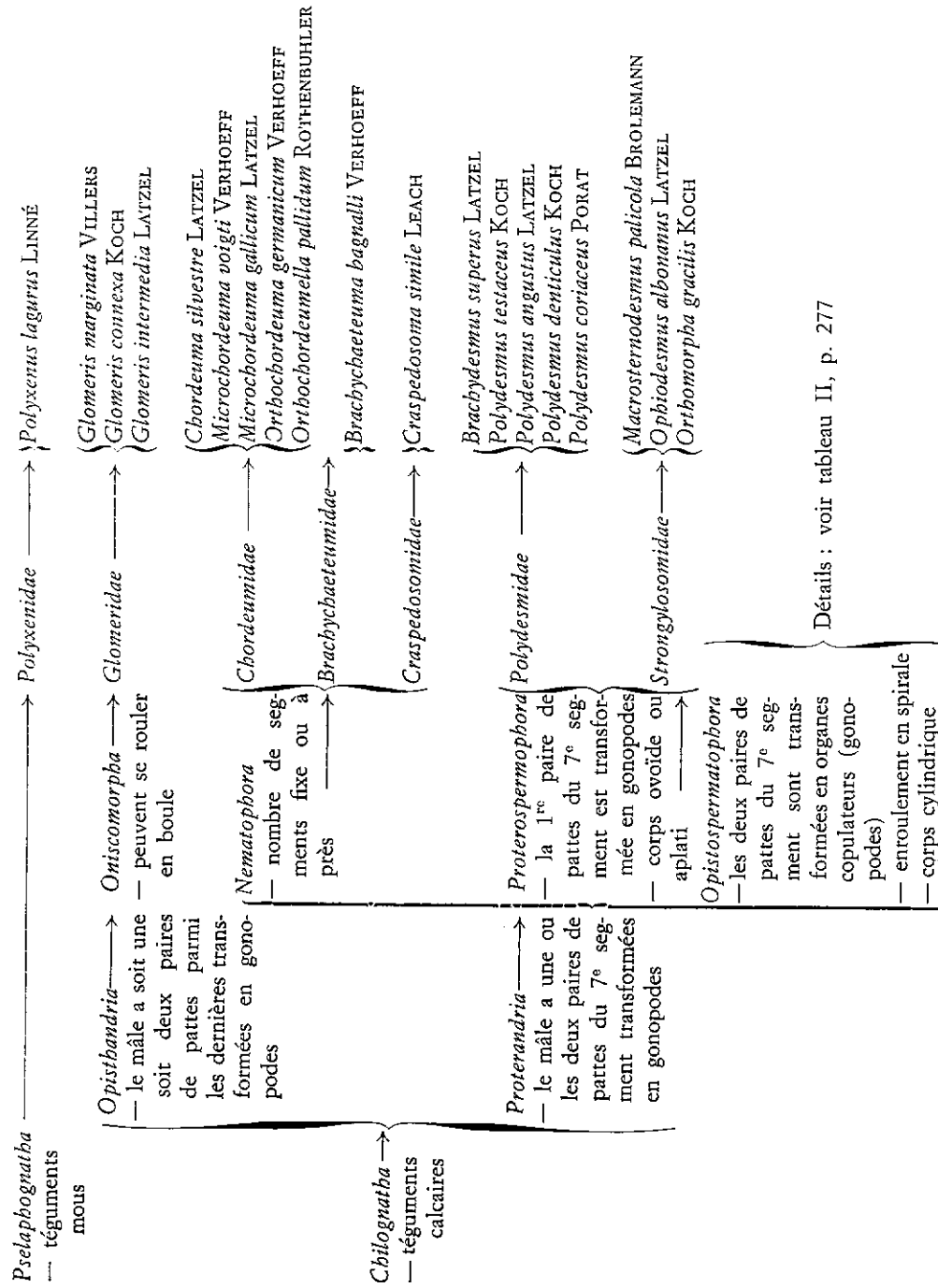
Les représentants du groupe des *Opistospermatophora*, peuvent également être dénommés « Iules »*** ; ce sont ces espèces que nous avons plus spécialement étudiées. Ils ont le corps cylindrique ;

* C'est parmi eux que se trouvent toutes les espèces que nous avons plus spécialement étudiées ; nous avons donc cru utile de les examiner d'une façon plus approfondie et nous leur avons consacré le paragraphe suivant.

** D'où le nom de *Diplopodes*, du grec « diploos » : double, et « pouspodos » : pied. Dans ce groupe, les segments se sont fusionnés deux à deux au cours des temps. Dans chacun de ces « diplosegments » ou « diplosomites », on peut encore retrouver comme témoin de cette fusion deux paires de ganglions nerveux et deux paires d'ostioles le long du cœur. Notons ici que si le double segment apparaît de façon apparente chez les seuls *Diplopodes*, il existe de façon latente chez tous les autres Myriapodes, qu'ils soient *Symphiles*, *Pauropodes* ou *Chilopodes* ; ce propos est confirmé par DEMANGE (25) qui écrit : « L'étude de la musculature des *Pauropodes* (TIEGS, 1947), des *Chilopodes* (VERHOEFF, 1902-1925, BEKKER, 1949), des *Symphiles* (RAVOUX, 1959) et du développement larvaire démontre que la condition diplopodienne n'est pas particulière aux seuls Diplopodes mais se retrouve, au moins dorsalement, chez tous les Myriapodes (RAVOUX, 1959). »

*** DEMANGE applique le terme « Iules » à tous les *Chilognathes*.

TABLEAU I. — Classification des Diplopodes Belges



leurs anneaux sont formés par l'ensemble des pleurites, sternites et tergites soudés entre-eux ; le nombre des segments est toujours supérieur à 30 à l'état adulte, mais il peut aller jusqu'à 100 et plus suivant l'espèce en cause. La partie antérieure de chaque anneau ou prozonite est lisse ; elle coulisse à l'intérieur de la partie postérieure du segment précédent ou métazonite. Celui-ci porte toujours extérieurement des sillons longitudinaux. A partir du 5° ou du 6° segment, on peut observer chez la plupart des représentants de ce groupe, semble-t-il, la présence dans les flancs de l'animal, de deux glandes odorifères pouvant sécréter des venins volatils du type p-benzoquinonique. Ces glandes visibles par transparence*, peuvent avoir des couleurs différentes suivant les espèces : noires, brunes, grises, rouges, orangées, jaunes ; elles sont en relation avec l'extérieur par un canal déférent se terminant par un pore de forme circulaire relativement bien visible latéralement, à la limite entre le prozonite et le métazonite ou tout au plus, à proximité de celle-ci.

Chez les Diplopodes, les deux paires de pattes du 7° segment (donc les 9° et 10° paires) des mâles sexuellement mûrs, se sont transformées en gonopodes et peltogonopodes (ensemble souvent dénommés « gonopodes »)**. La forme de ceux-ci est relativement complexe et variée, mais elle est fixe pour chaque espèce***. La

* Il est des espèces chez qui elles ne sont plus visibles par transparence à partir des stades âgés, du fait de la mélanisation des téguments. Ces glandes existent également chez certains représentants du groupe des *Proterospermophora* et des *Nematophora*.

** A ce sujet DEMANGE (25) écrit : « A un certain stade, d'une mue à l'autre, les pattes en question disparaissent chez le mâle pour faire place à des bourgeons informés, ébauches des futurs gonopodes. C'est le réveil sexuel apparent qui n'est pas le même semble-t-il, pour toutes les espèces. Au cours des mues suivantes, les bourgeons se développent mais ne deviennent gonopodes qu'à la dernière. Au cours de la croissance, la patte 9 ambulatoire (*Spirostreptoidea*) s'atrophie et disparaît (BROLEMANN). Cette disparition n'est pas complète mais il se passerait au contraire un phénomène important au cours de la croissance qui donnerait à ces éléments pédifères une destinée gonopodiale ou paragonopodiale. La présence de certains muscles caractéristiques semble le prouver. Les pattes 9 (*Spirostreptidae*) retraceraient à un rythme très accéléré les transformations qu'elles ont subies au cours des temps et donneraient des indications sur la métamorphose des pattes ambulatoires en pattes copulatrices ».

*** Lors de l'accouplement, le mâle arque la partie antérieure de son corps

différenciation taxonomique est principalement et très logiquement d'ailleurs basée sur ces formations particulières.

Le développement des iules est caractérisé par le fait que la plupart des auteurs appellent l'*anamorphose* : lors de chaque mue, l'animal acquiert un nombre de segments supplémentaires pouvant aller de deux (parfois 1) à 6 ou 7 (peut-être plus). Ce nombre peut varier suivant les espèces, le stade de développement, et même les individus. L'étude de l'*anamorphose*, à laquelle nous nous sommes attachés plus spécialement, pourrait servir de canevas à certaines recherches biologiques, comme l'établissement du cycle de développement*.

3. Division taxonomique des Opistospermatophora

SCHUBART (55) cite 3 familles seulement pour ce groupe : les *Blaniulidae*, les *Iulidae* et les *Pteridoiulidae*.

Seules, les deux premières sont représentées dans notre pays. Le tableau II énumère les espèces connues à ce jour en Belgique (suivant I. DE QUEKER); y figurent celles que nous avons pu personnellement rencontrer ou étudier.

Les *Blaniulidae* peuvent se différencier des *Iulidae* par les caractères anatomiques suivants :

— Les sillons longitudinaux que l'on rencontre sur les méta-zonites s'arrêtent à mi-hauteur du corps chez les *Blaniulidae* alors qu'on peut les observer sur l'entièreté des anneaux chez les *Iulidae*.

de façon à ce que le 2^e segment vienne en contact avec le 7^e. Il prélève au moyen des gonopodes et peltogonopodes le sperme provenant des spermiductes; ceux-ci aboutissent évidemment dans le pénis lui-même qui est implanté dans les hanches des pattes du 2^e segment; la liqueur spermatique est ensuite introduite dans les orifices génitaux de la femelle situés eux aussi en arrière du 2^e segment.

* Fox R.M. et Fox J.W. (30) font savoir que l'*anamorphose* se rencontre aussi chez les *Trilobita*, les *Crustacea*, les *Merostomata* et chez deux familles de Chilopodes. Il ne nous semble pas cependant que chez ces groupes, ce type de développement soit aussi spectaculaire que chez les Diplopodes.

Par contre, chez les animaux se développant par *épimorphose*, le nombre de segments reste constant au cours de toute la croissance post-embryonnaire.

TABEAU II

Opistospermatophora : espèces représentées en Belgique (suivant I. DE QUEKER) (26, 27)

Opistospermatophora	
Fam. <i>Blaniulidae</i>	<i>Isobates varicornis</i> KOCH <i>Proteroiulus fuscus</i> STEIN* <i>Cboneiulus palmatus</i> NEMEC* <i>Nopoiulus venustus</i> MEINERT <i>Archiboreoiulus pallidus</i> BRADE-BIRK* <i>Boreoiulus tenuis</i> BIGLER* <i>Blaniulus guttulatus</i> BOSCH*
Fam. <i>Iulidae</i>	<i>Cylindroiulus vulnerarius</i> BERLESE* <i>Cylindroiulus nitidus</i> VERHOEFF* <i>Cylindroiulus teutonicus</i> POCOCC* <i>Cylindroiulus silvarum</i> MEINERT* <i>Cylindroiulus truncorum</i> SILVESTRI <i>Cylindroiulus parisiensis</i> BROL. + VERH <i>Cylindroiulus frisius</i> VERHOEFF* <i>Iulus scandinavicus</i> LATZEL* <i>Leptoiulus belgicus</i> LATZEL* <i>Leptoiulus vanoeyi</i> DE QUEKER <i>Brachyulus littoralis</i> VERHOEFF* <i>Schizopbyllum sabulosum</i> LINNÉ* <i>Schizopbyllum rutilans</i> KOCH <i>Tachypodoiulus albipes</i> KOCH*

* Iules que nous avons personnellement rencontrés en Belgique

— Chez les *Iulidae*, les peltogonopodes et gonopodes sont normalement invaginés dans un repli épidermique formant poche à l'intérieur du corps ; ils ne sont donc pas, en dehors des périodes de mue et d'accouplement, visibles extérieurement. Chez les *Blaniulidae* adultes, ils sont toujours visibles.

— Les *Blaniulidae* sont plus petits, plus grêles, plus frêles également, plus agiles et habituellement plus rapides que les *Iulidae*. Ils sont aussi de couleur généralement plus claire : blanchâtre, jaunâtre, souvent opaque ou brun clair.

— Chez les *Iulidae*, la capsule céphalique porte sur le côté, en avant du point d'insertion des antennes, des ocelles groupés en un champ plus ou moins triangulaire. Chez les *Blaniulidae*, c'est le plus souvent une ligne simple s'élargissant vers l'arrière. Les champs ocellaires peuvent cependant manquer chez certaines espèces appartenant aux deux familles (cas plus fréquent chez les *Blaniulidae*).

— Certains caractères secondaires sont le propre des mâles sexuellement mûrs* :

1. Les joues, formées par les cardos et les stipes mandibulaires, sont prolongées vers le bas par deux protubérances qui se rejoignent presque et présentent en vue latérale, l'aspect d'un « bec de perroquet » ou de « mors d'une tenaille ».

2. Les pattes de la première paire ne sont plus ambulatoires : elles sont transformées en deux petits crochets ; le nombre des articles qui est normalement de 7 est fortement réduit ; le plus souvent, il n'y en a d'ailleurs plus qu'un seul.

3. En arrière des pattes de la deuxième paire et rattaché à leur base, se trouve le pénis ; c'est une sorte de manchon plus ou moins chitinisé, à conduit généralement unique mais pouvant cependant bifurquer à son extrémité distale, et dans lequel débouchent les spermiductes.

4. Ainsi que nous l'avons déjà signalé, les pattes du 7^e segment ont perdu, elles aussi, leur fonction ambulatoire ; elles se sont transformées en gonopodes et peltogonopodes.

* Tous ces caractères secondaires sont propres aux *Blaniulidae* ; seuls ceux décrits en 2, 3 et 4 sont communs aux *Blaniulidae* et aux *Iulidae*.

5. Les poils de certains articles des pattes, exception faite pour un certain nombre d'entre elles situées à l'avant et à l'arrière du corps, sont aplatis, transparents et hyalins : ils ont la forme de spatules.

— Signalons enfin une modification assez particulière, unique semble-t-il dans le monde animal et qu'on rencontre principalement chez les *Iulidae* : pour certaines espèces, on observe des mâles ayant des caractéristiques structurales intermédiaires entre l'état mûre et l'état immature : les pattes de la première paire n'ont plus les 7 articles habituels ; ils n'ont plus également la forme de crochets ; en outre, le pénis ne s'ouvre plus à l'extérieur et l'ensemble gonopodes-peltogonopodes est devenu peu développé et non fonctionnel ; un tel mâle est ainsi incapable de féconder*. On a constaté que ces bêtes peuvent, après une nouvelle mue, redevenir matures, c'est-à-dire à nouveau aptes à la reproduction. Cette succession — mâle adulte — mâle intermédiaire est appelée par VERHOEFF et par d'autres, *périodomorphose***.

CHAPITRE II

Description des principaux biotopes ou furent rencontrés les iules étudiés

Les iules que nous avons observés — comme tous les iules semble-t-il — mènent une vie hypogée quoique plusieurs espèces puissent, en certaines circonstances, se déplacer ou se nourrir en

* L'allemand VERHOEFF (63) qualifie cet individu de « schalt », l'anglais BLOWER (14) de « intercalary », le français SAHLI (49) et d'autres l'appellent « intercalaire ».

** A ce propos, BROLEMANN (20) écrit : « ... la croissance de nos *Iulidae* a été condensée au cours des siècles par la tachygenèse et bien des particularités de croissance, dénaturées ou éliminées par la contraction, nous échappent aujourd'hui ... Une preuve est fournie par VERHOEFF qui a découvert chez *Tachypodoiulus niger* LEACH., alias : *albipes* KOCH, un processus très rare : la périodomorphose. L'adulte, sa fonction de procréateur remplie, mue, entre en diapause, puis, à nouveau, redevient adulte et apte à se reproduire ; cette alternative se reproduit jusqu'à trois fois ... nous considérons cette particularité comme un reliquat de modes de croissance ancestraux, sorte de résurgence en quelque sorte, qui se produit dans des conditions déterminées ... ».

surface. L'étude de la composition des sols et des facteurs qui influencent leurs caractéristiques physiques et chimiques, revêt donc tout naturellement une importance primordiale pour la connaissance de l'écologie et de l'éthologie de ces myriapodes.

Nous nous sommes efforcés de fournir pour chaque milieu envisagé ci-dessous, les données que nous jugeons essentielles sur le sol et sur son couvert végétal (quand il existe) ; on observe en effet toujours une étroite dépendance entre le sol lui-même et la strate qui le couvre ; l'un et l'autre agissent directement et indirectement sur la présence et le comportement des iules.

Nous basant sur le type de terrain et sur son utilisation (culture, jardin, boisement, friche), nous avons classé les différents milieux en trois biotopes :

- Terres limoneuses de culture* (caractéristiques de la Hesbaye).
- Terres de jardin (dans la même région limoneuse).
- Sols filtrants.

1. Terres limoneuses de culture

1. Terres de culture en région de Gembloux.

Deux endroits furent principalement prospectés :

1° A Bossières-Mazy, dans une région que l'on peut considérer comme approchant de la limite méridionale du paysage limoneux de la Hesbaye gembloutoise, en bordure du sillon de la Sambre.

2° A Gembloux même au lieu-dit « Petit Vet », à relief un peu moins accentué qu'à Bossières.

Dans chaque cas, les sols sont profonds et composés de limons loessiques, non calcarifères, appartenant au quaternaire supérieur.

Dans les terres prospectées à Bossières-Mazy, la composition granulométrique du loess non altéré comprend** pour la fraction

* Pour la texture des sols, nous avons adopté la classification du « Centre de Cartographie des Sols de Belgique ». Nous entendons donc par terres limoneuses, un sol pour lequel la fraction limoneuse (comprenant les particules ayant des diamètres compris entre 2 et 50 μ), représente le % le plus important (entre 62,5 et 100 %). Le reste comprend la fraction argileuse (moins de 2 μ) qui est inférieure à 30 %, la fraction sableuse (de 50 μ à 2 mm) qui est inférieure à 15 % et la fraction caillouteuse (plus de 2 mm) pouvant varier entre 0 et 15 %.

** Suivant PECROT et REMY (41).

argileuse : 15 % de particules, pour la fraction limoneuse : 75 %, le reste étant du sable.

Du point de vue agricole, on peut estimer que ces sols ont une économie en eau très favorable, tant pour le drainage que pour la rétention de l'eau. Les colloïdes argileux et humiques assurent une capacité de sorption suffisante. La structure bien développée et stable ainsi que la bonne perméabilité favorisent l'aération, permettant un enracinement profond. Le pH est élevé : 6 à 7. Ce sont donc des terres d'excellente qualité, à haute productivité, convenant remarquablement à la culture du froment et de la betterave. On y cultive aussi l'avoine, l'escourgeon, l'orge. Ces sols sont soumis à toutes les façons culturales propres à ces spéculations : labours, hersages, fumures, désinsectisations, désherbages mécaniques et chimiques. De ce fait, les plantes adventices ont tendance à disparaître. En dehors des myriapodes et des espèces de petites dimensions telles que acariens et autres que nous n'avons pas observés, les organismes animaux vivant dans ces sols sont relativement rares. On y a rencontré quelques lombrics, des nématodes, quelques rares taupins, collemboles, et arachnides et un certain nombre de larves de diptères.

Au « Petit Vet » (Gembloux), la situation diffère quelque peu. Les observations ont été faites sur les flancs d'une très légère dépression secondaire. Les sols y sont formés de colluvions dont la composition granulométrique est fort proche de celle décrite ci-dessus. D'après HANOTIAUX (32), la fraction argile représente : 15 %, le limon : 81 % et le sable : 4 %. Il n'était pas rare de rencontrer lors des examens de sols, une nappe d'eau temporairement stagnante à partir de 60 cm de profondeur et justificatrice du phénomène de « Gley »* qui pouvait être observé à ce niveau. Ces sols sont donc normalement plus humides, surtout pendant la mauvaise saison. Leur valeur agricole est nettement moindre.

* Suivant HANOTIAUX (32), ce terme désigne « un état asphyxique se marquant principalement par la réduction des composants ferriques sous l'action de l'eau en présence de matières organiques. Le Gley se caractérise en outre par l'apparition de plages rougeâtres (réoxydation) dispersées sur un fond grisâtre (réduit) dans la zone de fluctuation de la nappe aquifère. Il dénote des conditions hydriques défavorables et un drainage nettement insuffisant ».

2. Terres de culture en région de Hannut.

Les terres étudiées sont situées à Crehen, Fallais, et Fumal, c'est-à-dire en région limoneuse, sur le plateau ondulé de la Moyenne-Belgique. Le paysage est agricole et typiquement hesbignon. Ce plateau est lui aussi recouvert d'un épais manteau limoneux d'origine quaternaire. A l'état non altéré, celui-ci est jaunâtre, calcaire. Les caractéristiques lithologiques et pédologiques sont semblables à celles décrites pour la région de Bossières-Mazy. Les rendements agricoles, même des cultures exigeantes (betteraves, froments), y sont excellents.

3. Terres de culture à Quévy-le-Grand.

Cette commune est située au S-W du Hainaut. Le paysage se présente sous l'aspect d'un plateau mollement ondulé, ayant pour substrat à l'endroit prospecté, des roches tendres crayeuses*. Les sols bruns, peu épais peuvent présenter par place des affleurements de craies formant des taches plus claires, très visibles parfois après les labours. Fortement calcaires et toujours très saturées en bases, ces terres limoneuses sont finement crayeuses, humifères, grumeleuses, de couleur brun grisâtre en surface, devenant brun jaunâtre en profondeur. Elles sont mélangées à une fraction caillouteuse consistant en petits morceaux de craies tendres s'effritant aisément sous les doigts. On n'observe pas de phénomène de gleyfication par suite d'un drainage suffisant qui peut même devenir excessif car le niveau supérieur de la nappe phréatique permanent se trouve souvent loin de la surface. Pour l'agriculteur, ces terres conviennent bien pour les cultures exigeantes mais moins bien pour les prairies.

2. Terres de jardin

1. Jardins potagers à Gembloux.

Ils ont été aménagés dans des limons hesbayens de remblais. On y a incorporé régulièrement fumier, purin, cendres et divers déchets ménagers. La variété des apports, l'irrégularité de leur répartition ainsi que la diversité de l'utilisation des sols (légumes,

* Pour les descriptions géologiques et pédologiques, nous nous sommes inspirés de HENRARD (33) qui a prospecté une région voisine.

fleurs, fruits, couches) en font un milieu très hétérogène, fort riche en matières minérales et azotées, s'éloignant assez bien, surtout du point de vue humus, du limon hesbayen primitif, caractéristique du sol de Bossières-Mazy et dans certaines mesures de celui du « Petit Vet ».

2. Jardin potager à Chastre.

Ce potager, se trouvant à Chastre, à quelques kilomètres au Nord de Gembloux, a lui aussi été établi sur un sol limoneux de remblais. Les apports y sont moins importants que dans les potagers de Gembloux ; il s'agit du potager d'une habitation construite il y a une dizaine d'années environ.

3. Jardin d'agrément à Champion.

Nous nous trouvons ici à quelques kilomètres au N-E de Namur, en bordure du plateau hesbayen. Le sol limoneux a subi, dans une mesure moindre cependant, certains remaniements lors du nivellement préalable à l'installation du jardin. De plus, certaines matières organiques et autres y ont été incorporées. Ainsi que nous le signalerons ultérieurement, des myriapodes ont été capturés dans des morceaux de bois se décomposant en surface du sol (également sous l'écorce d'un arbre mort sur pied).

3. Biotopes sur substrats filtrants

1. Vieux terril de charbonnage*.

Ce terril, sur lequel les déversements ont cessé il y a fort longtemps, est situé dans la région S-E du Hainaut, à proximité de la frontière française. Il n'a pas la forme classique du cône régulier que nous connaissons habituellement. Il est très étalé et couvre une grande superficie de terrain. Les rebuts de l'exploitation du charbon ont été déversés en plusieurs endroits de sorte que sa conformation est assez irrégulière et son aspect varié. De plus, diverses petites terrasses y ont été aménagées, ce qui a favorisé l'installation d'une flore et d'une faune relativement riches. Ce terril est presque entièrement couvert par une végétation ligneuse

* Il s'agit d'une région dont l'étude nous avait été demandée en 1962, à la suite d'une migration massive d'« Iules des sables ».

et herbacée qui constitue le stade pionnier de la colonisation forestière.

Les principales essences représentées sont :

— Dans la strate arborescente et arbustive : *Robinia pseudoacacia**, *Sambucus nigra*, *Betula sp.*, *Crataegus sp.*

— Dans la strate herbacée (qui ne couvre pas entièrement le sol) : *Rubus fruticosus*, *Sarothamnus scoparius*, *Gallium sp.*, *Urtica dioeca*, *Hedera helix*, *Agrostis tenuis* et autres graminées, diverses mousses.

Le sol est formé d'un cailloutis schisteux à éléments de grosseurs variées, en voie de décomposition en surface. Sur ce substrat et plus ou moins mélangé avec lui par endroits, nous trouvons une litière composée de feuilles tombées au cours des deux années précédentes (au moins) et d'autres détritiques ligneux : brindilles, branches mortes, écorces ; le tout en voie de décomposition assez lente qu'on pourrait qualifier d'assez sèche. L'épaisseur de cette litière peut varier de 0 à 5 cm et parfois plus lorsqu'il y a accumulation de matières organiques dans des creux, au pied des souches ou en d'autres endroits propices. Cette litière ainsi que la fine couche de sol sous-jacente, reposent sur des débris de schistes assez grossiers ; de ce fait, les eaux de pluie s'infiltrant rapidement en profondeur et la teneur en eau de la zone supérieure ne demeure élevée que très passagèrement. Il n'y a donc jamais d'eau persistante.

2. Sables de dunes maritimes fixées**.

La végétation de cet endroit, situé à Oostduinkerke, est en grande partie composée d'une essence caractéristique de l'association phytosociologique *Hippophaeto-Ligustretum* : *Hippophae rhamnoides* ; elle y est surtout accompagnée par *Salix arenaria* ; on y rencontre également quelques *Sambucus nigra*, *Betula sp.* et *Populus tremula*. Ces essences — du moins les deux premières citées — croissent généralement en fourrés épineux denses consti-

* *Robinia pseudoacacia* n'y est pas une essence spontanée ; les arbres ont dû être introduits dès la fin de l'utilisation du terril pour fixer le sol et le coloniser ; ils doivent avoir été recépés autrefois ou du moins exploités partiellement.

** Il s'agit de dunes côtières où, en 1961, on a constaté des migrations massives d'œufs des sables.

tuant des bouquets plus ou moins espacés et pouvant atteindre 3 ou 4 mètres de hauteur. Un endroit intéressant à notre point de vue, possède une végétation nettement plus développée et qui est constituée de peupliers de grande taille s'étendant sur plusieurs ares.

Entre les fourrés croissent les espèces typiques de la colonisation des dunes fixées : il s'agit alors de phanérogames diverses, de mousses et de lichens.

Enfin ça et là, il existe des plages de sol complètement nu ; c'est du sable marin.

On sait qu'en de telles régions, le couvert végétal est un indicateur fidèle de l'état de drainage des sols. Ceux-ci sont composés de sable filtrant, à grains relativement grossiers, assez riche en CaCO_3 * ; la granulométrie de la couche supérieure est nettement plus fine. On y trouve des débris végétaux divers en phase d'humification ; le sol est partiellement recouvert d'une litière en voie de fragmentation.

Ces couches, c'est-à-dire la litière et le sable à granulométrie fine avec débris végétaux sont d'autant plus importantes que le couvert végétal est épais et fermé (60). Enfin, sous le bouquet de peupliers auquel il vient d'être fait allusion, l'économie en eau du sol semble être légèrement favorisée par la hauteur relativement plus élevée de la nappe phréatique.

3. Ancien ballast de voies de chemin de fer***.

Ce milieu est situé dans la partie désaffectée de l'ancienne gare de formation de Montzen. Le couvert est fort variable par place ; il va du sol nu à une strate arbustive continue composée principalement de *Salix sp.*, *Betula sp.*, *Populus tremula*, *Populus alba* ; les stations intermédiaires sont colonisées par une végétation variée comprenant entre autres : *Pteris aquilina*, *Epilobium hirsutum*, *Crataegus sp.*, *Carduus sp.*, diverses graminées et mousses.

* La composition granulométrique de ces sables de dunes comprend, suivant HUBERT et MOORMANN (35), une fraction représentant 40,5 % ayant de 100 à 200 μ et une autre, 55,4 % ayant de 200 à 500 μ . La richesse en CaCO_3 provient non seulement de la désagrégation des assises géologiques autochtones mais aussi des nombreux débris de coquilles de mollusques marins.

*** Il s'agit d'un foyer d'« Iules des sables » qui nous avait été signalé en 1963.

Nous avons ici typiquement affaire à une végétation rudérale à laquelle a succédé en certains endroits le stade pionnier de colonisation forestière. Le sol est plat, composé de ballast, cendres, sable, gallets roulés, soit tous matériaux apportés en vue de la mise en place des voies. Tous ces apports reposent sur les sables de l'assise géologique d'Aix-la-Chapelle. En certains endroits, principalement sous les arbustes, s'est constitué dans le sol, un horizon superficiel plus ou moins humifère, recouvert d'une couche de litière d'épaisseur variable, le tout plus ou moins comparable, *mutatis mutandis*, à ce qui a été décrit dans les deux milieux précédents.

4. Terrain sablonneux en Gaume*.

Cet emplacement n'a que quelques ares de superficie ; il est situé en lisière d'un bois et en bordure d'un chemin. Le couvert est constitué de quelques *Picea excelsa*, *Quercus sp.*, *Fagus sylvatica*, *Betula sp.*, *Populus sp.*, sous lesquels croissent des *Pteris aquilina*, *Sarothamnus scoparius*, quelques jeunes chênes, des graminées et des mousses. Quelques *Pinus silvestris* ont été abattus récemment. Le sol y est blanc grisâtre, probablement podzolisé par places, à grains de sable relativement grossiers, filtrant, peu humifère, recouvert d'une litière épaisse et de couleur brune en certains endroits, de mousses en d'autres. Par place, le sol est spongieux et très aéré ; dans l'ensemble, le terrain est recouvert d'une litière formée de débris de chêne et de hêtre ainsi que d'aiguilles d'épicéa et de pin ; le tout est en voie de décomposition peu satisfaisante.

CHAPITRE III

Ecologie des espèces étudiées

Les Diplopodes se développent dans des milieux très variés. Le couvert végétal a une grande importance sur la répartition des espèces qui, toutes, sont à régime alimentaire dominant végétarien. On peut ainsi distinguer les terres de cultures, les prairies, les formations arborescentes épaisses ou claires, les terrains découverts tels que landes, friches, steppes, etc... Les types de sols exercent

* Endroit découvert par l'un de nous au cours d'une prospection d'étude sur *Scolytidae*.

également une action très importante non seulement par suite de l'influence possible sur la flore mais encore par action directe sur l'animal ; il y a des sols plus ou moins sablonneux, argileux ou pierreux ; ils peuvent être profonds ou superficiels, homogènes si les différentes couches qui le composent présentent les mêmes caractéristiques, ou hétérogènes dans le cas contraire ; le pouvoir de rétention* joue également un rôle fort important tout comme très vraisemblablement le pH.

Chaque espèce d'iules est inféodée à un milieu par des facteurs propres qu'il est intéressant de découvrir. Il faut le faire aussi bien dans un but de recherches biologiques que du point de vue économique. Il est probable en effet que certains iules jouent un rôle dans la décomposition de la litière et dans l'amélioration de la structure des sols. Peu d'auteurs jusqu'ici, se sont attachés à ce type de travaux ; les rares chercheurs qui ont abordé ce domaine fournissent un certain nombre de renseignements écologiques malheureusement assez incomplets sur les milieux dans lesquels ils ont découvert ou observé les myriapodes. BLOWER (13) par contre ainsi que BARLOW (1 et 2) ont mené une étude comparative sur les types de terrain dans lesquels ils ont rencontré certaines espèces. Ils se sont intéressés principalement à la texture du sol, à son acidité, à la nature du couvert végétal et de la litière et enfin, au type d'humus. Nous nous référerons à plusieurs reprises aux observations de ces auteurs et nous les comparerons aux faits que nous avons enregistrés par nous-mêmes.

Le tableau III énumère pour les différentes espèces de diplopodes que nous avons étudiées, les divers milieux (tels que décrits ci-dessus) où ils ont été rencontrés. Il nous sera ainsi possible d'émettre pour chaque espèce, certaines considérations comparatives sur ces milieux, et d'en tirer un certain nombre de conclusions valables pour chaque diplopode considéré.

1. *Blaniulus guttulatus* Bosc.

Les endroits où nous avons rencontré cette espèce sont, soit des terres de culture, soit des terres de jardin ; dans tous les cas, il s'agissait de sols de très bonne structure grumeleuse et souvent à pH relativement élevé (de 6 à 8). Les différents terrains pros-

* Pouvoir de rétention : volume maximum d'eau qu'un sol peut retenir malgré l'action de la pesanteur.

TABLEAU III. — Espèces trouvées dans chacun des biotopes considérés

Types de sols	Terres limoneuses de culture			Terres limoneuses de jardin			Substrats filtrants			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4
Emplacements	« Petit Vet » (Gembloux) Bossières-Mazy	Crehen Fallais Furnal	Quévy-le-Grand	« Tivoli » (Gembloux)	Chastre	Champion	Terril (Bernissart)	Dunes (Ostduinkerke)	Ballast (Montzen)	Gaume
Espèces										
<i>Blaniulus guttulatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Archiboreoiulus pallidus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cylindroiulus teutonicus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cylindroiulus sibiricum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cylindroiulus frisius</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Schizophyllum sabulosum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X : Nombreux exemplaires.

+ : Quelques exemplaires.

O : Aucun exemplaire, malgré des recherches approfondies.

— : Les investigations en cet endroit n'ont pas été suffisamment poussées pour permettre d'affirmer qu'il ne contient pas l'espèce envisagée.

pectés ont une économie en eau appréciée sauf au « Petit Vet » où, du fait d'une légère gleyfication, le drainage est freiné et où l'on peut observer temporairement une nappe phréatique à 60 cm de profondeur. C'est à Quévy-le-Grand, où les sols sont légèrement plus secs, que nous avons observé les plus fortes populations*.

Pour les terres de culture, les sols sont homogènes et profonds ; pour les terres de jardin, la présence de débris et de détritiques divers les rend hétérogènes et riches. BLOWER (13) avait signalé en 1956 avoir rencontré cette espèce dans des argiles et des limons calcaires sous culture mais aussi sous forêt caducifoliée. Du tableau qu'il présente, il semble bien qu'on puisse déduire qu'elle peut aussi se développer, dans une moindre mesure cependant, dans des sols moins riches en argile et plus acide.

Au cours de la bonne saison, on peut généralement trouver *B. guttulatus*** dans une couche de sol allant de la surface à 60 ou 70 cm. Comme il est relativement sensible à la sécheresse, il abandonne les couches de terre pour s'enfouir plus ou moins profondément lorsque la teneur en eau atteint ou descend en-dessous de 12 %, ce qui, sous nos climats, peut être le cas en surface lors des étés secs et chauds***. Par contre un excès d'humidité ne paraît pas lui porter un sérieux préjudice : il résiste sans dommage à un séjour prolongé dans un sol gorgé d'eau****.

Ce Diplopode est également sensible aux basses températures ; il ne supporte pas le gel, il migre en profondeur, c'est-à-dire vers des milieux moins froids, dès que la température du sol dans

* Lors d'un examen complet de sol, nous avons trouvé 1.192 *B. guttulatus* et 652 *A. pallidus* au mètre carré. En un autre emplacement situé à quelques centaines de mètres, l'un de nous a estimé que la population qui s'y développait devait, par endroit, atteindre 20.000 et même 25.000 individus/m² (pour les deux espèces).

** Cette espèce, comme la suivante, *Archiboreoiulus pallidus* BR.-BK. a fait l'objet de recherches en notre laboratoire depuis 1960. Diverses communications ont été rédigées sous la signature de BAURANT, BIERNAX, BONTE, BRENY et PIERRARD ; elles sont reprises dans la bibliographie sous les N^{os} 3 à 11, 16 à 18 et 43 à 46.

*** Dans nos élevages, c'est cette espèce qui, avec *A. pallidus*, s'est montrée la plus sensible à la sécheresse. Ces bêtes ne supportent pas un séjour à l'air libre du laboratoire, même pendant une durée relativement brève.

**** Plusieurs *B. guttulatus* et *A. pallidus* immergés dans de l'eau, sont restés parfaitement en vie pendant vingt-quatre heures dans notre laboratoire.

laquelle il séjourne atteint 5,5 à 5,7°C*. Pendant la mauvaise saison qu'il passe à l'état de pseudo-diapause, on le rencontre normalement entre 50 cm et 1 mètre de profondeur. La remontée printanière s'effectue dès que le milieu dans lequel il hiverne atteint 4,5 à 5°C (46). Ces réactions thermiques, unies à leur impossibilité de voir** témoigne à suffisance du caractère nettement hypogé des mœurs de *B. guttulatus* et ce n'est qu'accidentellement qu'on peut le rencontrer circulant à l'air libre***. C'est ainsi qu'il peut cependant séjourner dans les fruits ou tubercules se trouvant en contact direct avec le sol ; l'animal s'y loge de façon à y trouver à la fois aliment, humidité et obscurité.

Les labours et autres façons culturales pratiqués régulièrement dans les champs ne semblent pas contrarier outre mesure le développement de cette espèce. Elle ne semble pas non plus incommodée, bien au contraire, par les matières organiques et minérales incorporées parfois en grandes quantités, dans certains potagers.

2. *Archiboreoiulus pallidus* BRADE-BIRKS.

L'écologie de ce *Blaniulidae* est fort voisine de celle du précédent et, sauf en un endroit : « le Petit Vet », nous les avons toujours trouvés associés. Pour les stations que nous avons explorées systématiquement, les pourcentages d'*A. pallidus* étaient les suivants :

* Il serait plus exact de dire que l'ensemble des *B. guttulatus* (comme nous le verrons aussi d'ailleurs chez *A. pallidus*) commence à s'enfouir lorsqu'il est soumis à une température bien déterminée. Cependant ils peuvent séjourner au cours de l'hiver dans un sol plus froid mais jamais en-dessous de 0°C.

** Il est aveugle et, suivant DE QUEKER (27), a été rencontré fréquemment dans des grottes.

*** HERBKE (34) fait remarquer qu'il existe une certaine relation entre la pigmentation des mille-pattes et la profondeur de leur enfouissement. Le fait que le tégument de *B. guttulatus* n'est absolument pas pigmenté (comme celui d'ailleurs d'*A. pallidus*) confirme donc bien cette observation. Nous-mêmes avons observé que les taches glandulaires segmentaires d'*A. pallidus* devenaient plus foncées par suite d'une exposition des individus à la lumière du jour.

Bossières II* . . .	85 % (2)	Chastre.	65 % (8)
Gembloux (Tivoli). . .	85 % (2)	Bossières I* . . .	59 % (36)
Crehen	83 % (1)	Quévy	33 % (12)
Bergilers**	81 % (6)	Gembloux (Petit Vet)	0 % (24)

Les chiffres entre parenthèses représentent pour chaque localité, le nombre de sondages réalisés par un examen complet et minutieux de sol. Parmi les facteurs pouvant influencer plus ou moins une grande abondance d'une espèce par rapport à l'autre, on pourrait citer la texture du sol, sa structure, le pH, la quantité d'humus ou de différents composés azotés, la teneur en eau minimum, maximum ou moyenne d'une année, et peut être d'autres encore. Nous ne sommes pas à même d'émettre une opinion à ce sujet, mais il est certain que ces caractéristiques devraient être prises en considération dans des études approfondies d'un biotope. Il est à remarquer que l'on a jamais rencontré un seul *A. pallidus* à Gembloux, au lieu-dit « Petit-Vet », au cours des 24 examens complets qui y ont été effectués. Il est possible et même vraisemblable que cette absence soit justifiée par la présence tout au moins à certaines époques et plus particulièrement en hiver, d'un niveau phréatique élevé.

* La majorité des examens de terre exécutés à Bossières l'ont été dans une parcelle de 4 ares que nous dénommons « Bossières I » et qui correspond exactement au biotope décrit dans le deuxième chapitre. Quant à Bossières II pour lequel nous n'avons que deux examens en profondeur, il s'agit d'un champ éloigné de 300 à 400 mètres du premier dont le sol quoique présentant des caractéristiques très voisines, est moins profond du fait de la proximité d'une légère dépression : dans ce type de sol, le limon loessique peu altéré apparaît à moindre profondeur de même que le substrat calcaire de base.

** Ne possédant que des renseignements insuffisamment précis sur le passé de cette terre, nous n'avons pas décrit ce biotope dans le chapitre II. Nous pouvons dire qu'il s'agit d'une terre de culture située en limite Est de la Hesbaye, à mi-chemin entre Sint-Truiden (Saint-Trond) et Liège. Tout comme à Bossières et à Crehen, le sol y est limoneux, profond, homogène ; l'économie en eau est excellente de même que la structure pédologique. Il est possible que l'existence d'une tréflière pendant plusieurs années ait eu pour conséquence une augmentation des composés azotés, un enrichissement notable en humus et un renforcement de la perméabilité du terrain, favorables au mille-pattes.

Il semblerait en effet qu'*A. pallidus* ait tendance à s'enfouir plus profondément que *B. guttulatus* au cours de la mauvaise saison, ce qu'il ne pourrait faire dans ce terrain en raison de présence d'eau à faible profondeur (60 cm). Il est possible aussi, que ce milieu soit continuellement trop humide pour cette espèce.

A. pallidus présente approximativement la même sensibilité à la dessiccation des couches supérieures du sol que *B. guttulatus*.

La température qui déclenche la migration préhivernale en profondeur de ces mille-pattes est comprise entre 5° et 5,3°C et la remontée s'effectue lorsque le niveau auquel il hiverne atteint 5,1 à 5,5°C (11).

A. pallidus est lui aussi à vie hypogée et il est aveugle*. BLOWER (op. cit.) signale que cette espèce peut être rencontrée dans des sols calcaires, limoneux, argileux, aussi bien sous cultures qu'en forêts. Nous confirmons donc les observations de cet auteur, du moins en ce qui concerne les sols cultivés**.

3. *Cylindroiulus teutonicus* POCOK***.

Pour beaucoup d'auteurs, notamment SCHUBART (55), TISCHLER (58) et BLOWER (13), cette espèce se rencontre dans les sols limoneux franchement calcaires. LYFORD (38) signale avoir capturé de nombreux individus dans un limon sableux fin (*fine sandy loam*). Pour BLOWER, on la rencontre aussi bien dans les champs qu'en forêts. Cette opinion est contraire à celle de SCHUBART qui déclare que l'espèce évite les régions boisées.

Nous-mêmes, l'avons observée en même temps que les deux précédemment décrites (*B. guttulatus* et *A. pallidus*) dans les terres limoneuses de culture à pH relativement élevé; elle existait à Bossières, Crehen, Quévy, ainsi que dans des jardins à Gembloux et à Champion. On doit donc en déduire que cet iule peut se nourrir dans un sol cultivé; il n'a donc pas besoin pour vivre d'une litière forestière comme c'est le cas pour les autres *Iulidae* que nous examinerons par la suite. Comme nous n'avons pas fait d'observation dans les régions boisées sur limon, avec un humus

* On a souvent signalé sa présence dans des grottes.

** Nous n'avons pas fait d'observations dans des sols forestiers limoneux.

*** Synonyme de *Cylindroiulus londinensis* LEACH.

doux (*mull**) ou avec un humus brut (*mor**), nous ne pouvons pas affirmer que l'on puisse rencontrer *C. teutonicus* en litière forestière. Nous avons l'impression cependant qu'un sol sous forêt, formé d'un limon à humus doux doit offrir un milieu écologique adéquat à son développement.

Cette espèce effectue également certaines migrations verticales dans le sol pour se protéger contre la sécheresse et contre le froid. HERBKE (34) a établi le diagramme de son enfouissement en fonction des diverses époques de l'année. Suivant cet auteur, on pourrait rencontrer, au cours de l'été, *C. teutonicus* dans une épaisseur de sol allant de 0 à 25 cm, le maximum des individus séjournant dans les couches supérieures.

Pour la saison hivernale, par contre, ces arthropodes se tiendraient entre 0 et 30 cm, avec un maximum entre 20 et 25 cm. Remarquons cependant que les examens systématiques de HERBKE n'ont été exécutés que jusqu'à une profondeur de 30 cm. Lorsque nous observons son diagramme de l'enfouissement hivernal et fort de notre expérience en cette matière acquise au cours de nos nombreux examens de sol effectués en vue de l'étude écologique de *B. guttulatus* et *A. pallidus*, il semble bien que nous puissions affirmer sans crainte de nous tromper, que les travaux de HERBKE sont insuffisants; si l'examen du sol avait été poursuivi dans des couches plus profondes, l'auteur aurait très vraisemblablement trouvé ces iules jusqu'au moins 40 cm.

4. *Cylindroiulus silvarum* MEINERT**.

Les types de terrain dans lesquels les auteurs signalent avoir rencontré cette espèce sont relativement variés. SCHUBART (55)

* On entend par humus doux ou *mull*, la matière organique humifiée en milieu non acide (pH > 5,5, habituellement 6 à 7) formée en conditions aérobies et bien mélangée au sol minéral. Il est caractérisé par une bonne structure grumeleuse ainsi que par une faune abondante, parmi laquelle on note de nombreux lombrics; il se rencontre généralement sous feuillus. Par contre l'humus brut ou *mor* est constitué par la matière organique humifiée en milieu nettement acide (pH < 5). Il résulte de la décomposition et de la minéralisation lente de la litière en zones mal aérées. Cet humus est peu ou pas mélangé au sol minéral; il renferme peu de base, sa structure est mauvaise. Il se rencontre généralement sous conifères, sous bruyère, sous landes, sous forêts mal traitées.

** Est synonyme de *Cylindroiulus punctatus* LEACH, dénomination plus souvent utilisée par les auteurs anglo-saxons.

écrit qu'il s'agit d'un diplopode de forêt aussi bien feuillue que résineuse, lié à la présence de vieilles souches, branchages en décomposition, feuilles en putréfaction. Il signale aussi sa présence dans les nids de *Formica rufa* L., *Lasius niger* L., *Formica pratensis* L. SAHLI (47) l'a trouvé principalement en forêt, sous des écorces de troncs abattus ou de souches (d'ailleurs fréquemment en compagnie de *Formicinae*) et à proximité d'une ardoisière sous des troncs de bois en décomposition empilés les uns sur les autres. Pour SAUDRAY (53) son habitat de prédilection semble constitué par des morceaux de bois pourris et humides dans lesquels il s'enfonce. Il l'a récolté également en grande abondance entre le bois et l'écorce d'ormes abattus depuis plus d'un an. Suivant TISCHLER (58), *C. silvarum* se développe dans des terres de culture où il préfère des sols sableux, comme *Schizophyllum sabulosum* et *Cylindroiulus frisius*. BLOWER & GABBUTT (14) signalent l'avoir rencontré à Harpford dans deux milieux qu'ils décrivent comme suit : le premier se trouvait en bordure sud d'un bois sur une pente non boisée, orientée au sud ; le sol était sableux, couvert d'une litière assez épaisse formée principalement de feuilles de chêne ; le second, situé à 150 mètres du premier, sur le dessus d'une pente, avait un couvert boisé complet, installé sur le sol plastique. Les deux terrains étaient cependant pauvres en particules d'argile ; la plasticité du sol minéral du second milieu était vraisemblablement due — toujours suivant les mêmes auteurs — à l'incorporation d'une plus grande quantité de matières organiques. Pour BARLOW (1), *C. silvarum* est une espèce typique des terrains boisés, aussi bien en feuillus qu'en conifères, spécialement caractérisés par des sols couverts d'une épaisse litière de feuilles tombées. On le trouve aussi communément sous ou dans le bois en décomposition. VAN DER DRIFT (62) l'a rencontré en Hollande, dans un sol à *mor* de hêtraie. Pour BLOWER et GABBUTT (14), cet arthropode représente assurément une des espèces dominantes des forêts *climax* de chênes purs. Il semble bien qu'il s'agit là d'une végétation croissant sur un sol brun forestier à humus doux ou *mull*. Il est aussi commun, écrivent-ils, sous les espèces feuillues où prévalent les conditions de *mor*. Dans une autre publication BLOWER (13) fait savoir que ce myriapode peut être observé dans des régions boisées (à l'exclusion des terres de culture), tant sur sables relativement acides que dans un sol plus argileux et moins pauvre en bases et enfin que dans des limons et des argiles franchement calcaires. Pour lui, ce sont

les pratiques culturales ou l'absence d'une litière à décomposition lente qui constitue le facteur limitant l'extension de cette espèce relativement ubiquiste aux terres de culture et aux prairies. Sa présence dans un sol calcaire peu profond est conditionnée par la quantité de matériel se décomposant lentement ; il peut uniquement y être rencontré dans des amas locaux de litière et dans des morceaux de bois pourrissants. Enfin, DE QUEKER (27), qui a prospecté un grand nombre d'habitats possibles, répartis dans toute la Belgique, a presque toujours trouvé cette espèce dans et sous des morceaux de bois et des troncs d'arbres plus ou moins décomposés ou vermoulus, sous des écorces ainsi que sous les feuilles de la litière forestière.

Pour notre part, nous avons trouvé *C. silvarum* aux emplacements suivants :

— Sous et dans une bûche de bois à moitié enterrée dans un jardin à Champion (terre limoneuse).

— Entre le bois et l'écorce d'un arbre (*Pseudoacacia*) d'une vingtaine de centimètres de diamètre, coupé sur pied à 2 mètres de hauteur ; nous y avons trouvé le 25.VII.1965 à 1,30 mètre de hauteur, des jeunes bêtes de l'année (stades III et IV) et des bêtes plus âgées (stade VI, VII et VIII).

— Dans la zone abandonnée de la gare de formation de Montzen, dans un sable humifère frais, sous des bosquets assez clairs et des rejets de souches ; les animaux semblent y rechercher la proximité de souche, probablement parce que les eaux ruisselant le long des troncs rendent ces milieux plus humide ; un certain taux constant d'humidité constituerait peut-être le facteur limitant l'extension de cette espèce dans ce type de terrain. Nous avons également trouvé le 30.VI.1964, bien abrités sous un tapis de mousse et à 2-3 cm de profondeur dans le sol, deux nids contenant chacun une quinzaine de jeunes *C. silvarum* de 1^{er} stade et un autre garni d'œufs en voie d'éclosion.

— Deux individus seulement ont été trouvés dans les dunes fixées d'Oostduinkerke, alors que nous avons exploré ces emplacements pendant des heures et que nous avons capturé de nombreux *Schizophyllum sabulosum* et tout autant de *C. frisius*.

— Des bêtes ont été trouvées régulièrement et en grande quantité sur le terril de charbonnage abandonné de Bernissart ; elles se trouvaient le plus souvent à la base de la litière ou dans l'épaisseur des premiers centimètres du sol schisteux.

— Nous n'avons jamais rencontré cette espèce dans les terres de culture.

De ces diverses observations, nous pouvons conclure que *C. silvarum* vit aussi bien sur sol sablonneux que limoneux, dans un humus à *mull* comme dans un humus à *mor*, dans les forêts feuillues ou résineuses, sous les arbustes mêmes. Il évite les cultures, les terrains humides et probablement aussi les prairies. En fait, son développement est conditionné par la présence de bois sous forme de troncs, de branches ou de brindilles pourrissants en surface du sol et dans la litière ou même sous l'écorce d'arbres morts sur pied. Il semble bien aussi qu'une litière presque uniquement composée de feuilles en voie de décomposition lente pourrait, dans une mesure moindre cependant, lui convenir.

BARLOW (1) a démontré dans une étude comparative que cette espèce est plus sensible à des variations de température et d'humidité que *S. sabulosum* L. mais dans une moindre mesure que *Iulus scandinavus* LGTZEL. Dans le même ordre d'idée, nous avons toujours observé que, par rapport à *S. sabulosum*, *C. silvarum* avait tendance à se tenir dans des sols humifères relativement plus frais sans jamais être humides cependant, dans et sous des litières plus épaisses, bien à l'abri de la sécheresse et de la chaleur. Le bois pourrissant, dont la teneur en eau est relativement élevée, constitue lui aussi un habitacle bien humide dans lequel cette espèce peut d'ailleurs creuser des galeries pour éviter la dessiccation.

5. *Cylindroiulus frisius* VERHOEFF*

Pour SCHUBART (56), ce *Cylindroiulus* est le seul diplopode que l'on rencontre sur les terrains sablonneux maigres ; il préfère la proximité des côtes maritimes mais se développe également à l'intérieur des terres dans des biotopes synantropes tels que les exploitations horticoles, immondices, composts, cimetières. SAHLI (50) signale sa présence en Sarre mais il semble qu'il n'y soit pas très abondant. Suivant TISCHLER (58) *C. frisius* préfère des sols sableux. BLOWER (12) émet la même opinion et il ajoute qu'en Grande Bretagne, cette espèce est confinée dans les zones côtières, quoiqu'on puisse aussi la rencontrer à l'intérieur des terres. BLOWER

* *C. frisius* est suivant BLOWER (13), synonyme de *Cylindroiulus latestriatus* CURTIS.

& GABBUTT (14) signalent sa présence dans les deux types de sol du Bois d'Harpford* mais en moins grande abondance dans les zones à sol plus plastique**. BARLOW (2) a mené une étude comparative sur les différents emplacements des sables dunaires dans lesquels il pouvait récolter ce diplopode. Il décrit ainsi quatre habitats au milieu desquels il a dispersé ses bacs de capture ; il conclut en écrivant que *C. frisius* se rencontre dans tous les biotopes échantillonnés mais que généralement les captures sont les plus abondantes dans les terrains boisés et les plages herbacées qui les environnent. Enfin, DE QUECKER (27) signale avoir rencontré cette espèce en trois emplacements constitués par des sables côtiers belges mais aussi, quoique moins nombreux, en cinq endroits à l'intérieur du pays. Pour ces derniers, malheureusement, cet auteur ne donne aucune indication sur la nature du sol.

Lors de nos prospections, nous n'avons rencontré *C. frisius* que dans les dunes fixées de la côte, à Oostduinkerke ; ces biotopes ont été décrits au chapitre II. Cela ne signifie cependant pas à nos yeux qu'on ne pourrait en trouver à l'intérieur du pays ; en réalité, nous n'avons pas exploré les divers biotopes qui pourraient convenir à cette espèce ; nous ne pouvons donc émettre d'opinion valable à ce sujet.

Au cours de nos explorations dans cette région, nous avons d'abord trouvé ce Diplopode sous les fourrés épineux composés de *Hippophae rhamnoides* et de *Salix arenaria*. Les bêtes y séjournent à la base d'une litière assez épaisse en voie de décomposition lente et dans les premiers centimètres de la couche de sable. Etendant nos recherches dans des milieux moins abrités, nous les avons trouvés sous des pieds isolés de *Sambucus nigra* et de *Betula* sp., puis sous des buissons de peuplier. Elles étaient toujours présentes à la base des Phanérogames formant une strate plus ou moins discontinue, entre les fourrés et les buissons. Enfin des exemplaires ont été capturés sous de petites plages de pelouses dunaires composées de diverses Cryptogames. Ces dernières sont, suivant VAN DEN BERGHEN (60), les premières plantes qui colonisent le sable plus ou moins immobilisé des dunes ; ces végétaux possèdent tous la propriété de résister aux longues heures de forte chaleur des journées d'été et subissent une dessi-

* Nous avons déjà décrit ce milieu à propos de l'étude de *C. silvarum*.

** Par contre, *C. silvarum* était plus abondant dans ce type de sol.

cation importante durant ces périodes ; en séchant, les mousses se recroquevillent, les lichens durcissent ; leur aspect subit une transformation rapide dès qu'ils sont mouillés par les pluies ou la rosée : les rosettes des Muscinées notamment s'étalent alors sur le sable, les lichens redeviennent turgescents. Quoique la décomposition des organes les plus vieux enrichissent le substrat en matières organiques et que le tapis muscinal constitue un écran qui empêche l'insolation directe du sol — ce qui freine quelque peu la dessiccation de celui-ci — il faut quand même admettre que le milieu demeure excessivement pauvre et relativement peu tamponné contre la chaleur, si l'on considère qu'il doit abriter et nourrir des organismes animaux tels que des diploptides.

Nous concluons donc en disant que, parmi les espèces étudiées, *C. frisius* semble bien être la mieux capable de résister à des températures élevées ainsi qu'à la dessiccation poussée de son habitat. Notons aussi que nos sables côtiers sont riches en calcaire ; il se pourrait que cet élément puisse avoir une influence sur la répartition écologique de cet animal.

6. *Schizophyllum sabulosum* LINNÉ.

L'« Iule des Sables » est typiquement une espèce eurytope tout au moins vis-à-vis du facteur température. Il présente de ce fait une faculté d'adaptation écologique remarquable comme en témoigne sa large distribution. On le trouve fréquemment dans les dunes côtières mais il a été aussi observé à 3.000 mètres d'altitude. Il occupe toute l'Europe, depuis le Nord de la Finlande jusqu'à la Méditerranée, depuis l'Islande jusqu'aux Monts Ourals. Beaucoup d'auteurs se sont intéressés à l'étude de cette espèce. Presque tous s'accordent pour dire qu'on la rencontre sur sol sableux, en terrain découvert mais plus fréquemment dans les régions boisées, sous couvert pas trop dense de conifères ou de feuillus. Elle évite cependant les terrains très secs à certaines époques, telles les terres à bruyères ; il en est de même pour les sols à humidité occasionnellement et momentanément élevée.

Nous avons observé *S. sabulosum* sur le teruil de Bernissart,

dans les dunes fixées d'Oostduinkerke*, dans les terres de remblai en partie sablonneuses formant le balast de la gare de Montzen et dans une plage sablonneuse en Gaume. Ces trois derniers emplacements n'offrent aucune divergence par rapport à la description générale du milieu écologique propre à *S. sabulosum* que nous venons d'esquisser ; au contraire, ils cadrent parfaitement avec elle. Par contre, le teruil de Bernissart offre une particularité qui nous paraît importante. Le sol n'y est pas formé de sable mais d'un cailloutis de schiste ; c'est ce qui nous permet de déduire que le développement de l'« Iule des sables » n'est pas lié impérativement à la présence de l'élément sable mais bien à celle d'un substrat filtrant, que celui-ci soit composé de sable, de schiste, ou d'une autre matière suffisamment perméable pour permettre à la fois l'écoulement rapide de l'eau et le maintien d'une litière en voie de décomposition.

Pour ce qui est de l'humidité, BARLOW (1) signale que *S. sabulosum* est moins dépendant vis-à-vis de ce facteur que *Iulus scandinavicus* LATZEL ; *C. silvarum* présente des exigences intermédiaires. L'Iule des sables fait montre en outre d'une résistance non négligeable à la dessiccation. PERTTUNEN (42) compare lui aussi les réactions de *S. sabulosum* à celles de deux autres espèces : *Orthomorpha gracilis* KOCH et *Iulus terrestris* PORAT. Il en déduit que l'Iule des sables est relativement peu sensible et qu'il ne réagit pas, dans les conditions expérimentales, à des variations inférieures à 10 %, contrairement aux autres espèces étudiées**.

Au cours de nos travaux sur le terrain, nous avons observé que l'Iule des sables pouvait vivre dans des milieux plus secs que *C. silvarum* et, par contre, moins secs que *C. frisius*. Il nous a semblé aussi que dans nos élevages, il supportait temporairement des états de sécheresse relativement poussée pour autant que celle-ci ne soit pas trop prolongée et que l'animal puisse entretemps

* Dans cet emplacement, lors de nos investigations en 1964 et 1965, l'Iule des sables était uniquement présent dans la petite parcelle de peupliers plus âgés (constituant de ce fait un foyer permanent de cette espèce), alors que nous avions trouvé *C. frisius* sous tous les types de végétation, même les plus pauvres.

** PERTTUNEN (*op. cit.*) a principalement étudié le changement dans la réaction vis-à-vis de l'humidité qui s'opère chez *S. sabulosum* au cours de l'été. Comme cette modification semble plutôt impressionner le comportement, nous l'examinerons au chapitre IV.

« récupérer » par un séjour dans une atmosphère humide ou par l'ingestion d'une nourriture riche en eau. Il est apparu également qu'il ne supportait pas bien un milieu humide en permanence.

En conclusion, nous croyons pouvoir affirmer que *S. sabulosum* est capable d'endurer temporairement soit de fortes humidifications du milieu dans lequel il vit (après une forte pluie par exemple) soit des états de dessiccation assez poussée de ce milieu. Il serait donc parfaitement adapté à des substrats filtrants sous climats tempérés et même froids mais à pluviosité assez régulière pendant les mois chauds.

Disons enfin que l'Iule des sables peut aussi supporter des variations de température relativement fortes. Il n'est pas incommodé, loin de là, par une température de l'ordre de 25°C ; il supporte aisément le gel*, ce qui lui permet d'hiverner sans dommage dans les couches supérieures du sol**.

CHAPITRE IV

Cycle biologique et comportement des espèces étudiées

1 & 2. *Blaniulus guttulatus* BOSC et *Archiboreoiulus pallidus* BRADE-BIRKS.

N'ayant jusqu'à présent observé que peu de différences entre les caractéristiques éthologiques des deux espèces, nous pouvons, pensons-nous, les considérer ensemble.

Nous n'avons jamais trouvé d'œufs de ces iules dans la nature. A notre connaissance, aucun auteur ne rapporte un tel fait***. Par contre, nous avons pu récolter un certain nombre de bêtes au stade larvaire I ; elles se trouvaient dans la majorité des cas entre 20 et 40 centimètres de profondeur. Comme ces jeunes animaux sont

* Lors de l'hiver rigoureux 1962-1963, nous avons maintenu en vie à Gembloux, des *S. sabulosum* dans un peu de sol minéral et de litière contenus dans un bac en verre dans lequel le thermomètre à minima est descendu à -15°C.

** BARLOW (1) a observé que le % d'eau contenu dans le corps de *S. sabulosum* diminuait en fin d'automne et en hiver, ce qui conférait aux tissus une haute résistance à la congélation.

*** KINKEL (35) a obtenu, observé et décrit l'accouplement et la ponte de *B. guttulatus* en élevage. Nous-mêmes avons pu obtenir la reproduction en laboratoire mais nous n'avons pas eu la chance d'observer les œufs.

E 7.000

très peu mobiles et que la durée de développement est relativement courte pour ce stade (environ deux semaines), il faut conclure que la ponte a lieu vers 30 cm de profondeur ; c'est ainsi que les œufs comme d'ailleurs les jeunes larves après l'éclosion, sont à l'abri d'une éventuelle dessiccation du sol (en-dessous de 20 cm, le degré de dessiccation atteint, même en période sèche, ne leur est pas dommageable).

Du fait que nous avons observé des iules de stade larvaire I au cours de toute l'année (y compris — quoique rarement — en période de repos hivernal), il faut conclure que la reproduction peut avoir lieu pendant toute la bonne saison* qui, en Belgique, s'étend normalement pour ces bêtes, de mars à fin novembre.

C'est pourquoi, on peut trouver dans un même sol et à tous les niveaux, des bêtes de tous âges. Il est donc impossible de suivre le développement d'une génération de mois en mois, d'année en année, comme nous avons pu le réaliser pour les autres iules. Pour pouvoir déterminer le cycle de développement de *B. guttulatus* et d'*A. pallidus*, nous avons été contraints à faire des observations sur des animaux mis en élevage, plus spécialement en observant les temps de passage d'un stade à l'autre. Nous avons pris la précaution de renouveler assez fréquemment les iules de façon à éliminer au maximum les effets des conditions artificielles du milieu ; nous utilisons donc des animaux prélevés périodiquement en pleine terre. Nous avons ainsi abouti à de très intéressantes déductions qui, pensons-nous, apportent quelque clarté sur le développement jusqu'ici inconnu de *B. guttulatus* et d'*A. pallidus* ; nous ne les présentons pas ici par souci d'un certain équilibre entre les divers chapitres écologiques se rapportant aux espèces considérées dans ce travail qui est de portée relativement générale. Nous exposerons donc les résultats de ces travaux dans des relations ultérieures.

En se basant sur KINKEL (35) on peut signaler que la durée de développement de l'œuf varie entre 20 et 30 jours en fonction de

* Les iules de stade larvaire I que nous avons trouvés dans le sol au cours de la période d'hivernation sont très vraisemblablement issus d'œufs pondus et éclos en fin de la bonne saison. Ils ont en quelque sorte été « stabilisés » à ce stade, du fait du ralentissement, voire de l'arrêt même de leur développement qui ne reprendra qu'avec le réchauffement printanier des sols.

la température et de l'humidité de la terre. L'œuf donne naissance à la larve du premier âge ; celle-ci est hexapode. Contrairement à ce qui se passe chez certains autres iules, elle est mobile (quoique faiblement) et elle s'alimente. Elle est très sensible à toutes variations d'humidité. Ce stade dure environ deux semaines. Après une mue, cette larve acquiert deux segments pédifères supplémentaires, rarement trois, ayant chacun deux paires de pattes. Un de ces segments (ou deux) porte de chaque côté une ponctuation. Approximativement après quatre semaines, une deuxième mue intervient à la suite de laquelle apparaît une larve ayant généralement 6 segments ponctué*. Cette larve III se développe pendant 8 semaines environ, après quoi, intervient la mue suivante ; c'est ainsi que naît le quatrième âge larvaire qui possède le plus souvent 11 ponctuations et mesure en moyenne 4 mm chez les deux espèces.

Jusqu'ici, il n'y a pas de différenciation morphologique externe entre les deux sexes. Ce stade dure à peu près 2 mois et demi**.

Au 5^e âge larvaire, caractérisé par un nombre de segments ponctué le plus souvent égal à 16, on peut distinguer les femelles des mâles ; ces derniers n'ont plus de pattes au 7^e segment***.

Si nous prenons le cas d'œufs pondus en fin avril, on peut estimer que les bêtes qui en sont issues atteindront donc ce 5^e âge vers le mois d'octobre et qu'elles hiverneront sous cette forme****.

Le développement reprendra vers le mois d'avril suivant et la

* C'est le 6^e segment qui porte la première paire de ponctuations et le 5^e qui porte la première double paire de pattes.

** KINKEL (*op. cit.*) donne comme durée de développement de divers stades, des chiffres légèrement plus élevés que ceux que nous avons déduits de nos premières observations.

*** En réalité, comme nous l'avons signalé au chapitre I, ces deux paires de pattes ont été transformées en ébauches de gonopodes et de peltogonopodes. Ces organes atteindront leur développement complet au moment de la maturité sexuelle. Leur longueur sera à ce moment comparable à celle des pattes dont ils sont issus.

**** Il ne s'agit ici que de données approximatives. En effet, le développement post-embryonnaire est sous la dépendance de facteurs écologiques variables tels que les conditions climatiques, les types de sol, la fumure, la plante cultivée, etc... En outre, la vitesse de développement peut varier sensiblement d'individu à individu. C'est ainsi que des iules issus d'une même ponte peuvent atteindre, après six mois, le 4^e âge, le 5^e et même le 6^e.

bête parcourra approximativement 3 âges avant d'hiverner à nouveau. Ce n'est, semble-t-il qu'après le deuxième hiver qu'elle deviendra adulte, donc apte à la reproduction.

Contrairement à ce que l'on observe chez d'autres Diplopodes (ainsi que chez la plupart des arthropodes), la maturité sexuelle n'apparaît pas à un stade déterminé toujours le même pour tous les individus ; elle se manifeste au contraire à des âges différents, variant probablement en fonction de l'époque à laquelle l'œuf a été pondu.

Suivant une première série d'observations statistiques, pour *A. pallidus*, 31 % des femelles deviennent sexuellement mûres du moins morphologiquement, au stade L.VII, 43 % au L.VIII, 20 % au L.IX et 6 % au L.X, tandis que pour les mâles, cette maturité apparaît en général plus tôt : 9 % au stade L.VI, 56 % au L.VII, aucun au L.VIII et 29 % au L.IX. Le reste ne semble pas atteindre la maturité sexuelle.

Pour *B. guttulatus* (chez les femelles), 92 % deviennent morphologiquement matures au stade L.VIII, 1 % au L.IX et le reste, soit 7 % au L.X. Pour les mâles, on observe également une avance par rapport aux femelles ; en effet, 92 % sont aptes à la reproduction au stade L.VII, 3 % au L.VIII, le reste ne semblant jamais atteindre la maturité.

Le développement peut alors se poursuivre et les *Blaniulus* atteindront (tout au moins une partie d'entre eux) les stades L.XVI et L.XVII, ce qui — si l'on admet 3 mues par an à partir de la 2^e année — représente une durée totale de vie de 5 années*. Cette durée est moindre, semble-t-il, pour *A. pallidus*. En ce qui concerne les tailles, les moyennes de quelques mensurations donnent les chiffres (arrondis) suivants :

Espèces	Stades	L.VIII	L.X	L.XII
<i>B. guttulatus</i> . . .	mâles	11 mm	13 mm	15,5 mm
	femelles	12 mm	16,5 mm	19 mm
<i>A. pallidus</i> . . .	mâles	10 mm	13 mm	17 mm
	femelles	12 mm	17 mm	20 mm

* Nous n'avons pas encore pu réaliser d'observations précises à ce sujet et nous ne pouvons pas affirmer que ce nombre de mues est de 2 ou 3. Dans la première éventualité, la durée de vie des bêtes atteignant le stade L.XVI serait de six années environ.

Presque aussi long l'un que l'autre, *A. pallidus* paraît cependant plus frêle parce que moins large. Pour les deux espèces, les mâles sont plus courts que les femelles.

En tenant compte des réactions de ces deux Diplopodes à la teneur en eau du sol et à sa température (voir chapitre III) et grâce aux profondeurs de séjour des bêtes relevées au cours de quelque 90 examens complets de sols répartis sur toute l'année, il nous a été possible de décrire la courbe normale d'enfouissement en fonction des différentes saisons. Dans les conditions de notre pays, les iules amorcent une migration printanière vers le haut à une époque pouvant varier de fin février à début d'avril (elle est assez brusque) suivant les variations climatiques de l'année considérée. Depuis la fin avril jusqu'à la mi-juin, les iules séjournent plutôt en surface (profondeur de 0 à 50 cm). Au cours des mois de juillet et d'août ainsi qu'au début de septembre, on observe un certain enfouissement avec des bas et des hauts ; ceux-ci se produisent par des sécheresses assez poussées impressionnant les couches superficielles du sol, suivies d'une forte pluie ; sous de telles conditions climatiques, une partie de la population peut être rapidement attirée (en un jour parfois) dans les dix premiers centimètres de terre. Lorsque le sol se dessèche en surface, seuls les iules situés dans les couches supérieures s'enfouissent ; les autres ne semblent pas être affectés. Le volume de sol dans lequel ils séjournent est alors situé approximativement entre 30 et 70 cm de profondeur. Au cours de l'automne, on assiste à un enfouissement progressif quoiqu'on puisse encore trouver des bêtes en surface. Ce phénomène se termine par une descente plus marquée affectant alors l'ensemble de la population ; c'est ce qui correspond à la migration hivernale proprement dite. Pendant la saison froide, les diplopodes séjournent généralement entre 40 cm et 1 m de profondeur ; ils peuvent cependant y effectuer certains déplacements de faible amplitude ; c'est un des éléments qui permettent de dire qu'il s'agit d'une « pseudo-diapause » et non d'une diapause vraie.

Il est vraisemblable que ces déplacements se font par les espaces libres laissés par les racines décomposées, les galeries de vers et fissures quelconques du sol. Cependant, les iules seraient capables de creuser la terre un peu à la manière des lombrics ; la segmentation très poussée de leur corps, la disposition des muscles intersegmentaires et, le fait que chaque segment possède deux

paires de pattes, constituerait d'après MANTON (39) une remarquable adaptation en vue du creusement.

Au sujet de leur alimentation, nous pensons pouvoir déclarer que les iules de la betterave* ingèrent des particules de sol principalement humifère et qu'ils en vivent. Ils semblent cependant marquer une préférence pour toutes matières animales et végétales en décomposition. Enfin, ils ne dédaignent pas, surtout à certaines époques de l'année**, de se nourrir au détriment de parties tendres — de préférence sucrées*** — de végétaux vivants se trouvant dans le sol ou au contact avec lui : fruits, légumes, graines, racines, tubercules, bulbes, feuilles etc... Leurs mandibules qui se font face latéralement sont garnies d'une râpe ; elles servent à gratter et à dilacérer les tissus.

Etant donné la polyphagie remarquable de ces iules, il est normal que les déprédations causées par ces bêtes soient variées. De nombreux entomologistes appliqués ont d'ailleurs signalé leurs dégâts ; parmi les végétaux endommagés, nous citerons :

— Graines en germination : haricots, pois, carottes, betteraves, blé, orge.

— Racines : betteraves, carottes, salades, scaroles, choux, blé, orge.

— Bulbes : oignons, tulipes.

— Tubercules ou racines tuberculeuses : pommes de terre, dahlia, radis.

— Fruits tombés sur le sol ou le touchant : citrouilles, concombres, haricots, fraises, pommes, poires, noix.

Nous avons également observé ces iules sur le système racinaire de nombreuses plantes adventices.

3. *Cylindroiulus teutonicus* Pocock.

Nous n'avons trouvé que peu de renseignements bibliographiques sur le développement de cette espèce. De nos observations faites

* Il s'agit de : *B. guttulatus* et d'*A. pallidus*.

** L'un de nous a émis l'hypothèse que les accouplements et la production d'œufs ne pourraient physiologiquement avoir lieu qu'après l'ingestion de tissus végétaux bien vivants, voire de portions méristématiques.

*** CHABOUSSOU (21) a étudié les végétaux rongés par ces diplopodes, particulièrement du point de vue de leur teneur en sucre.

sur le terrain ainsi qu'en laboratoire, nous avons pu extraire quelques premières données — certes incomplètes — que nous exposons ci-dessous.

Le 11 juin 1964 et en laboratoire, nous avons obtenu deux pontes, l'une d'une trentaine d'œufs et l'autre de 30 à 35 ; elles provenaient de parents récoltés le 29 avril dans un champ de betteraves à Bossière. Ces œufs étaient subsphériques, de couleur blanc-jaunâtre. Les jeunes iules sont apparus après une incubation de 11 jours ; ils se sont développés assez rapidement (comparativement à la vitesse avec laquelle avaient crû les autres *Iulidae* étudiés).

La première hibernation (observée sur le terrain) semble se passer principalement au stade VII, la deuxième au stade IX (principalement aussi) et la troisième au stade XI. Ces Diplopodes continuent alors à vivre pendant plusieurs années mais la population diminue fortement avec le temps.

Les caractères morphologiques sexuels ne semblent pas apparaître chez les mâles avant le stade IX ; à cet âge, le cinquième des individus sont matures tandis qu'au stade suivant, ce sont les deux tiers qui sont aptes à se reproduire*.

Si l'alimentation de *C. teutonicus* est à rapprocher à certains points de vue de celle de *B. guttulatus* et d'*A. pallidus*, elle diffère néanmoins de celle de *C. silvarum*, *C. frisius* et *S. sabulosum*. Il est certain que suivant la règle chez les Diplopodes, *C. teutonicus* mange des matières végétales en décomposition, notamment des feuilles sèches et même fraîchement tombées comme l'a montré LYFORD (38). Il est encore probable comme le prétend d'ailleurs

* Le plus jeune mâle adulte observé par SCHUBART (55) répond à une formule segmentaire égale à 38/3, ce qui, d'après notre expérience et pour autant que le développement post-embryonnaire des bêtes inventoriées par cet auteur soit comparable à celui que nous avons établi pour notre région, correspond également au stade IX (38 = nombre total de segments, y compris le telson, 3 = nombre de segments apodes postérieurs, c'est-à-dire de la zone de prolifération). Suivant SAHLI et LAVRUTT (51) la maturité n'apparaît chez les mâles qu'au stade X et pour des individus ayant pour formule segmentaire 39/3 et 40/3. D'après nos courbes de développement, les mâles matures répondant à ces formules se rapporteraient non pas au stade X mais bien au stade IX. Il est possible cependant que le développement de *C. teutonicus* ne soit pas le même en Sarre qu'en Belgique ; c'est ce qui pourrait justifier la différence d'interprétation.

BLOWER (13), que cette espèce peut encore être rencontrée en forêt où elle dispose d'une abondante litière.

Nous pouvons en outre affirmer personnellement qu'elle se développe abondamment aussi dans les terres cultivées. Dans ce dernier milieu, il n'y a évidemment pas de litière mais bien d'importants déchets de culture (chaumes de céréales, collets de feuilles de betteraves, racines diverses, etc...) qui sont chaque année enfouis dans le sol peu de temps après la récolte ; le déchaumage par exemple réincorpore à la terre beaucoup de matières organiques entrant rapidement en décomposition.

Malgré nos très nombreuses investigations menées dans le domaine de la grande culture et spécialement celle de la betterave, nous n'avons jamais trouvé de *C. teutonicus* au pied des plantules, en train de ronger des tissus vivants, contrairement à ce qui se passe pour *B. guttulatus* et *A. pallidus*, alors que ces trois espèces peuvent cohabiter. Il semble bien certain en outre que *C. teutonicus* (comme nous le dirons immédiatement ci-dessous) ingère et vit de terres humifères. Dans nos élevage, nous avons maintenu en vie de ces iules pendant de nombreux mois uniquement dans la terre arable limoneuse (terre à betterave de Bossière). Ils l'ingéraient complètement et finalement plusieurs fois, par réabsorption de leurs propres fèces, lorsqu'on négligeait à dessein de renouveler le milieu. Ils s'y sont bien développés et y ont mué à diverses reprises.

Le limon humifère convient donc pour leur alimentation mais il est certain que l'espèce peut se nourrir complémentarément et de préférence peut être, de produits de décomposition riches en azote comme il s'en trouve dans le fumier de ferme incorporé aux champs (cf HERRKE) (34) ou encore dans l'enracinement des plantes de cultures pluriannuelles comme des légumineuses (luzerne, trèfle).

Ce *Cylindroiulus* peut occasionner certains dégâts aux cultures. FAVARD (29) a cité l'envahissement de la cavité des melons aux approches de la maturité par des centaines de bêtes ainsi que des morsures à des tubercules de pomme de terre, rendant ceux-ci impropres à la consommation. BONNEMAISON (15) fait savoir qu'il

ronge parfois (outre les tubercules) des laitues, des haricots et des citrouilles. D'autres observateurs signalent encore des dégâts mais il s'agit principalement de pomme de terre.

Le fait que ce Diplopode semble préférer des parties de végétaux très aqueux, donne à penser que ce n'est pas tellement des tissus jeunes ou des matières sucrées (comme c'est le cas pour les iules de la betterave) qu'ils recherchent mais avant tout, l'eau qu'ils contiennent ou la masse déliquescence produite par la pourriture humide s'installant sur les tissus blessés et meurtris.

Signalons enfin que des cas de périodomorphose ont été décrits chez cette espèce mais que pour notre part, nous n'en avons rencontré aucun.

4. *Cylindroiulus silvarum* MEINERT.

Suivant BLOWER & GABBUTT (14), les nids de cette espèce sont invariablement placés sous l'écorce de troncs ou de branches tombées. Ils signalent que les œufs sont pondus au cours d'une période s'étendant de mai à août et il faudrait une quinzaine de jours pour qu'ils éclosent. Cet état qu'ils nomment « pupoïde »*, dure 5 jours comme d'ailleurs le stade larvaire I. En élevage, il s'écoulerait donc 24 jours entre la ponte et l'apparition des bêtes de stade II. Ils estiment que cette durée dans la nature serait de 30 jours. On trouverait des iules au stade II de juin à septembre, au stade III de juillet à octobre, au stade IV de septembre à octobre (mais aussi d'août à décembre, si nous interprétons correctement un des graphiques représentés). Ces bêtes hivernent pour la première fois aux stades IV et V (quelques unes également au stade III) et pour la deuxième fois au stade VII (ou à un stade plus avancé, mais ceci n'est pas clair, écrivent ces auteurs). Lors de la troisième hibernation, les bêtes ont atteint le stade VIII.

* Lorsque ces iules sortent de l'œuf, ils sont pratiquement immobiles. Ils sont d'ailleurs apodes et ils ne s'alimentent pas. Au bout de quelques jours, la larve se dépouille de la mince membrane qui l'entoure et il apparaît alors un iule ayant une tête, six segments postcéphaliques — dont trois sont munis d'une simple paire de pattes — et un telson. Pour certains observateurs, la larve apodé sortant de l'œuf constitue le stade I ; d'autres comme les auteurs cités et nous-mêmes, considèrent que cette larve constitue en quelque sorte un stade typiquement embryonnaire mais libre ; la larve hexapode représente donc pour nous le stade I. DEMANGE (25) adopte également le terme « pupoïde ».

Les caractères sexuels secondaires, notamment l'absence de pattes au 7^e segment des mâles, apparaissent au stade VII. La maturité sexuelle est atteinte au cours du 3^e hiver. Le stade VIII est donc le premier qui soit mature. Par dissection, BLOWER & GABBUTT (*op. cit.*), ont pu déterminer que le nombre d'œufs présents avant la ponte, était de 20 à 30 pour les femelles ayant atteint le stade IX et de plus de 40 pour celles du stade X. Toujours suivant les mêmes observateurs, il ne semble pas y avoir de mâles « intercalaires » chez ce *Cylindroiulus*.

Pour notre part, nous avons observé que la ponte pouvait avoir lieu de mai à juillet (ce qui correspond assez bien aux données de BLOWER & GABBUTT) dans des morceaux de bois mais aussi dans le sol minéral à quelques centimètres de profondeur (ce qui est contraire aux affirmations de ces auteurs). Nous avons observé que la plupart de ces Diplopodes hivernaient pour la première fois lorsqu'ils avaient atteint le stade V ; un petit nombre cependant le faisait aux stades IV ou VI. Les femelles passent leur second hiver aussi bien aux stades VII que VIII ou IX, les mâles principalement aux stades VII et VIII, quelques fois aussi au stade IX. Enfin, nous avons capturé quelques rares femelles hivernant pour la troisième fois ; elles avaient atteint le stade XI. Pour le milieu considéré (terril de Bernissart), il semble bien que la mortalité naturelle ait été importante à partir des stades VIII-IX et que les individus atteignant le stade X sont peu nombreux. Lors de leur deuxième hiver, aucun des mâles de stade VII n'était morphologiquement adulte ; la moitié des stades VIII et la presque totalité des stades IX l'étaient.

Pour la maturité sexuelle apparente, nos chiffres sont comparables à ceux des auteurs cités ci-dessus ainsi qu'à ceux de SAHLI (47)*. Par contre, ainsi qu'on peut aisément le constater, le développement que nous venons d'esquisser pour *C. silvarum* est nettement et régulièrement plus rapide que celui décrit par BLOWER & GABBUTT. Il serait très utile de justifier ce décalage ; s'agit-il d'individus appartenant à des races particulières se comportant différemment ou bien de l'influence du climat ou de celle du milieu lui-même

* SAHLI (47) a observé sur des individus capturés en Sarre que 19 mâles sur 23 et 16 femelles sur 17 étaient morphologiquement matures dès le stade VIII, que 30 sur 32 mâles et toutes les femelles l'étaient au stade IX et que tous les mâles le devenaient au stade X.

(sol et litière) ? A ce propos, il nous paraît utile de préciser que la presque totalité de nos observations ont été faites sur des bêtes provenant du terroir de Bernissart — milieu qui nous a paru convenir parfaitement au développement de cette espèce — et que nous n'avons pas pu obtenir suffisamment d'animaux en d'autres endroits pour établir des courbes de développement comparatives et valables.

Il ne semble pas que cet iule effectue de spectaculaires déplacements épigés comme ceux dont nous parlerons pour *Schyzophyllum sabulosum*. Certains auteurs, dont SAHLI (47), rapportent l'avoir vu se promener sur des substrats tels que des schistes ou la voûte d'entrée d'une ardoisière, d'autres sur des végétaux couchés sur le sol. Ces pérégrinations sont certainement peu fréquentes. Les déplacements verticaux dans le sol ne paraissent pas bien considérables non plus pour cette espèce. Ils séjournent normalement dans des morceaux de bois ou dans la couche supérieure formée par la litière et la partie humifère du sol minéral ; ils ne s'enfoncent que de quelques centimètres dans ce dernier pour y hiverner, y pondre, y muer ou s'y mettre à l'abri au cours des périodes chaudes et sèches*.

Nous avons remarqué, aussi bien par l'observation des biotopes auxquels il est inféodé qu'au cours de nos élevages, que

* Dans une étude très fouillée sur l'économie de l'eau chez les Diplopodes (parmi lesquels il considère *C. silvarum*), SAUDRAY (53) fait remarquer que l'élément hydrique occupe une place prépondérante dans leur développement et leur comportement. D'importantes pertes en eau ont lieu lors de la défécation (les fèces contiennent une certaine quantité d'eau de « transit », proportionnelle à la richesse en eau des aliments) ainsi que par perspiration (respiration accompagnée d'évaporation à travers les téguments d'autant plus importante que le milieu ambiant est plus sec). Suivant cet auteur et très logiquement semble-t-il, ces pertes sont principalement compensées par l'eau libre qui se trouve dans la nourriture consommée. Ils peuvent cependant aussi pallier à une trop faible hydratation des aliments solides par une ingestion directe d'eau par voie buccale. En dehors de ces apports directs (eau d'imbibition des aliments ou eau de boisson), ils peuvent enfin — comme on l'a déjà observé chez les insectes, mais dans une mesure plus faible semble-t-il — disposer d'une certaine quantité d'eau résultant de la fragmentation de molécules lipidiques. Cet auteur a établi que les lipides contenus dans les aliments, sont en partie retenus dans l'organisme, en partie détruits, fournissant ainsi les molécules d'eau. En période de disette prolongée qui coïncide très souvent avec une importante sécheresse, les Diplopodes, comme la plupart des animaux d'ailleurs font appel à leurs réserves pour couvrir les besoins énergétiques que l'alimentation ne peut fournir ; ils disposent de ce fait d'une certaine quantité d'eau métabolique.

C. silvarum est plus sensible à la dessiccation que *C. frisius* ou que *S. sabulosum*. Pour ce qui concerne le régime alimentaire de *C. silvarum*, on sait qu'il se nourrit de feuilles et de préférence (ou exclusivement) de bois. Cependant comme SAUDRAY (*op. cit.*) et BARLOW (1) l'ont expliqué, ils ne sont à proprement parler ni des xylophages ni des phyllophages puisqu'ils n'assimilent ni la lignine ni la cellulose (ni d'ailleurs l'amidon). En réalité, ils ne digèrent que le mycelium plus ou moins altéré des champignons qui provoquent l'altération du bois et des feuilles. On peut donc conclure qu'une faible partie seulement de la nourriture est absorbée utilement. Pour se nourrir, cette espèce, comme d'ailleurs beaucoup d'autres Diplopodes, doivent donc ingérer d'importantes quantités d'aliments ; de ce fait, ils joueraient un rôle non négligeable dans la fragmentation mécanique et l'humification des litières de certains sols.

5. *Cylindroiulus frisius* VERHOEFF.

La documentation bibliographique traitant de la biologie de cette espèce n'est pas très abondante. Nous avons déjà rapporté au chapitre III des données écologiques mentionnées par BARLOW ainsi que par BLOWER & GABBUTT. Ces deux derniers auteurs fournissent également d'intéressants renseignements sur le développement post-embryonnaire de ce mille-pattes ; nous en exposons la synthèse ci-après.

BLOWER & GABBUTT n'ont jamais trouvé d'œufs, ni en nature, ni en élevage. Ils estiment néanmoins que la période de ponte est moins longue que celle de *C. silvarum*. Ils ont trouvé des individus de stade II de juin à août et de stade III de juillet à septembre. *C. frisius* hiverne pour la première fois aux stades IV et V (quelques uns au stade III), pour la deuxième fois aux stades VII et VIII (quelques uns au stade VI), pour la troisième fois aux stades VIII et IX, pour la quatrième aux stades IX et X et pour la cinquième aux stades X et XI. Une génération chevaucherait donc deux stades.

Les caractères sexuels secondaires apparaissent au stade V. Une partie des femelles et des mâles deviennent morphologiquement matures au stade VII, une autre partie au stade VIII, le reste au stade IX. Les femelles peuvent donc vivre 3 (ou 4) années à l'état adulte. La première ponte est possible dès le deuxième printemps (alors que chez *C. silvarum*, elle avait lieu au 3^e printemps seulement).

En observant le contenu des gaines ovariennes, BLOWER & GABBUTT ont remarqué que ces organes ne renfermaient que 6 à 12 œufs à la fois. Ceux-ci sont déposés par petits paquets, au cours d'une période s'étendant sur plusieurs mois.

Certaines de nos observations faites sur des individus provenant de la côte belge, diffèrent quelque peu de celles rapportées ci-dessus. C'est ainsi que le pourcentage des individus de stade VI capturés en hiver était le plus élevé, comparativement aux autres stades ; au contraire BLOWER & GABBUTT n'ont jamais récolté pendant la mauvaise saison que quelques rares bêtes ayant atteint ce stade VI*. Il ne nous paraît pas impossible que les individus nés en début de génération, passent leur 1^{er} hiver au stade VI et que ceux nés tardivement, hivernent une première fois aux stades III et IV et une deuxième fois au stade VI. Des bêtes ayant atteint ce même stade VI pourraient ainsi appartenir à deux générations. On comprend dès lors qu'il est malaisé pour ne pas dire impossible, d'observer le développement de chaque génération, par échantillonnage sur le terrain comme nous avons pu le faire par exemple pour *C. silvarum*** . Nous ne pouvons pas encore nous prononcer sur les étapes du développement au-delà du premier hiver. Il nous semble, cependant, qu'il est plus rapide que pour les *C. frisius* observés par BLOWER & GABBUTT***. Les durées de vie nous ont paru aussi moins longues, car nous n'avons observé que quel-

* Ces auteurs déclarent que ces individus de stade VI hivernaient pour la deuxième fois.

** Cette difficulté est encore accentuée chez *C. frisius* par le fait suivant : lors de chaque mue, on sait que la bête acquiert un certain nombre de segments supplémentaires (c'est le phénomène d'anamorphose dont on a parlé au chapitre I) ; on pourrait donc théoriquement, en comptant le nombre de segments, déduire le nombre de mues et corrélativement le stade de croissance de chaque individu observé ; si le nombre de segments périodiquement apparus est constant pour les tout premiers stades, il varie malheureusement par la suite. Un iule peut par exemple s'accroître de 2 segments lors d'une mue et de 2 autres lors de la mue suivante ; un autre du même âge ayant grandi de 4 segments en une seule mue aurait atteint apparemment le même stade que le précédent alors qu'il n'en est rien. Ceci représente évidemment un cas extrême mais qui peut exister. On assiste ainsi à un véritable « télescopage » des stades. Tout comme BLOWER & GABBUTT, nous avons démontré qu'un *C. frisius* ayant 34 segments à double paires de pattes (38 segments pédifères pour ces observateurs) peut appartenir à l'un des 4 stades suivants : VIII, IX, X, ou XI.

*** Nous avons déjà fait remarquer que le développement de notre *C. silvarum* était aussi nettement plus rapide.

ques rares femelles ayant atteint le stade X et quelques rares mâles de stade IX. Nous avons constaté qu'une partie des mâles devenaient matures au stade VII et que la totalité l'étaient au stade VIII. Nous n'avons pas fait d'observations dans ce domaine sur les femelles.

Les emplacements de ponte, de mue et d'hivernation de *C. frisius* doivent être comparables à ceux décrits pour *C. silvarum* avec cette différence cependant que la première espèce est moins sensible à la dessiccation ; par contre, elle est moins bien protégée que la deuxième qui, comme nous l'avons dit, a la possibilité de s'abriter dans une litière plus épaisse ou à l'intérieur du bois qu'elle ronge. Du point de vue, alimentaire, *C. frisius* est très peu exigeant (le moins parmi les différentes espèces étudiées), se nourrissant principalement de feuilles en décomposition relativement sèches ; il est probable aussi qu'il puisse ingérer et assimiler en partie l'humus lui-même.

6. *Schizophyllum sabulosum* LINNÉ.

Cette espèce communément appelée « Iule des Sables » a intéressé beaucoup de chercheurs et d'observateurs ; elle a inspiré de nombreux écrits, le plus, probablement, parmi les Diplopodes.

LATZEL (37) est le premier à avoir observé son développement post-embryonnaire ; ses travaux ont été complétés par ceux de HALKKA (31) ; SAHLI & LAVOIGNAT (50) ont appliqué à *S. sabulosum* la méthode du comptage des ocelles composant le champ ocellaire, mise au point par SAUDRAY (52) sur *C. silvarum**.

* VACHON (59) et après lui SAUDRAY (*op. cit.*) ont observé, l'un pour un iule africain *Pachylobus ligulatus* VOGES, l'autre pour *C. silvarum*, qu'une rangée d'ocelles venait s'ajouter au champ ocellaire après chaque mue. C'est ainsi que normalement au stade I, il n'y a pas d'ocelle (l'iule est aveugle) ; au stade II, il y a un ocelle ; au stade III, apparaissent deux nouveaux ocelles ; au stade IV, une nouvelle rangée ayant le plus souvent 3 ocelles s'est formée et ainsi de suite (Chez certaines espèces, le nombre d'ocelles par rangée peut devenir constant puis se réduire ensuite pour les rangées apparaissant aux stades plus âgés). On peut donc en principe trouver le stade atteint en comptant le nombre de rangée d'ocelles. Cette méthode n'est malheureusement pas d'application générale : certaines espèces sont aveugles ; chez d'autres, il ne semble pas que le champ ocellaire se développe d'une façon aussi régulière ou bien encore le champ ocellaire gauche diffère parfois du droit. Chez certaines espèces, les ocelles se confondent en une masse plus ou moins homogène de telle sorte qu'il est impossible de distinguer les rangées.

Il nous a paru intéressant de résumer ci-dessous les observations fouillées faites en Finlande par HALKKA sur *S. sabulosum* et de les comparer à ce que nous avons constaté et déduit en Belgique.

D'après cet auteur, la période d'activité de cet iule s'étend généralement en Finlande de début juin (parfois mai) à fin septembre ; elle dure donc approximativement 4 mois.

La ponte peut avoir lieu de mi-juillet à fin-août, parfois plus tard. La femelle dépose ses œufs dans une petite cavité qu'elle creuse dans l'humus humide, sous une motte de gazon, une plaque de lichen, ou dans une crevasse abritée. Le nombre d'œufs est variable, de 60 à 350 (à peu près 200 en moyenne).

Les mâles deviennent parfois morphologiquement matures au stade IX mais le plus fréquemment ils le sont au stade X. Toujours suivant HALKKA (donc pour la Finlande), le stade I se développe généralement en août et le stade II en août et septembre. L'iule hiverne pour la première fois au stade III que l'on peut observer depuis octobre jusqu'en mai. Il parcourt 3 stades (IV, V et VI) au cours de la bonne saison suivante pour passer le deuxième hiver au stade VII (quelques individus hivernent également aux stades VI et VIII). Les troisième et quatrième hivers se passeront lorsqu'il aura atteint respectivement les stades IX et X*. Il est encore signalé que l'hivernation a lieu généralement sous la litière à 2 ou 3 centimètres de profondeur mais parfois plus bas lorsqu'il y a accumulation de feuilles et autres détritiques dans une crevasse.

Dans notre pays, où des pontes ont été trouvées en juillet, nous avons observé dans la nature que l'iule des sables hivernait pour la première fois lorsqu'il avait atteint le stade IV (pour quelques individus) mais surtout le V et, pour la deuxième fois, les stades VIII et IX pour les femelles et principalement le VIII pour les mâles. Il semble enfin que quelques individus passent un troisième hiver au stade X ou XI. Nous n'avons pas pu observer de différences entre un milieu apparemment favorable au développement

* Pour HALKKA, la larve pupoïde apode dont nous avons fait mention dans le point 4 du chapitre IV, représente le stade I. La larve hexapode qui constitue pour nous le stade I est dénommée par cet auteur stade II et ainsi de suite. Pour rendre ses résultats comparables aux nôtres, nous avons donc dû appliquer une correction à sa numérotation. C'est ainsi par exemple que le stade que nous avons appelé X est dénommé par HALKKA XI, alors qu'il s'agit bien d'un seul et même stade.

de ces iules, tel le terril de Bernissart, et un autre qui paraissait l'être moins comme à Oostduinkerke ou en Gaume.

La maturité sexuelle apparente s'observe au stade IX, ce qui correspond bien aux renseignements fournis par HALKKA et aussi par SAHLI & LAVOIGNAT*.

Ainsi qu'on peut le constater, le développement de *S. sabulosum* est nettement plus accéléré dans notre pays qu'en Finlande, ce qui est explicable par la différence entre les durées des périodes d'activité qui sont de 7 mois au moins chez nous (probablement de mars ou avril jusqu'en octobre ou novembre) et de 4 mois en Finlande.

Nous ne pouvons exposer dans cette communication toutes les caractéristiques biologiques propres à cet iule ; signalons simplement que CHALANDE (22) a étudié les organes génitaux mâles et femelles, l'accouplement et l'appareil respiratoire, que VERHOEFF (65) a fait des observations sur la ponte, que celui-ci (66) ainsi que HALKKA (31), et d'autres encore, ont étudié sa périodormorphose ; ce dernier auteur le fit d'une façon très approfondie ; VAN DEN BRUEL et BOLLAERTS (61) ont décrit l'envahissement des lieux habités par ces Diplopodes et ont envisagé les moyens d'y remédier.

Nous nous réservons cependant d'examiner encore ci-dessous deux points qui ont retenu notre attention ; il s'agit de l'alimentation de ces iules et des déplacements spectaculaires qu'ils entreprennent au cours de certaines années.

Pour ce qui concerne l'alimentation, il nous paraît intéressant de relater en premier lieu les expériences de SCHMIDT (54). Après avoir partagé une litière forestière en divers constituants**, il les

* SALHI & LAVOIGNAT (50) déclarent qu'en Sarre, ils ont observé des mâles adultes dès le stade IX mais qu'il existait encore des individus immatures aux stades IX, X, XI.

** Les diverses fractions renseignées par l'auteur étaient : feuilles humides en décomposition, aiguilles humides en décomposition, plantes herbacées humides en décomposition — petits morceaux de branches humides — petits morceaux d'écorces humides — bois humides bien décomposés — poils radiculaires — bois moisés — feuilles moisies.

donna séparément en nourriture à différents mille-pattes. Il constata alors que *S. sabulosum* comme la plupart des autres espèces, absorbaient toutes les fractions à l'exception du bois et des feuilles typiquement moisies. Cet auteur signale aussi que le matériel humide est toujours préféré au matériel sec ; le bois sec n'est que très peu ou pas absorbé. Il en sera de même d'un aliment trop humide. Le degré de décomposition semble avoir une grande importance : les substances bien décomposées sont recherchées de préférence aux autres. Les feuilles tendres se décomposant rapidement sont absorbées peu de temps après leur chute. Les feuilles dures qui présentent un rapport carbone/azote élevé, ne sont acceptées qu'après une ou plusieurs années de séjour dans la litière ; il en est de même des aiguilles de conifères.

Les observations que nous avons faites au sujet du régime alimentaire de *S. sabulosum* confirment parfaitement les déclarations de SCHMIDT.

BARLOW (1) signale à son tour que le bois vert n'est pas utilisé mais que les plantes vivantes telles que des mousses, lichens ou algues peuvent être broutés ; nous avons personnellement observé cet iule mangeant des fougères. Pour ce faire, il peut sortir du sol ou de la litière et se promener la nuit (rarement le jour) en surface et même grimper sur les végétaux. Suivant BARLOW encore — et nous partageons cette opinion — il est moins xylophage (donc plus phyllophage) que *C. silvarum*. SOKOLOV (57) enfin et nous-mêmes pensons que cette espèce doit, pour bien faire se nourrir d'un tiers de particules minérales et de deux tiers de matières végétales. On comprend dès lors l'importance du rôle que peut jouer cet iule dans la formation locale des sols.

En résumé, nous dirons donc que *S. sabulosum* ingère des particules de sol (dont il digère probablement une partie de l'humus) des feuilles et du bois (ce dernier dans une mesure moindre semble-t-il) le tout étant bien décomposé, de façon à y trouver le mycélium qu'il peut assimiler. Il absorbe également mais en faible quantité semble-t-il, des parties aériennes (et peut-être souterraines) de végétaux vivants.

Les déplacements massifs ou « migrations » de Diplopodes sont

bien connus* : ils ont surtout été observés dans les pays tropicaux, en Afrique, et en Amérique du Sud mais aussi en Asie, en Europe et en Amérique du Nord. CLOUDSLEY-THOMSON (23) a dressé une liste bibliographique relatant ces faits pour les années antérieures à 1949. De l'analyse de cet inventaire, il conclut en disant que, dans les cas où les conditions climatiques ont été notées, la migration s'observe principalement (tout au moins dans les pays à climat tempéré) pendant la bonne saison et par temps chauds, surtout pour *S. sabulosum*. A plus d'une reprise, on a constaté que les myriapodes en déplacement pouvaient être tués en grand nombre par une action directe des rayons solaires.

La liste des références rassemblée par CLOUDSLEY-THOMSON a été complétée par DEMANGE (24) pour la période allant de 1949 à 1960. Ce spécialiste des myriapodes décrit lui-même le cas d'un important rassemblement de *S. sabulosum* dans les Basses-Alpes ; ce phénomène se répétait annuellement d'avril-mai à septembre, avec des intensités variables d'année en année.

Personnellement, nous avons étudié en Belgique les migrations de l'Iule des sables, principalement à Bernissart mais aussi à Montzen et à Oostduinkerke. Nous avons constaté qu'au premier endroit, elles auraient été importantes dès 1958, qu'elles y auraient été les plus nombreuses en 1962, pour diminuer en 1963 et plus encore en 1964. En 1965, les déplacements ont été relativement rares car la population était très faible en cette année. A Montzen, les *S. sabulosum* voyageant en surface étaient très abondants en 1963 mais le nombre d'individus trouvés l'année suivante était insignifiant. A Oostduinkerke, les déplacements furent extrêmement intenses en 1961 et probablement moins en 1962 ; on a rien constaté de particulier en 1964 et 1965. En Gaume, nous avons observé que l'espèce était rare en 1964 et plus encore l'année suivante.

Il semble donc bien que l'on puisse dire qu'en Belgique les déplacements massifs de l'Iule des sables ont été fréquents au cours

* Pour se rendre compte de leur importance, il suffit de signaler qu'ils ont provoqué à plusieurs reprises l'arrêt de trains : les roues motrices des locomotives ne parvenaient plus à adhérer au rail du fait de l'écrasement de trop nombreux iules. PASZLAVSKY (40) cite le phénomène pour *Chromatoiulus unilineatus* KOCH en Hongrie et VERHOEFF (64) pour *S. sabulosum* en France ; le Japonais ESAKI (28) relate un fait analogue.

d'une période (quelque peu variable suivant les régions) allant de 1960 à 1963. Par la suite, on a assisté à une diminution progressive locale de la densité des individus émigrants en surface et même à leur disparition presque complète en certains endroits.

Tous les individus capturés au cours de leurs déplacements tant mâles que femelles étaient matures et prêts pour la reproduction*. D'autres auteurs ont déclaré avant nous que tous les *S. sabulosum* voyageant à l'air libre étaient adultes**.

Suivant BARLOW (1), les femelles sont plus fréquentes que les mâles en début de migration mais, par la suite, on observe plutôt le contraire. Pour notre part, nous avons calculé que, parmi les *S. sabulosum* en déplacement, il y avait le 24 mai 1963, $\frac{2}{3}$ de femelles et le 10 juin suivant, $\frac{1}{3}$; par contre, le 24 avril 1964, nous dénombrions 9 % de femelles seulement.

Peut-être y a-t-il lieu de mettre cette constatation en relation avec le fait que 1964 n'a pas été à Bernissart une « année à migration » typique, c'est-à-dire que les femelles n'auraient guère eu tendance à quitter leur gîte*** alors que seuls les mâles se sont mis en mouvement.

Il nous a semblé que les déplacements étaient interrompus (tout au moins sur les surfaces découvertes, soumises à l'action directe du soleil), lorsque la température devenait assez élevée (de l'ordre de 30°C) et que, en même temps, l'air était relativement sec (humidité relative inférieure à 50 %).

Au sujet de la justification des mouvements migratoires, les écrits ne sont pas très explicites; nous émettons une opinion qui est à considérer comme une simple hypothèse. Nous dirons tout d'abord qu'il nous a semblé qu'au cours des dernières années (depuis 1963) les populations (ensemble d'individus de tous âges) de *S. sabulosum*, présents dans le sol même, ont

* Nous avons observé le jour même et les jours suivants de nombreux cas d'accouplements dans les bocaux où ils étaient placés immédiatement après leur capture; les pontes et les éclosions ont été nombreuses au cours des semaines suivantes.

** DEMANGE (24) fait savoir cependant que la plupart des *S. sabulosum* dont il décrit le rassemblement dans les Basses-Alpes étaient de jeunes bêtes. Ceci nous paraît être anormal, sauf s'il ne s'agit pas d'un cas de déplacements tels que nous les avons observés. L'auteur parle d'ailleurs d'un « rassemblement » et non de déplacement ou de migration.

*** Leur environnement immédiat étant suffisamment favorable à la descendance par suite d'une population peu dense.

régressé et ce, en nette corrélation avec la diminution des apparitions massives des adultes en surface. Nous pensons donc avoir assisté à un retour à une densité normale de l'espèce après que celle-ci eut atteint son « point critique » parmi les différentes phases de sa gradation*, l'abondance maximum ayant été enregistrée vers 1960-1963. Il est très vraisemblable que les multiplications massives observées ont été la conséquence de conditions écologiques favorables ayant influencé antérieurement et pendant plusieurs années successives certaines phases sensibles du développement de cet iule. La surpopulation aurait été rendue possible par le nombre relativement élevé d'œufs que peut pondre en une fois une seule femelle (une moyenne de 200 suivant HALKKA) et par le fait que chaque pondreuse peut se reproduire au cours de deux et peut-être même trois années consécutives.

Nous pensons que les conditions de milieu et spécialement celles de température et d'humidité sont d'action prépondérante dans ce phénomène de multiplication, excluant (peut-être même totalement) l'influence de l'alimentation. Nous ne pensons pas non plus, sauf peut-être dans l'un ou l'autre cas local et dès lors exceptionnel, que les parasites et les prédateurs puissent jouer un rôle important dans la limitation des populations d'*Iulidae* en général et de *S. sabulosum* en particulier. La surabondance des individus pourrait provoquer, comme cela est bien connu chez certains insectes un véritable exode des adultes au moment de la reproduction en vue d'étendre l'aire occupée par l'espèce en même temps que de trouver des biotopes nouveaux et adéquats à la descendance. Il se pourrait aussi que l'espèce obéisse à un certain tropisme semblable à celui observé chez beaucoup d'espèces entomologiques dont le développement se déroule à l'obscurité; c'est le cas pour la plupart des insectes des denrées alimentaires entreposées et beaucoup de xylophages. Chez de tels organismes mâles et femelles sont phototropiques positifs de l'éclosion imaginaire à l'accouplement; dès que ce dernier phénomène s'est accompli, le tropisme s'inverse et les pondreuses vont à la recherche des milieux obscurs,

* Dans l'analyse des multiplications massives et excessives chez les insectes, on distingue une « phase progressive » séparée d'une phase régressive » par un « point critique » de durée variable et correspondant à la densité maximum de la population; les différents mouvements de cette dernière constituent une « gradation » (terme allemand couramment francisé).

favorables à leur descendance ; par ailleurs, l'obéissance à un tel impératif est hautement favorable à la fécondation croisée autrement dit à la vigueur de l'espèce comme à l'extension de l'aire de dispersion et à la découverte de milieux favorables. Cette conception pourrait s'appliquer semble-t-il à *S. sabulosum* ; l'abandon des milieux d'évolution de chaque individu pourrait être la règle et les déplacements massifs qui ont tant impressionné les chercheurs et observateurs ne seraient pas dans ce cas le résultat d'une modification ou d'un comportement individuel mais tout simplement la conséquence d'un mouvement effectué par un grand nombre d'individus dès lors facilement observable et même spectaculaire. Cette seconde façon d'interpréter les événements ne s'oppose pas à la première que nous avons émise ci-dessus ; elle n'est pas non plus en contradiction avec le fait que certaines conditions écologiques pourraient présider à des déplacements massifs.

A propos de la physique de l'habitat il est intéressant de mentionner le fait clairement mis en évidence par PERTTUNEN (42) et par BARLOW (1) c'est-à-dire que l'Iule des sables a tendance au cours de la fin de l'automne et de l'hiver à rechercher des milieux très humides (humidité relative : 100 %). Par contre, à partir de mars jusqu'à septembre, les adultes choisissent (*in vitro*) des milieux à taux hydrique plus faible. Cette inversion dans le préférendum vis-à-vis de ce facteur paraît impressionner davantage les femelles en début de la période et par la suite seulement, les mâles. Les mêmes auteurs ont prouvé également que les adultes deviennent plus résistants à la dessiccation au cours de la même période avec de nouveau une certaine avance pour les femelles par rapport aux mâles. Le phénomène de la migration serait ainsi et complémentirement conditionné par une variation momentanée dans le comportement vis-à-vis de l'humidité et favorisé par une plus grande résistance (momentanée également) à la dessiccation.

RESUME

Le premier chapitre retrace la position systématique des Myriapodes. Ceux-ci comprennent 4 groupes : *Chilopodes*, *Symphiles*, *Pauropodes* et *Diplopodes*. Parmi ces derniers, sont classés les *Opistospermatophora* qui comprennent les *Blaniulidae* et les *Iulidae*, familles qui ont été plus spécialement examinées des points de vue taxonomique et anatomique.

Les principaux biotopes où furent rencontrés les Iules étudiés sont décrits dans le chapitre II. Il y a d'abord les terres limoneuses de culture convenant particulièrement à la betterave sucrière ; viennent ensuite les terres de jardins à base de limon également, mais dont les sols ont été fortement remaniés par des remblayages, des déplacements de terres ou des apports de diverses matières organiques ou minérales. La troisième catégorie comprend les biotopes sur substrats filtrants ; ceux-ci sont constitués par des sables relativement grossiers, sauf en un cas où il s'agit d'un terril de charbonnage abandonné (donc formés de débris de schistes en voie de décomposition).

Le chapitre III étudie l'écologie de six Diplopodes : *Blaniulus guttulatus* BOSCH, *Archiboreoiulus pallidus* BRADY-BIRKS, *Cylindroiulus teutonicus* POCOK, *Cylindroiulus silvarum* MEINERT, *Cylindroiulus frisius* VERHOEFF et *Schizophyllum sabulosum* LINNÉ. On rencontre les trois premiers dans les sols limoneux de culture et dans les jardins. *C. silvarum* vit dans les litières sur sols limoneux aussi bien que sur substrats filtrants ; sa présence est plutôt conditionnée par l'existence de bois en décomposition. Quant aux deux dernières espèces, *C. frisius* et *S. sabulosum*, elles n'ont été observées que sur les substrats filtrants. On a également étudié les réactions de ces diplopodes vis-à-vis de l'humidité et pour certains, de la température.

Enfin le cycle biologique et le comportement des six mêmes espèces sont décrits dans le quatrième chapitre, comparativement avec les données d'autres auteurs (quand elles existent). On y examine la reproduction, le développement post-embryonnaire, l'apparition des caractères sexuels secondaires et de la maturité, les stades atteints lors des hibernations, les déplacements verticaux au cours des différentes périodes de l'année (pour certains d'entre eux tout au moins) et enfin l'alimentation. Les migrations spectaculaires de *S. sabulosum* et leurs causes font l'objet de remarques particulières.

SAMENVATTING

Belgische diplopoden : systematiek en biotopen

Het eerste hoofdstuk schetst een overzicht van de systematiek der Myriapoden. Deze omvatten 4 groepen : *Chilopoden*, *Symphila*, *Pauropoden* en *Diplopoden*. Tot deze laatste groep behoren de *Opistospermatophora*, welke de *Blaniulidae* en de *Iulidae* omvatten ;

beide families werden meer in 't bijzonder onderzocht van uit het standpunt der taxonomie en der anatomie.

De voornaamste biotopen waar de bestudeerde Juliden werden waargenomen, zijn beschreven in hoofdstuk II. Eerst en vooral hebben we de leemgronden die vooral voor de suikerbietteelt geschikt zijn; nadien komen de tuingronden eveneens op basis van leem, maar waarvan de bodem sterk omgewerkt werd door aanaarden, verplaatsingen van grond of door aanvoer van verscheidene organische of minerale stoffen. De derde categorie omvat de biotopen of filtrerende substraten; deze bestaan uit relatief grof zand, uitgezonderd in één geval waar het gaat om een verlaten steenkoolheuvel.

Hoofdstuk III bestudeert de Oekologie van zes Diplopoden: *Blaniulus guttulatus* BOSC., *Archiboreoiulus pallidus* BRADE-BIRKS, *Cylindroiulus teutonicus* POCOK, *Cylindroiulus silvarum* MEINERT, *Cylindroiulus frisius* VERHOEFF en *Schizophyllum sabulosum* LINNÉ. Men ontmoet de eerste drie in de lemige kultuurgronden en in de tuinen. *C. silvarum* leeft in de strooisellaag op leemgronden alsmede op filtrerende substraten; de aanwezigheid van deze soort is eerder gebonden aan het voorhanden zijn van zich ontbindend hout. De laatste twee soorten, *C. frisius* en *S. sabulosum*, werden slechts waargenomen op filtrerende substraten. Eveneens werden de reacties dezer diplopoden bestudeerd t.o.v. de vochtigheid en voor sommigen t.o.v. de temperatuur.

De biologische cyclus en het gedrag der zes vermelde soorten worden beschreven in het vierde hoofdstuk, dit in vergelijking met de gegevens van andere auteurs (voor zo ver deze voorhanden zijn). Men bestudeert er de vermeningvuldiging, de postembryonale ontwikkeling, het verschijnen van secundaire geslachtskenmerken en van de rijpheid, de bereikte stadia bij de overwintering, de verticale verplaatsingen tijdens de verschillende perioden van het jaar (althans voor sommigen) en eindelijk de voeding. De spectaculaire migraties van *S. sabulosum* en hun oorzaken maken het voorwerp uit van bijzondere bemerkingsen.

A. G.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARLOW C.A., 1957. — A factorial analysis of distribution in three species of diplopods — *Tydschr. voor Entom.* Deel 100. Aflevering 3.
2. BARLOW C.A., 1958. — Distribution and seasonal activity in three species of diplopods — *Arch. Neerland. Zool.* 13 (1).

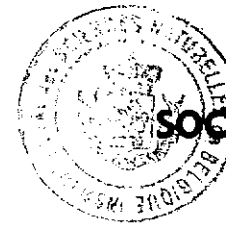
3. BAURANT R., 1964. — Les dégâts d'Iules sur jeunes betteraves — *Bull. Inst. Agron. et Sta. Rech. Gembloux, Belgique.* T. XXXII, n° 1.
4. BAURANT R., 1965. — Action iulicide comparée de quelques insecticides — *Zeventiende Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie*, Gent, 4 mei 1965.
5. BAURANT R. & BIernaux J., 1964. — Essais de détermination en laboratoire du pouvoir iulicide de certains insecticides. — *Zestiende Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie*, Gent, 5 mei 1964.
6. BIernaux J., 1965. — Au sujet d'un essai d'appâtage des iules mouchetés (*Blaniulus guttulatus* Bosc. et *Archiboreoiulus pallidus* Br.-Bk.) — Communication présentée à l'Association pour les Etudes et Recherches de Zoologie appliquée et de Phytopathologie (A.E.R.Z.A.P.), le 9 décembre 1964. *C.R. Parasitica.* T. XXI, n° 2, pp. 74-75.
7. BIernaux J., 1965. — Piégeage et population d'iules dans les champs de betteraves — *Zeventiende Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie*, Gent, 4 mei 1965.
8. BIernaux J., 1965. — Activités des Iules et croissance des jeunes betteraves — Communication présentée à l'Association pour les Etudes et Recherches de Zoologie appliquée et de Phytopathologie. (A.E.R.Z.A.P.) le 23 juin 1965. *C.R. Parasitica* — (à paraître).
9. BIernaux J., 1965. — Quelques mises au point en matière de biologie des iules de la betterave — Considérations actuelles sur certains iulicides — *Communication n° 1 du Centre de Recherches Zoologiques appliquées (CEZOO)*, 44, rue du Moulin, Gembloux (Belgique).
10. BIernaux J. & BAURANT R., 1964. — Au sujet de la présence de *Blaniulus guttulatus* Bosc. et de *Archiboreoiulus pallidus* Br.-Bk. dans les couches supérieures du sol au moment des semis des betteraves — *Zestiende Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie*, Gent, 5 mei 1964.
11. BIernaux J. & BAURANT R., 1964. — Observations sur l'hibernation de *Archiboreoiulus pallidus* Br.-Bk. — *Bull. Inst. Agron. et Sta. Rech. Gembloux, Belgique.* T. XXXII, n° 3.
12. BLOWER J.G., 1965. — Millipedes and Centipedes as soil animals — In *Soil Zoology*, London.
13. BLOWER J.G., 1956. — Some relations between millipedes and the soil — *VI^e Congrès de la Science du sol*, Paris.
14. BLOWER J.G. & GABBUTT P.D., 1964. — Studies on the millipedes of a Devon Oak Wood — *Proc. Zool. Soc. Lond.* Vol. 143, Part. 1.
15. BONNEMAISON L., 1961. — Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Tome I — (S.E.P.). Paris.
16. BONTE E., 1961. — Contribution à la connaissance de l'Ecologie et de la Biologie de *Blaniulus guttulatus* Bosc. — *Travail de fin d'études, Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux, Belgique.* (Non publié).
17. BRENY R., 1964. — Considérations actuelles sur le problème des Iules mouchetés en culture betteravière — *Bull. Inst. agron. et Sta. Rech. de Gembloux, Belgique.* T. XXXII, n° 1.
18. BRENY R., 1964. — Bases biologiques de la lutte contre les Iules de la betterave — *Association pour les Etudes et Recherches de Zoologie appliquée et de Phytopathologie* (A.E.R.Z.A.P.). Communication présentée le 8 avril 1964. *C.R. Parasitica.* T. XX, n° 4, pp. 193-195.
19. BROLEMANN H.W., 1930. — Eléments d'une Faune des Myriapodes de France. Chilopodes. — *Toulouse.*

20. BROLEMANN H.W., 1935. — Myriapodes Diplopodes (Chilognathes I) in *Faune de France*, Paris.
21. CHABOUSSOU F., 1935. — Les Myriapodes dans leurs rapports avec l'agriculture — *Rev. Zool. Agr. et appl.* n° 9 à 12.
22. CHALANDE J., 1905. — Recherches sur les Myriapodes du Sud-Ouest de la France — *Bull. de la Soc. d'Hist. nat. Toulouse*. Tome 39, n° 3.
23. CLOUDSLEY-THOMPSON J.L., 1949. — The significance of migration in Myriapods — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 12 : 2.
24. DEMANGE J.M., 1960. — Sur un important rassemblement de *Schizophyllum sabulosum* (L.) (Myriapode-Diplopode) *Cahiers des naturalistes N.S.*, T. 16. Fasc. 4.
25. DEMANGE J.M., 1963. — Myriapodes — in *Zoologie 2, Encyclopédie de la Pléiade*, Tours.
26. DE QUEKER I., 1957. — A new species of *Leptoïulus* VERHOEFF (Diplopoda) — *Bull. Ann. Soc. Ent. Belg.* 93.
27. DE QUEKER I., 1962. — Bijdrage tot de studie van de Diplopoden van België — *Biologisch jaarboek, Dodona*.
28. ESAKI T., 1934. — Diplopods obstructive to the railway traffic — *Bot. and Zool., Tokyo*, T. 2 (4).
29. FAVARD P., 1952. — Dégâts anormaux des Iules en Provence — *Phytoma* n° 141, Sept.-Oct.
30. FOX R.M. & FOX J.W., 1964. — Introduction to comparative entomology — *New York*.
31. HALKA R., 1958. — Life History of *Schizophyllum sabulosum* (L.) *Ann. Zool. Soc. «Vanamo»*, T. 19. N° : 04, Helsinki.
32. HANOTIAUX G., 1954. — Les sols de la ferme de l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux — *Annales de Gembloux, Belgique*, 2° Trim.
33. HENRARD G., 1958. — Carte des sols de la Belgique. Texte explicatif de la planchette de Binche (152 W) — *Comité pour l'établissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique, Gand*.
34. HERBKE G., 1962. — Untersuchungen über das Vorkommen von Tausendfüßlern in landwirtschaftlich genutzten Böden des Dauerdüngungsversuches auf Dikopshof — in *Die Beeinflussung der Bodenfauna durch Düngung, Hamburg*.
35. HUBERT P. & MOORMANN FR., 1963. — Carte des sols de la Belgique. Texte explicatif de la planchette de De Panne (35 E) — *Comité pour l'établissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique, Gand*.
36. KINKEL H., 1955. — Zur Biologie und Ökologie des getüpfelten Tausendfüßlers *Blaniulus guttulatus* GERV. — *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 37, Jul.
37. LATZEL R., 1884. — Die Myriapoden der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Zweite Hälfte: Die Symphylen, Pauropoden und Diplopoden — *Wien*.
38. LYFORD W.H., 1943. — The palatability of freshly fallen forest tree leaves to millipedes — *Ecology* 24.
39. MANTON S.M., 1954. — The evolution of arthropod locomotory mechanisms. Part. 4. The structure, habits and evolution of the *Diplopoda* — *J. Linn. Soc. (Zool.)*, 42.
40. PASZLAVSKY J., 1879. — Massenhaftes Erscheinen von Tausendfüßlern — *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*. XXVIII.

41. PECROT A. & REMY J., 1960. — Carte des sols de la Belgique. Texte explicatif de la planchette de Spy (143 E) — *Comité pour l'établissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique, Gand*.
42. PERTTUNEN V., 1953. — Reaction of Diplopods to the relative humidity of the air — *Ann. Zool. Soc. «Vanamo»* 16 : 1.
43. PIERRARD G., 1961. — Réflexion sur *Blaniulus guttulatus* Bosc. — Communication présentée à l'Association pour les Études et Recherches de Zoologie appliquée et de Phytopathologie. (A.E.R.Z.A.P.) le 12 avril 1961. *Parasitica*. T. XVII, n° 3.
44. PIERRARD G., 1961-1962. — Sensibilité d'*Archiboreoiulus pallidus* BR.-BK. à certains insecticides — *Travail présenté à l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux (Belgique) pour l'obtention du Certificat d'Études spéciales en Phytopharmacie et Phytiairie* (non publié).
45. PIERRARD G. & BAURANT R., 1963. — Une technique de détermination de la valeur iulicide des insecticides — *Bull. Inst. agron. et Sta. Rech. Gembloux, Belgique*. T. XXXI, n° 2.
46. PIERRARD G., BONTE E. & BAURANT R., 1963. — Observation sur l'hibernation de *Blaniulus guttulatus* Bosc. (Myriapode-Diplopode-Blaniulidae) — *Bull. Inst. agron. et Sta. Rech. Gembloux, Belgique*. T. XXXI, n° 1.
47. SAHLI F., 1955. — Présence en Sarre et contribution à l'étude du développement post-embryonnaire de *Cylindroiulus (Aneuloboiulus) silvarum* MEINERT 1868 — *Ann. Univ. Saraviensis, Sciences*. IV, 1/2.
48. SAHLI F., 1955. — Diplopodes de Sarre — *Ann. Univ. Saraviensis, Sciences* 4, IV.
49. SAHLI F., 1957. — Diplopodes de Sarre (deuxième contribution) — *Ann. Univ. Saraviensis, Sciences* VI, 4/1.
50. SAHLI F. & LAVOIGNAT P., 1964. — Données sur le développement post-embryonnaire du Diplopode: *Schizophyllum sabulosum* (L.) — *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 258. Séance du 27 avril 1964.
51. SAHLI F. & LAVRUT F., 1963. — Données sur le développement post-embryonnaire du Diplopode: *Cylindroiulus teutonicus* Pocock — *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 256. Séance du 18 février 1963.
52. SAUDRAY Y., 1952. — Développement post-embryonnaire d'un Iulide indigène *Cylindroiulus (Aneuloboiulus) silvarum* MEINERT — *Arch. Zool. exp. et gén., Notes et Revue*. T. 89, n° 1.
53. SAUDRAY Y., 1961. — Recherches biologiques et physiologiques sur les Myriapodes Diplopodes — *Mém. Soc. Linn. Normandie N-S. Sect. Zool.* (Mém. n° 1) 2.
54. SCHMIDT (von) H., 1952. — Nahrungswahl und Nahrungsverarbeitung bei Diplopoden (Tausendfüßlern). — *Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark*, Band 81/82.
55. SCHUBART O., 1934. — Tausendfüßler oder Myriapoda I: *Diplopoda* — in F. Dahl, *Die Tierwelt Deutschlands*, Teil 28.
56. SCHUBART O., 1960. — Die Zahl der in 200 Jahren zoologischer Forschung (1758-1957) beschriebenen Myriapoden-Arten. — *Zool. Ang.* 165.
57. SOKOLOV D.F., 1955. — The role of millipedes in the decomposition of organic material in soils under forest plantations in steppes — *Doklady Akad. Nauk. SSSR* 100 (3).
58. TISCHLER W., 1955. — Influence of soil type on the epigeic fauna of arable land — in *Soil Zoology*, London.

59. VACHON M., 1947. — Contribution à l'étude du développement post-embryonnaire de *Pachylobus ligulatus* VOGES (Myriapodes, Diplopodes, Spirobolides). Les étapes de la croissance. — *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 11 sér., 9.
60. VAN DEN BERGHE C., 1964. — La végétation terrestre du littoral de l'Europe occidentale — *Les naturalistes belges*, 45-46, juin-juillet 1964.
61. VAN DEN BRUEL W.E. & BOLLAERTS D., 1963. — Moyens mécanique et électrique de protection contre les Arthropodes aptères, spécialement contre l'Iule des sables *Schizophyllum sabulosum* L. (Diplopode-Iulidae) — *Zestiende Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie*. Gent, 5 mei 1964.
62. VAN DER DRIFT J., 1951. — Analysis of the animal community in a beech forest floor — *Medec. Inst. Toegep. biol. Onderz. Nat.* 9.
63. VERHOEFF K.W., 1893. — Über ein neues Stadium in der Entwicklung von Iuliden — *Männchen-Zool. Anz.* XVI, pp. 20-26.
64. VERHOEFF K.W., 1900. — Wandernde Doppelfüssler, Eisenbahnzüge hemmend — *Zool. Anz.* XXIII.
65. VERHOEFF K.W., 1913. — Erscheinungszeiten und Erscheinungsweisen der reifen Tausendfüßler Mitteleuropas und zur Kenntnis der Gattungen *Orabainosoma* und *Oxydactylon* — *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien* 63.
66. VERHOEFF K.W., 1928. — Diplopoden — in *Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches* 5, 11. Alt., 1 Teil.

E 7.000



BULLETIN & ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE D'ENTOMOLOGIE
DE BELGIQUE

Association sans but lucratif, fondée le 9 avril 1855

Publié avec le concours du Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture
et de la Fondation Universitaire de Belgique

TABLE DES MATIÈRES

Organisation administrative	IV
Liste des membres.	V
Publications de la Société	XIX
Séances, adhésion, cotisation, bibliothèque	XX
Compte rendu de l'assemblée générale du 9 janvier 1966	XXI
Compte rendu de l'assemblée mensuelle du 9 janvier 1966	XXXIII
» » » » 2 février 1966	XXXIV
» » » » 2 mars 1966	XXXVII
Compte rendu de l'assemblée générale extraordinaire du 2 avril 1966	XXXVIII
Compte rendu de l'assemblée mensuelle du 2 avril 1966	XXXVIII
» » » » 7 mai 1966	XLV
» » » » 2 juin 1966	XLVI
» » » » 1 ^{er} sept. 1966	XLIX
» » » » 6 oct. 1966	LI
» » » » 3 nov. 1966	LVII
» » » » 1 ^{er} déc. 1966	LXII
Bibliographie.	XLI, XLII, XLIII, LXVII
BARLET J. — La musculature thoracique d'un Machilide	XLVII
BENOIT P.L.G. — Contribution à l'étude des <i>Urocteidae</i> africains (<i>Aranea - Labidogn.</i>)	191 (n° 11)
BIERNAUX J. — Diplopodes intéressants pour la faune belge.	XXV