

Etude des peuplements de Diplopodes dans six associations forestières du Jura et du Plateau suisse (région neuchâteloise)

Autor(en): **Pedroli-Christen, Ariane**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **104 (1981)**

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89166>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS DE DIPLOPODES
DANS SIX ASSOCIATIONS FORESTIÈRES DU JURA
ET DU PLATEAU SUISSE
(RÉGION NEUCHÂTELOISE)

par

ARIANE PEDROLI-CHRISTEN

AVEC 4 FIGURES ET 6 TABLEAUX

INTRODUCTION

Les investigations écologiques récentes sur les Diplopodes de notre pays font presque totalement défaut. Après nos études sur ce groupe dans une tourbière du Jura (PEDROLI-CHRISTEN 1977, 1978), nous avons entrepris dans la région neuchâteloise des investigations dans des milieux forestiers allant de l'étage collinéen à l'étage montagnard supérieur. De mars 1977 à février 1978, nous avons effectué, à l'aide de trois méthodes de prélèvements, une analyse comparative ayant trait à la faunistique, aux aspects qualitatifs et quantitatifs des peuplements de Diplopodes.

DESCRIPTION DES MILIEUX

Le long d'un transect allant de la plaine au sommet de la première chaîne du Jura, six milieux forestiers distincts et bien définis du point de vue de leur composition végétale ont été choisis (fig. 1). Leurs caractéristiques sont brièvement présentées ci-dessous. Il s'agit d'une forêt riveraine située à proximité du lac de Neuchâtel; d'une hêtraie de plaine; et sur le premier flanc du Jura, d'une chênaie buissonnante et de trois types de hêtraies, présentant chacune des différences phytosociologiques déterminées en fonction de l'altitude et du climat. Toutes les hêtraies sont des climax climatiques de la région, alors que les deux autres milieux sont des forêts spécialisées = climax stationnel ou climax édaphique.

Gampelen (Seewald). — Coordonnées: 569/205; altitude: 430 m.

Cette forêt riveraine est du type *Alno-Fraxinetum*, modifié par des plantations de *Populus nigra*. C'est une forêt à humidité élevée, claire, permettant un fort développement de la strate herbacée. Le sol est jeune,

lessivé hydromorphe à gley, composé d'une couche d'humus neutre (pH 7) de 20 cm environ de type moder, reposant directement sur du sable lacustre. La proximité du lac engendre de fortes variations du niveau de la nappe phréatique qui se trouve entre 30 et 50 cm de profondeur, mais qui peut affleurer en régime pluvieux, ou s'abaisser en période de sécheresse.

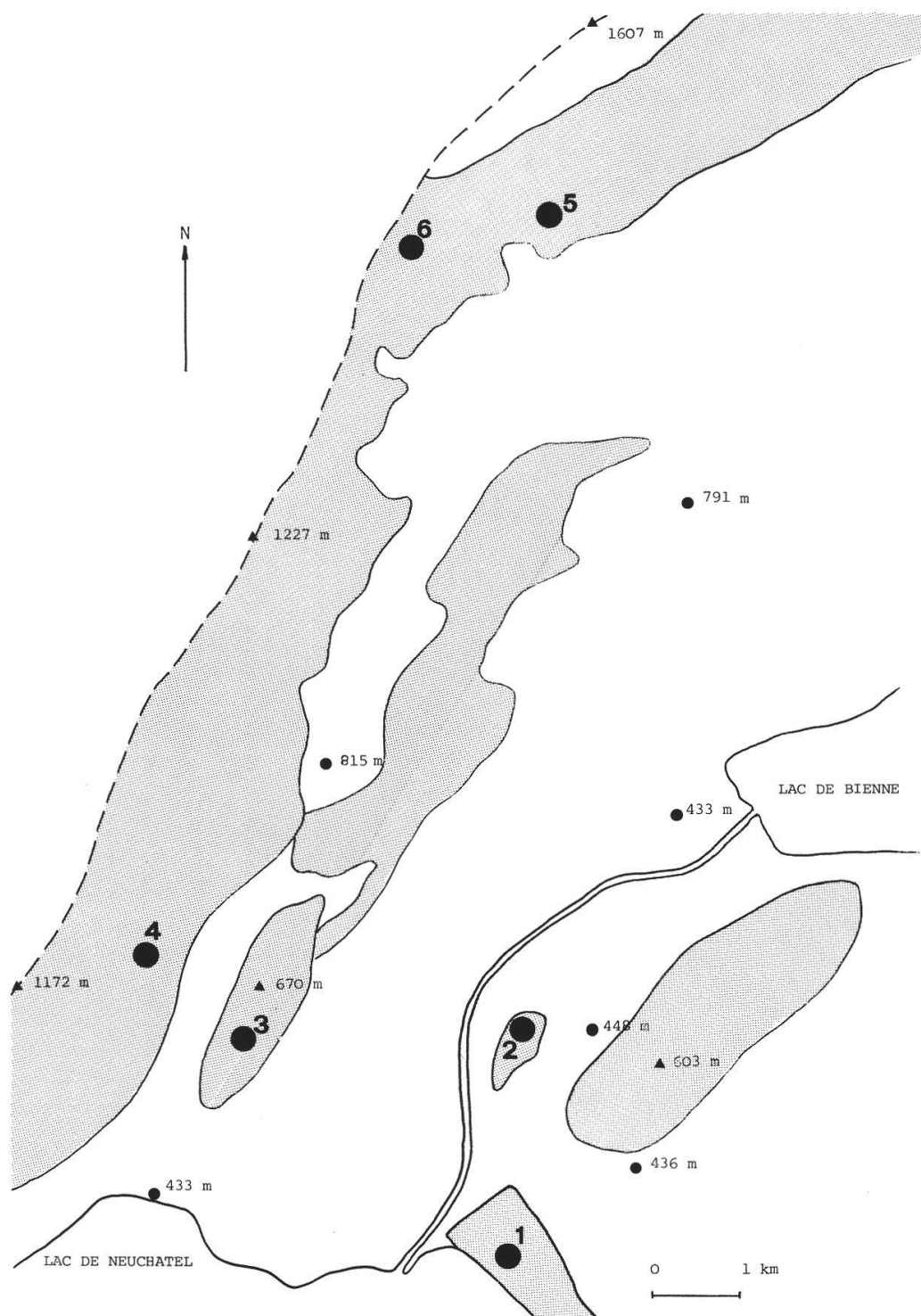


Fig. 1. Situation géographique des milieux étudiés. 1: Gampelen, 2: Gals, 3: Châtoillon, 4: Voëns, 5: Chasseral A, 6: Chasseral B.

Gals. — Coordonnées: 569/208; altitude: 450 m.

C'est une hêtraie acidophile du type *Asperulo-Fagetum*. L'arbre dominant est *Fagus silvatica*. La strate herbacée est peu développée et discontinue, et comprend plusieurs espèces indicatrices de sols lourds ou acides. Elle croît sur un affleurement de molasse d'eau douce. Le sol est composé d'une couche épaisse et compacte de limon argileux. En surface, le pH est de 4,2. Une épaisse couche de litière recouvre complètement le sol, maintenant une humidité élevée constante. L'humus du type mull n'est que faiblement développé.

Châtoillon. — Coordonnées: 566/208; altitude: 560 m.

C'est une chênaie buissonnante, *Coronillo-Quercetum*, bien développée. Elle a un caractère thermophile à tendance subméditerranéenne. Dans notre transect, c'est le milieu le plus sec. Les arbres (*Quercus pubescens* × *petraea*, *Acer opalus*, *Fraxinus excelsior*) sont de faible hauteur; la strate arbustive est très riche, formant un sous-bois épais; la litière est peu épaisse. Le sol est une rendzine forestière noire, qui n'est que très faiblement développée; la roche mère, calcaire, est apparente à de nombreux endroits et présente une érosion en lapiez. L'humus est légèrement acide (pH 6), du type mull.

Voëns. — Coordonnées: 565/209; altitude: 730 m.

Sur le versant sud de la première chaîne jurassienne, la hêtraie à laïches, *Carici-Fagetum*, succède à la chênaie buissonnante lorsque l'on passe à l'étage montagnard inférieur. Cette association est également caractérisée par des espèces thermophiles. La litière, plus épaisse que celle du milieu précédent, maintient une certaine humidité. Cette forêt pousse sur un sol peu développé, riche en squelette, du type rendzine forestière humique carbonatée, neutre à légèrement acide (pH 6,5). L'humus est du type mull à moder.

Chasseral A et B. — Coordonnées: 570/218 et 568/217; altitudes: 1150 m et 1300 m.

Lorsqu'on passe à l'étage montagnard supérieur, la hêtraie à sapins, *Abieti-Fagetum*, remplace la hêtraie à laïches. C'est une forêt plus fraîche et plus humide, mélangée de hêtres, *Fagus silvatica*, et de sapins, *Abies alba*, avec quelques érables sycomores, *Acer pseudoplatanus*, et épicéas, *Picea abies*. Avec l'altitude, ces deux dernières essences prennent de plus en plus d'importance dans le peuplement, qui tend alors vers l'association de l'étage subalpin, la hêtraie à érables, *Aceri-Fagetum*, encore plus fraîche et humide. La station de Chasseral A correspond à une hêtraie à sapins typique, alors que Chasseral B est un intermédiaire entre la hêtraie à sapins et la hêtraie à érables. Ces deux forêts poussent sur un sol du type rendzine forestière brute, légèrement acide en surface (pH 6). Des dalles calcaires affleurent à Chasseral A en plusieurs endroits. L'humus est du type mull à moder.

MÉTHODES

De mars 1977 à février 1978, nous avons récolté des Diplopodes dans les milieux étudiés selon trois méthodes de capture: — extractions au « Tullgren », — pièges Barbers, — « planches ».

Les périodes de capture sur le terrain ont été moins nombreuses en altitude qu'en plaine en raison de l'enneigement prolongé. Si le nombre de prélèvements est relativement faible, l'abondance du matériel récolté nous permet cependant de dégager les caractéristiques principales de la faune des Diplopodes du transect étudié.

Extractions au « Tullgren »

Deux échantillons ont été prélevés à intervalle régulier dans chaque milieu, sauf pendant la période d'enneigement. Ainsi, 14 échantillons ont été effectués à Gampelen, Gals, Châtoillon et Voëns, 13 à Chasseral A et 10 à Chasseral B. Chaque échantillon, de $\frac{1}{4}$ m², comprenait la litière et la couche humifère. Les prélèvements ont été placés dans un extracteur du type Tullgren, tel qu'il a été décrit par AFFOLTER (1980).

Pièges Barbers

Nos Barbers (16 par milieu), consistaient en des gobelets de plastique de 6,5 cm de diamètre et de 8 cm de profondeur, remplis au tiers d'éthylène-glycol à 20 %. Ils étaient enfoncés dans le sol, de manière que leur bord affleure exactement la surface. Un couvercle fixé sur une tige et situé à 2 cm au-dessus du piège protégeait le contenu de la pluie. Ils ont été relevés à intervalles réguliers; 21 fois à Gampelen, Gals, Châtoillon et Voëns, 17 fois à Chasseral A et 14 fois à Chasseral B.

Planches

Cette méthode originale a été décrite précédemment (PEDROLI-CHRISTEN 1977). Huit planches standard ont été disposées dans les différents milieux et relevées 19 fois à Gampelen, Gals, Châtoillon et Voëns, 14 fois à Chasseral A et 13 fois à Chasseral B.

RÉSULTATS

Aspect quantitatif

Les densités annuelles moyennes ont été calculées à partir d'extractions au Tullgren. Les résultats (tableau I) montrent d'emblée que les deux forêts spécialisées (Gampelen et Châtoillon) sont très riches. Les densités trouvées dans les trois hêtraies du flanc jurassien sont moyennes et à peu près équivalentes. Par contre, la hêtraie de plaine est beaucoup plus pauvre. La proportion d'immatures capturés varie fortement selon les milieux: de 33 % pour Gampelen à 71 % pour Châtoillon.

Les résultats des Barbers (tableau II) vont dans le même sens que ceux obtenus par les prélèvements de sol. C'est à nouveau dans les forêts spéciali-

TABLEAU I

Densités moyennes annuelles des Diplopodes (ind./m²)

	Gampelen	Gals	Châtoillon	Voëns	Chasseral A	Chasseral B
Nombre de relevés	28	28	30	29	28	20
Adultes + Subadultes ¹	151,6	16,4	70,8	38,2	43,3	32,6
Immatures	75,3	16,3	174,8	61,4	46,1	40,6
Total	226,9	32,7	245,6	99,6	89,4	73,2

¹ Subadultes : immatures dont les caractères sexuel secondaires sont visibles.

TABLEAU II

Moyennes annuelles des Diplopodes capturés par les pièges Barbers (ind./relevé)

	Gampelen	Gals	Châtoillon	Voëns	Chasseral A	Chasseral B
Nombre de relevés	21	21	21	21	17	14
Adultes + Subadultes ¹	61,1	8,5	57,9	61,0	25,8	20,1
Immatures	12,7	0,5	42,9	4,4	3,8	3,4
Total	73,8	9,0	100,8	65,4	29,6	23,5

¹ Subadultes : immatures dont les caractères sexuels secondaires sont visibles.

TABLEAU III

Moyennes annuelles des Diplopodes capturés sous les planches (ind./relevé)

	Gampelen	Gals	Châtoillon	Voëns	Chasseral A	Chasseral B
Nombre de relevés	19	19	19	19	14	13
Adultes + Subadultes ¹	16,8	6,2	33,0	12,0	7,9	6,2
Immatures	6,2	0,4	9,2	0,9	0,7	1,2
Total	23,0	6,6	42,2	12,9	8,6	7,4

¹ Subadultes : immatures dont les caractères sexuels secondaires sont visibles.

sées que le plus grand nombre d'individus a été capturé. Les deux hêtraies de l'étage montagnard supérieur montrent un nombre de captures relativement semblable, tandis qu'à Gals il est nettement plus faible. La proportion d'immatures n'excède pas 17 %, sauf à Châtoillon où elle s'élève à 43 %.

Les moyennes annuelles des captures sous les planches (tableau III) fournissent une image similaire à celles obtenues par les deux autres méthodes. La part des immatures varie selon les milieux entre 6 % et 22 % du nombre des captures.

Aspect qualitatif

Du tableau V, il ressort que les quatre stations de pente ont un nombre voisin d'espèces, les différences provenant pour une bonne part d'espèces capturées accidentellement et qui n'appartiennent pas vraiment à la faune du sol (*Polyxenus lagurus*, *Nemasoma varicorne*). Les deux forêts de plaine par contre abritent un nombre d'espèces plus faible.

Il ressort en outre que dans presque tous les milieux, ce sont les Barbers qui ont capturé le plus grand nombre d'espèces. On constate toutefois qu'aucune méthode n'a permis de capturer la totalité des espèces dans un lieu, sauf les Barbers à Gampelen.

Aspect faunistique

26 espèces au total ont été capturées dans l'ensemble des stations. (Tableaux IV et V).

Glomeridae

Glomeris conspersa, *G. marginata*, *G. undulata* et *G. intermedia* ont une vaste aire de répartition en Europe occidentale. *G. connexa* se trouve plutôt en Europe centrale, tandis que *G. jurassica* a une répartition très discontinue: Jura allemand (VERHOEFF 1915); France orientale (RIBAUT 1954); Grande-Bretagne (BLOWER 1957; BOCOOCK et al. 1973).

Nous avons trouvé *G. conspersa*, *G. undulata* et *G. intermedia* dans tous nos milieux. *G. marginata* n'a été capturé qu'à Châtoillon et Voëns. *G. connexa* est peu fréquente à Gals, Châtoillon, Chasseral A et B. Il est vraisemblable que cette espèce soit également présente à Voëns. Enfin *G. jurassica* (exclusivement des femelles et des immatures) a été trouvée dans les quatre milieux du flanc jurassien, et ceci seulement par la méthode des prélèvements de sol. Il s'agit d'une espèce nouvelle pour la Suisse.

Chordeumatidae

Parmi les quatre espèces récoltées, *Chordeuma silvestre* a une large répartition en Europe occidentale. *Orthochordeumella pallidum* ne se

rencontre que dans les Alpes occidentales d'Allemagne, en Suisse, au Tyrol septentrional, dans la Meuse et en Haute-Savoie. *Orthochordeumella fulvum* n'a été signalé que dans le Jura suisse, dans les Vosges et dans quelques localités de la rive droite du Rhin, alors que *Microchordeuma scutellare* présente, comme *G. jurassica*, une répartition curieusement discontinue: Isère, Grande-Bretagne et Piémont (BLOWER 1957).

TABLEAU IV

Liste taxonomique des Diplopodes

Polyxenidae

Polyxenus lagurus Latreille, 1802

Glomeridae

Glomeris marginata (Villers, 1789)

Glomeris conspersa C.L. Koch, 1847

Glomeris undulata C.L. Koch, 1844

¹ *Glomeris connexa* C.L. Koch, 1847

Glomeris intermedia Latzel, 1884

² *Geoglomeris jurassica* Verhoeff, 1915

Chordeumatidae

Chordeuma silvestre Latzel, 1884

² *Microchordeuma scutellare* Ribaut, 1913

Orthochordeumella pallidum (Rothenbühler, 1899)

Orthochordeumella fulvum fulvum (Rothenbühler, 1899)

Craspedosomatidae

Macheriophoron cervinum (Verhoeff, 1910)

Helvetiosoma alemannicum jurassicum (Verhoeff, 1911)

Craspedosoma alemannicum Verhoeff, 1910

Trachygonidae

² *Halleinosoma noricum* Verhoeff, 1913

Polydesmidae

Polydesmus angustus (Latzel, 1884)

Polydesmus denticulatus C.L. Koch, 1847

Polydesmus helveticus helveticus Verhoeff, 1894

Polydesmus testaceus C.L. Koch, 1847

Blaniulidae

Nemasoma varicorne C.L. Koch, 1847

Julidae

Cylindroiulus nitidus (Verhoeff, 1891)

Leptophyllum nanum (Latzel, 1884)

Julus scandinavicus (Latzel, 1884)

Leptoiulus simplex glacialis (Verhoeff, 1894)

Schizophyllum sabulosum (Linné, 1758)

Tachypodoiulus niger (Leach, 1815)

¹ La systématique de cette espèce est encore confuse.

² Espèces nouvelles pour la Suisse.

TABLEAU V
Fréquence en % des adultes et subadultes par milieu et par méthode
(1: extraction au « Tullgren »; 2: pièges Barbers; 3: planches)

Espèces	Gampelen			Gals			Châtaillon			Voëns			Chasseral A			Chasseral B		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>P. lagurus</i>							0,6											
<i>G. connexa</i>				0,6			1,1	6,5	0,8								0,4	
<i>G. conspersa</i>	3,0	15,8	6,3	26,9	39,8	22,0	25,2	27,5	35,6	11,1	48,3	33,6	0,6	18,9	14,4	1,8	12,4	6,2
<i>G. intermedia</i>	0,1	0,2	0,3	18,3	22,2	48,3	8,6	14,9	11,0	4,4	24,1	17,5	7,2	34,4	33,3	3,6	37,7	26,2
<i>G. marginata</i>		0,2		0,9			7,8	16,2	31,1	2,2	19,1	14,0						
<i>G. undulata</i>	0,2	1,2	0,9	0,9	1,7	1,7	1,3	1,3	0,8	1,1	0,9	0,4				1,8	5,3	
<i>G. jurassica</i>							0,4			3,3			1,6			13,4		
<i>C. silvestre</i>					8,0	1,7	1,7	2,0	6,4			3,5				4,9	4,3	10,0
<i>M. scutellare</i>							6,5	0,1		0,4				0,2	2,7			
<i>O. f. fulvum</i>				0,9	2,8						0,1			1,6			4,3	13,7
<i>O. pallidum</i>											0,2			0,9	1,8	0,6	4,6	2,5
<i>C. alemannicum</i>			0,4	0,3										1,2				
<i>H. a. jurassicum</i>														0,5				
<i>M. cervinum</i>							0,2	2,8	3,9	2,2	2,5	3,5	2,3			1,8		2,5
<i>H. noricum</i>							0,6	0,5										
<i>P. angustus</i>	0,1	6,3	3,8											3,9			11,0	1,2
<i>P. denticulatus</i>				0,6							0,1			0,5	1,8	0,6	0,4	3,7
<i>P. helveticus</i>							0,2	0,3	0,6		0,1							
<i>P. testaceus</i>									0,2									
<i>N. varicorne</i>							0,1											
<i>C. nitidus</i>	5,0	1,1	1,2	46,9	8,5	21,2	40,3	2,5	6,1	30,7	1,3	26,6	55,4	6,7	44,1	68,9	8,5	33,7
<i>J. scandinavius</i>	2,5	13,3	5,0	4,3	8,5		5,2	0,1		44,4	0,3	1,3	32,8	1,3	0,9	2,4	4,3	
<i>L. nanum</i>	88,3	54,2	172,7											18,7				
<i>L. s. glacialis</i>	0,7	7,2	9,4				0,2	1,4	0,8		0,1							
<i>S. sabulosum</i>				0,9	7,4	5,1	0,2	24,4	1,8		2,7			3,5	0,9			
<i>T. niger</i>																		
Total individus	1070	1287	319	115	176	118	536	1218	620	270	1181	229	305	433	111	164	281	80
Total espèces/méthode	8	10	9	8	10	6	16	14	14	9	13	8	6	17	8	10	12	9
Total espèces/milieu	10			11			20			17			19			17		

Nos résultats montrent que, de tous les milieux prospectés, Gampelen se distingue par l'absence de *Chordeumatidae*. *C. silvestre* a été capturé dans les cinq autres milieux. *O. pallidum* et *O. fulvum* se trouvent dans toutes les hêtraies du flanc jurassien. C'est à Chasseral B que ces deux espèces sont les plus abondantes. *M. scutellare* a surtout été capturé à Châtoillon et à Chasseral B. Il s'agit d'une espèce nouvelle pour la faune suisse.

Craspedosomatidae

Les trois espèces de cette famille ont une répartition plus ou moins limitée à la région jurassienne et dans les contrées avoisinantes, notamment au sud de l'Allemagne, en Alsace et dans les Vosges.

Macheiriophoron cervinum a été capturé dans les quatre milieux du flanc jurassien, *Craspedosoma alemannicum* à Chasseral A ainsi qu'à Gampelen, tandis que *Helvetiosoma alemannicum jurassicum* n'a été trouvé, en nombre insignifiant, qu'à Chasseral A.

Trachygonidae

Halleinosoma noricum n'a été trouvé que dans quelques stations du sud-ouest de l'Allemagne et en Autriche dans le Salzkammergut. Nous avons capturé cette espèce dans les quatre milieux du flanc jurassien, ceci exclusivement à l'aide de la méthode des prélèvements. Il s'agit d'une espèce nouvelle pour la faune de la Suisse.

Polydesmidae

Parmi les quatre espèces trouvées, *Polydesmus denticulatus* a l'aire de répartition la plus grande, s'étendant sur presque toute l'Europe. *P. angustus*, *P. helveticus* et *P. testaceus* ont une distribution plus limitée en Europe occidentale.

Nos résultats montrent que *P. denticulatus* a été capturé dans les quatre hêtraies ainsi que dans la chênaie buissonnante; *P. helveticus* dans les quatre milieux du flanc jurassien, *P. angustus* à Gampelen et en faible nombre à Châtoillon, *P. testaceus* uniquement à Châtoillon en nombre insignifiant.

Julidae

Cylindroiulus nitidus, *Leptophyllum nanum*, *Julus scandinavus*, *Schizophyllum sabulosum* et *Tachypodoiulus niger* sont des espèces largement réparties en Europe. Seule *Leptoiulus simplex glacialis* a une aire de répartition limitée au territoire suisse et à ses régions avoisinantes.

Nos résultats montrent que *C. nitidus* se trouve en grand nombre dans tous les milieux étudiés, constituant entre 31 et 69 % du nombre total des Diplopodes capturés. Il est à relever que malgré sa densité élevée, il n'a pas été fréquemment capturé dans les Barbers. *L. nanum* a été trouvé dans les quatre milieux calcaires, mais surtout à Gampelen, où il forme le 88 % du peuplement. Les autres espèces sont moins abondantes. *J. scandinavus* n'a été trouvé qu'en plaine, *L. s. glacialis* en altitude seulement, tandis que *T. niger* occupe les hêtraies et la chênaie buissonnante. *S. sabulosum* semble localisé dans les deux milieux spécialisés et à Voëns.

ANALYSE STATISTIQUE DES RÉSULTATS

Grâce à la collaboration de M^{me} J. Moret, du Centre de calcul de Neuchâtel, nos données ont pu être traitées par un programme d'analyse factorielle des correspondances. Les trois buts essentiels étaient les suivants :

- comparaison des données selon les trois méthodes de capture ;
- microrépartition et définition locale des communautés de Diplopodes ;
- identification des milieux optimaux pour un certain nombre d'espèces.

L'analyse factorielle des correspondances permet une répartition simultanée des variables et des observations, et mesure leur dépendance. Dans notre cas, les variables sont les lieux de capture (Gampelen, Gals, Châtoillon, Voëns, Chasseral A et Chasseral B) ; les observations sont les espèces (adultes et subadultes). Pour chaque méthode de capture, une analyse a été effectuée, — chacune d'elles portant sur les périodes où nous avons des données simultanées pour les six milieux.

Analyse 1 : données récoltées par la méthode d'extraction au Tullgren entre la 16^e et la 43^e semaine.

Observations : 13 espèces.

Pourcentages de variabilité absorbés par les trois premiers axes factoriels : 1^{er} axe : 64 % ; 2^e axe : 24 % ; 3^e axe : 7 %.

Analyse 2 : données récoltées par les Barbers entre la 18^e et la 44^e semaine.

Observations : 19 espèces.

Pourcentages de variabilité absorbés par les trois premiers axes factoriels : 1^{er} axe : 54 % ; 2^e axe : 24 % ; 3^e axe : 12 %.

Analyse 3 : données récoltées par les planches entre la 20^e et la 44^e semaine.

Observations : 17 espèces.

Pourcentages de variabilité absorbés par les trois premiers axes factoriels : 1^{er} axe : 62 % ; 2^e axe : 24 % ; 3^e axe : 9 %.

Nous n'avons tenu compte que des espèces pour lesquelles au moins trois individus ont été capturés par méthode.

On constate que dans les trois analyses, les pourcentages de variabilité absorbés par les plans 1 × 2 sont très élevés, ce qui leur donne une grande signification.

Quelle que soit la méthode utilisée, il ressort des analyses une nette séparation par l'axe 1 de la forêt riveraine des autres milieux (fig. 2, 3, 4). Quatre espèces, *L. nanum*, *J. scandinavicus*, *P. angustus* et *S. sabulosum* sont caractéristiques¹ de ce milieu, particulier par son régime hydrique et par sa végétation. Les cinq autres milieux se distinguent pour les trois analyses d'une manière similaire. Il y a séparation nette entre les milieux de l'étage montagnard supérieur (Chasseral A et B) et celui de l'étage submontagnard (Châtoillon). De plus, l'analyse 2 montre une grande affinité entre les deux milieux de l'étage montagnard supérieur et ceux de l'étage montagnard inférieur et submontagnard. Seuls les plans 2 et 3, dont les pourcentages de variabilité absorbés sont faibles permettent d'identifier des espèces caractéristiques. Ainsi les résultats sont à interpréter avec prudence. Il nous paraît toutefois possible de grouper les espèces selon les étages de végétation: *G. jurassica*, *H. noricum*, *M. scutellare*, *C. nitidus*, *L. s. glacialis*, *O. pallidum*, *O. fulvum* et *P. denticulatus* appartiennent plutôt aux milieux de l'étage montagnard supérieur. Les Glomeris, excepté *G. intermedia*, ainsi que *T. niger* et *M. cervinum* s'apparentent aux deux milieux de l'étage montagnard inférieur et submontagnard; *G. connexa* étant plus particulièrement caractéristique de Châtoillon. Pour Gals, il ne ressort qu'une seule espèce caractéristique, *G. intermedia*.

¹ Nous devons préciser que les espèces qualifiées de caractéristiques le sont dans le cadre de notre transect; nous ne donnons pour l'instant pas de valeur plus générale à ce terme.

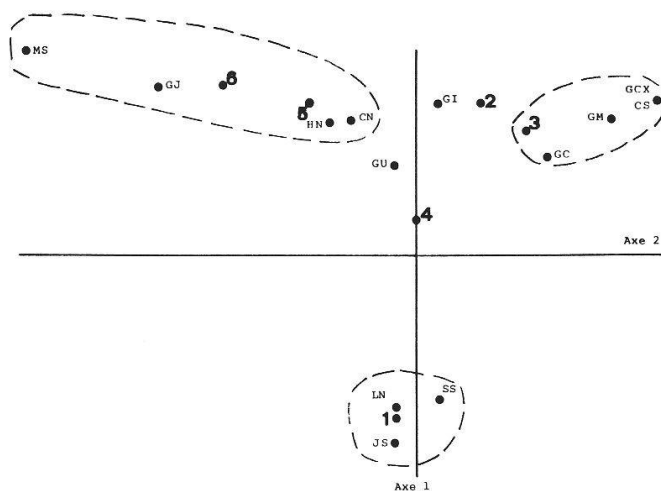


Fig. 2. Analyse factorielle des correspondances (plan 1 × 2) basée sur les données des extractions au Tullgren.

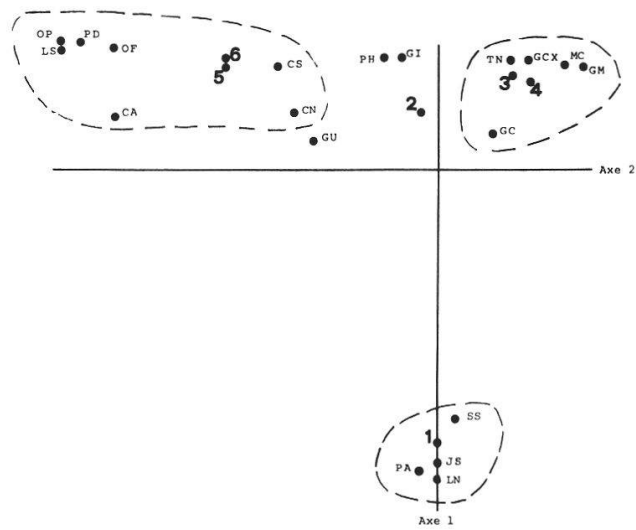


Fig. 3. Analyse factorielle des correspondances (plan 1 × 2) basée sur les données des pièges Barbers.

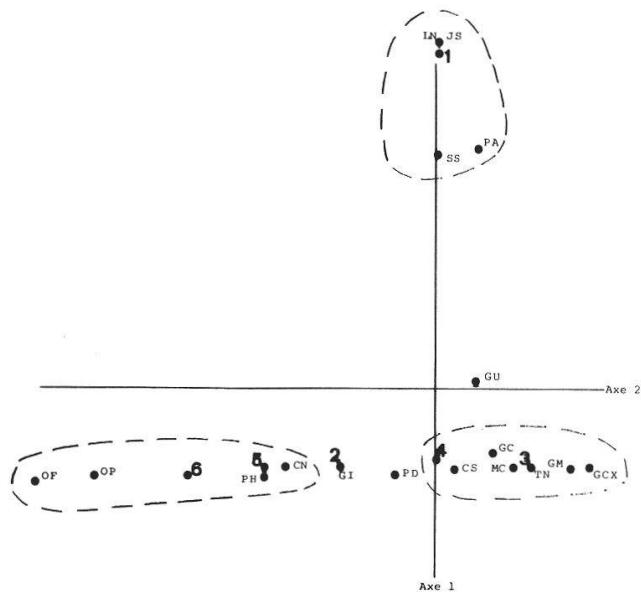


Fig. 4. Analyse factorielle des correspondances (plan 1 × 2) basée sur les données des planches.

1: Gampelen, 2: Gals, 3: Châtoillon, 4: Voëns, 5: Chasseral A, 6: Chasseral B.
 CA: *C. alemannicum*, CN: *C. nitidus*, CS: *C. silvestre*, GCX: *G. connexa*, GC: *G. conspersa*, GI: *G. intermedia*, GJ: *G. jurassica*, GM: *G. marginata*, GU: *G. undulata*, HN: *H. noricum*, JS: *J. scandinavicus*, LN: *L. nanum*, LS: *L. s. glacialis*, MC: *M. cervinum*, MS: *M. scutellare*, OF: *O. fulvum*, OP: *O. pallidum*, PA: *P. angustus*, PD: *P. denticulatus*, PH: *P. helveticus*, SS: *S. sabulosum*, TN: *T. niger*.

DISCUSSION

Les trois méthodes de capture font ressortir les mêmes tendances quant à l'abondance relative des Diplopodes dans les différents milieux. Cette constatation nous paraît toutefois surtout valable pour les chiffres globaux. En théorie, l'extraction au Tullgren présente l'avantage de fournir des chiffres absolus, cette méthode n'étant cependant pas exhaustive. Un contrôle effectué le 12 septembre 1977 après tri à la main et flottation a montré une erreur variant de 4 à 34 % selon les milieux.

L'interprétation de l'abondance relative des captures aux Barbers est plus délicate. En effet le nombre de prises dépend non seulement de la densité des espèces, mais également de leur activité, variable pour chacune d'entre elles et pour chaque phase de leur vie larvaire et adulte. Nous en voulons pour preuve que 50 % environ des individus extraits au Tullgren sont des immatures (GEOFFROY 1979, en trouve 47 %), alors que dans les Barbers, nous n'en trouvons pas 20 %. En effet ces pièges capturent principalement les stades effectuant des déplacements en surface, ceci surtout pendant la reproduction et avant les mues. De ce fait, les petites larves, peu mobiles, sont mal échantillonnées.

Les chiffres obtenus par la méthode des planches sont encore plus difficilement interprétables. L'abondance dépend à nouveau de la densité des populations. Mais l'effet attractif semble variable selon les espèces et les milieux. Leur efficacité est relativement faible en milieu forestier ; dans les milieux ouverts par contre, leur attractivité est nettement plus marquée et donne une bonne idée du peuplement en Diplopodes (PEDROLI-CHRISTEN 1977).

Les densités obtenues dans le présent travail ont été comparées avec les données d'autres auteurs ayant travaillé dans des forêts tempérées de plaine en Europe occidentale (tableau VI). Ces chiffres doivent être considérés avec réserve, chaque auteur ayant travaillé selon ses méthodes personnelles.

Dans les hêtraies que nous avons étudiées, les densités de Diplopodes sont voisines de celles observées par les autres auteurs ; elles sont en revanche plus élevées à Gampelen et à Châtoillon.

Sauf dans un cas (Barbers, Gampelen), aucune méthode n'a permis la capture de toutes les espèces dans un milieu ; cette constatation rejoint le point de vue de DUNGER (1966), qui préconise pour une telle étude l'emploi simultané de plusieurs méthodes. Du point de vue rationnel, il apparaît toutefois clairement que pour une étude faunistique, l'utilisation des Barbers est la méthode la plus efficace.

La comparaison du nombre d'espèces trouvées dans la région neuchâtoise avec les données du tableau VI montre que les forêts du flanc jurassien sont plus riches, alors que les deux milieux de plaine en ont un nombre à peu près équivalent.

Les travaux de PERTTUNEN (1953), BARLOW (1957), THIELE (1956, 1959) et HAACKER (1968) ont montré l'importance des facteurs abiotiques, de l'humidité notamment, dans la répartition des Diplopodes. THIELE (1959) groupe les espèces forestières étudiées dans le nord de l'Alle-

TABEAU VI

Densités moyennes des Diplopodes et nombre d'espèces dans diverses forêts tempérées

Milieu	Densité (ind./m ²)	Nombre d'espèces	Auteur
Hêtraie à Anemona-Asperula, mull, Danemark	177	<i>Iulus</i> spp., <i>Glomeris</i> spp., <i>Polydesmus</i> spp.	BORNEBUSH (1930)
Hêtraie à Meluca-Asperula, mull, Danemark	67	<i>Iulus</i> spp., <i>Glomeris</i> spp., <i>Polydesmus</i> spp.	BORNEBUSH (1930)
Hêtraie à Oxalis, mull, Danemark	22	<i>Iulus</i> spp., <i>Glomeris</i> spp., <i>Polydesmus</i> spp.	BORNEBUSH (1930)
Hêtraie, moor, litière très épaisse, Danemark	21 et 39	<i>Iulus</i> spp., <i>Glomeris</i> spp., <i>Polydesmus</i> spp.	BORNEBUSH (1930)
Hêtraie avec Chênes et Bouleaux, sol acide sablonneux, Hollande	80	2	VAN DER DRIFT (1951)
Hêtraie à Asperula, Suisse	33	11	présent travail
Hêtraie à Laiches, Suisse	100	17	présent travail
Hêtraie à Sapins, Suisse	89	19	présent travail
Hêtraie à Sapins tendant à Hêtraie à Erables, Suisse	73	17	présent travail
Chênaie à Charmes, sol brun lessivé, mull-moder, Belgique	60	?	LEBRUN (1971)
Chênaie à Charmes, sol podzolique très peu lessivé, France	29	12	GEOFFROY (1979)
Chênaie buissonnante, Suisse	246	20	présent travail
Erablaie à Frênes, Angleterre	97	11	BLOWER (1970)
Aulnaie à Frênes, Suisse	227	10	présent travail

magne selon leur besoin hygrique et constate un certain parallélisme avec leur répartition dans divers types de forêts. Il détermine ainsi quatre groupes d'espèces :

- a) espèces vivant aussi bien dans les associations végétales du type *Alnetum* que dans celles des *Fagetalia*, dont les besoins hygriques sont élevés et qui supportent des sols détrempés ;
- b) espèces vivant seulement dans les *Fagetalia*, dont les exigences hygriques sont élevées, mais qui sont sensibles aux sols détrempés ;
- c) espèces vivant aussi bien dans le *Fageto-Quercetum* que dans les *Fagetalia* à exigences hygriques moins prononcées ;
- d) espèces eurytopes, indifférentes au facteur humidité.

En tenant compte de la distribution des espèces dans les six milieux étudiés, ainsi que des connaissances actuelles de l'écologie de certaines d'entre elles, nous pouvons dès lors essayer de comprendre leur répartition locale.

Les espèces caractéristiques de la forêt riveraine semblent être liées à un degré d'humidité élevé, tout en supportant un sol temporairement détrempé. Ces espèces correspondraient au groupe *a* de Thiele. L'exigence hygrique très élevée de *J. scandinavus* ainsi que sa faible résistance à la dessiccation ont été démontrés par THIELE (1959) et BARLOW (1957). HAACKER (1968) décrit une réaction identique chez *P. angustus*. Il est vraisemblable que ceci soit également valable pour *L. nanum*. *S. sabulosum*, par contre, ne montre pas de préférendum hygrique, en tout cas durant la période d'activité (BARLOW 1957 ; HAACKER 1968). Cette espèce a une préférence thermique plutôt élevée et une grande résistance à la dessiccation (HAACKER 1968). Elle est eurytipe et s'accommode de milieux assez extrêmes, ce que nous avons déjà pu observer lors d'une étude de la faune d'une tourbière jurassienne (PEDROLI-CHRISTEN 1977).

Parmi les espèces caractéristiques de l'étage montagnard supérieur, on trouve une espèce alpine, *L. s. glacialis*, qui doit être considérée dans nos régions comme une relique glaciaire (BIGLER 1913), et des espèces caractéristiques des hêtraies. On peut attribuer ces espèces au groupe *b* de Thiele. Les expériences de ce dernier (THIELE 1959) et de HAACKER (1968) ont mis en évidence le préférendum hygrique élevé de *C. nitidus* et surtout sa liaison au *Fagetalia*, ce qui correspond à nos observations. Les deux *Orthochordeumella* sont caractérisés par BIGLER (1913), ROTHENBÜHLER (1899) et FAES (1902) comme des espèces de forêt humide, *O. fulvum* étant signalé également en montagne.

Les espèces caractéristiques de Châtoillon et Voëns sembleraient être moins exigeantes quant au taux d'humidité. Ceci a été démontré pour *G. marginata*, espèce indifférente au facteur humidité et résistante à la dessiccation (THIELE 1959 ; HAACKER 1968). Il est vraisemblable que *G. connexa* ait un comportement semblable, voire même plus xérophile. Selon THIELE (1959) et HAACKER (1968), *T. niger* est moins exigeante quant à l'humidité ; HAACKER (*op. cit.*) va même à la caractériser espèce forestière xérophile, ce qui rejoint nos résultats. L'espèce ressort à l'analyse comme une caractéristique de Châtoillon, notre milieu le plus sec.

G. undulata, *G. conspersa* et *G. intermedia* sont ubiquistes, relativement indifférentes au facteur humidité. Notons cependant que *G. undulata* et *G. intermedia* sont vraisemblablement plus hygrophiles que *G. conspersa*.

Remerciements

Nous tenons à remercier le professeur W. Matthey de l'aide et des conseils qu'il nous a apportés tout au long de ce travail. Nos remerciements vont également à M^{me} J. Moret, ainsi qu'au Groupe de recherche en méthodes quantitatives, Université de Neuchâtel, grâce auxquels des analyses statistiques multivariées ont pu être effectuées; à M. J. M. Gobat, qui nous a aidé lors des relevés phytosociologiques et pédologiques, ainsi qu'à M. Jean-Carlo Pedroli qui nous a assisté tant sur le terrain que dans la mise au net de ce travail.

Résumé

De 1977 à 1978, les Diplopodes de six milieux forestiers, répartis de l'étage collinéen à l'étage montagnard supérieur (4 types de hêtraies = climax climaciques; une chênaie buissonnante et une forêt riveraine = climax stationnels), ont fait l'objet d'une étude comparative. Les méthodes de capture utilisées étaient: extraction au « Tullgren », pièges Barbers et récolte sous des planches.

— Dans les six milieux, 26 espèces au total ont été recensées dont trois (*Geoglossis jurassica*, *Halleinosoma noricum* et *Microchordeuma scutellare*) sont nouvelles pour la Suisse.

— Les deux climax stationnels se caractérisent par une très grande densité en individus (246 et 227 ind. /m²), la hêtraie de plaine est la plus pauvre (33 ind. /m²).

— La chênaie buissonnante est également la forêt la plus riche en nombre d'espèces (20); les deux milieux de plaine sont les plus pauvres (11 et 10).

— Nos données traitées par l'analyse factorielle des correspondances ont fait ressortir trois groupes d'espèces caractéristiques: — de la forêt riveraine, — des deux hêtraies de l'étage montagnard supérieur, — des deux milieux de l'étage montagnard inférieur et submontagnard.

— D'après nos observations et les connaissances écologiques actuelles de certains Diplopodes, il semble que le facteur humidité joue un rôle prédominant dans la distribution de nos espèces.

Zusammenfassung

In den Jahren 1977 und 1978 wurde die Zusammensetzung der Diplopodengesellschaften in sechs Waldtypen, — zwischen der Kollinenstufe und der oberen Bergstufe —, vergleichend untersucht. (*Alno-Fraxinetum*, *Coronillo-Quercetum* = « Spezialistengesellschaften »; *Asperulo-Fagetum*, *Carici-Fagetum*, *Abieti-Fagetum*, *Aceri-Fagetum* = Klimaxwälder). Zur Aufnahme des Tierbestandes wurden

3 Untersuchungsmethoden verwendet: Bodenprobenextraktionen, Barberfallen, direkter Fang unter Brettern.

— Im Untersuchungsgebiet wurden im ganzen 26 Arten gefunden, davon sind *Geoglomeris jurassica*, *Halleinosoma noricum* und *Microchordeuma scutellare* neu für die Schweizer Fauna.

— Die Besiedlungsdichte ist in den zwei «Spezialistengesellschaften» sehr gross (246 und 227 Ind. /m²); im *Asperulo-Fagetum* ist sie am kleinsten (33 Ind. /m²).

— Die Artenvielfaltigkeit ist ebenfalls im *Coronillo-Quercetum* am grössten (20), am kleinsten ist sie in den beiden Mittellandwäldern (11 und 10).

— Anhand von Korrespondenz- und Faktorenanalysen können 3 Gruppen von Charakterarten hervorgehoben werden: im *Alno-Fraxinetum*, in den zwei oberen Bergstufenwäldern, in den zwei Wäldern der unteren Berg- und submontanen Stufen.

— Unsere Untersuchungen bestätigen die bis heute bekannten ökologischen Kenntnisse über Diplopoden, wonach der Feuchtigkeitsfaktor für die Verbreitungsregelung der Arten bestimmend zu sein scheint.

Summary

Diplopoda communities were studied in 1977 and 1978 in six forest associations from the hill stage to the high mountain stage (Climax Forest: *Asperulo-Fagetum*, *Carici-Fagetum*, *Abieti-Fagetum*, *Aceri-Fagetum*; Edaphic Climax: *Alno-Fraxinetum*, *Coronillo-Quercetum*). The sampling was carried out with Tullgren extractors, Barber traps and direct catch under boards of wood.

— 26 species were recorded altogether, three being new for the Swiss fauna (*Geoglomeris jurassica*, *Halleinosoma noricum* and *Microchordeuma scutellare*).

— The density of individual was highest in both edaphic climax (246 and 227 ind /m²) and lowest in the lowland beech forest (33 ind /m²).

— The most varied fauna (20 species) was found in the *Coronillo-Quercetum*, while both plain habitats only held 10 and 11 species.

— Correspondance factor analysis revealed three groups of characteristic species: alluvial forest group, dry thermophilous forest group, mountain forest group.

— According to our observations and to the presently known ecological requirements of Diplopoda, humidity seems to be a principal factor that determines distribution of species.

BIBLIOGRAPHIE

AFFOLTER, F. — (1980). La biocénose des gîtes de *H. bimaculata* (Dipt. *Tabanidae*). Travail de licence. Institut de zoologie, Neuchâtel.

BARLOW, C.A.W. — (1957). A factorial analysis of distribution in three species of Diplopods. *T. Entom.* 100: 349-426.

BIGLER, W. — (1913). Die Diplopoden von Basel und Umgebung. *Rev. Suisse Zool.* 21: 675-793.

BLOWER, J.G. — (1957). Some new and little-known british Millipedes. *Ann. Mag. nat. Hist.* (12), 10: 497-508.

— (1970). The Millipedes of a Cheshire wood. *J. Zool. Lond.* 160: 455-496.

- BOCOCK, K.L., HEATH, J. et BLOWER, J.G. — (1973). Some observations on the biology of millipede *Geoglomeris jurassica* Verhoeff, 1915. *J. nat. Hist.* 7:691-697.
- BORNEBUSH, C.H. — (1930). The fauna of forest soil. *Forstl. Forsoeksvaesen Danmark* 11:1-225.
- *BROLEMANN, H.W. — (1935). Myriapodes Diplopodes (Chilognathes I). *Faune de France* 29:1-368.
- VAN DER DRIFT, J. — (1951). Analysis of the animal community in a beech forest floor. *Tijdschr. Ent.* 94:1-168.
- DUNGER, W. — (1966). Neue Untersuchungen über Methodik und Wert des Boden-Fallenfanges für die quantitative Faunistik. *Entom. Symposium OPAVA* 21.
- FAËS, H. — (1902). Myriapodes du Valais. *Rev. Suisse Zool.* 10:31-164.
- GEOFFROY, J.-J. — (1979). Les peuplements de Chilopodes et de Diplopodes d'une chênaie-charmaie (Foljuif: Seine-et-Marne). Thèse 3^e cycle, 179 pp., Paris.
- HAACKER, U. — (1968). Deskriptive, experimentelle und vergleichende Untersuchungen zur Autökologie rhein-mainischer Diplopoden. *Oecologia* 1:87-129.
- LEBRUN, P. — (1971). Ecologie et biocénotique de quelques peuplements d'Arthropodes édaphiques. *Mém. Inst. Roy. Sc. Nat. Belgique* 165:1-203.
- PEDROLI-CHRISTEN, A. — (1977). Etude des Diplopodes d'une tourbière du Haut-Jura. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 100:21-34.
- (1978). Contribution à la connaissance du développement post-embryonnaire de *Craspedosoma alemannicum* Verhoeff et de *Xylophageuma Zschokkei* Bigler (*Diplopoda*, *Nematophora*) dans une tourbière du Haut-Jura. *Rev. Suisse Zool.* 85 (3):673-679.
- PERTTUNEN, V. — (1953). Reactions of Diplopods to the relative humidity of the air. *Ann. zool. Soc. zool.-bot. fenn.* « Vanamo » 16:1-69.
- RIBAUT, H. — (1954). Sur la présence en France du genre *Geoglomeris*. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse* 89:243-244.
- ROTHENBÜHLER, H. — (1899). Ein Beitrag zur Kenntnis der Myriapodenfauna der Schweiz. *Rev. Suisse Zool.* 6:199-271.
- *SCHUBART, O. — (1934). Tausendfüssler oder Myriapoda I. Diplopoda. *Tierwelt Deutschlands* 28:1-318.
- THIELE, H.U. — (1956). Die Tiergesellschaften der Bodenstreu in den verschiedenen Waldtypen des Niederbergischen Landes. *Z. angew. Entom.* 39:316-367.
- (1959). Experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit bodenbewohnender Tierarten vom Kalkgehalt des Standorts. *Ibid.* 44:1-21.
- VERHOEFF, K.W. — (1915). Zur Kenntnis der Plesiocerata. *Zool. Anz.* 46:16-29.

* Faunes utilisées.