

M.-B. BOUCHE et M. BEUGNOT, *Phyitiatrie-Phytopharmacie*, 27, 147-162, 1978.

## ACTION DU CHLORATE DE SODIUM SUR LE NIVEAU DES POPULATIONS ET L'ACTIVITÉ BIODÉGRADATRICE DES LOMBRICIENS

par M.B. BOUCHE et M. BEUGNOT

### RÉSUMÉ

Le chlorate de sodium a été appliqué, comme herbicide, à la dose de 150 kg MA/ha, sans entraîner de perturbation quantitative durable du niveau du peuplement lombricien. Aucun effet qualitatif entre espèces ou catégories écologiques n'a pu être relevé au cours de l'année d'observations.

Des paramètres environnementaux (variations saisonnières ou gradient d'humidité du sol) ont par contre entraîné d'importantes variations du peuplement parmi lesquelles il a été possible de reconnaître des stratégies d'adaptation à la sécheresse et à l'exploitation des aliments entre diverses espèces de lombriciens. Le rôle dans la biodégradation des végétaux morts a été normalement assuré par les lombriciens, même après application d'un traitement à 400 kg MA/ha de chlorate de sodium.

### I. INTRODUCTION

L'utilisation des pesticides pose en général le problème de l'appréciation de leurs conséquences décelables, que celles-ci relèvent de la toxicologie classique, de l'efficacité vis-à-vis de la cible ou d'effets divers sur le milieu. En attendant d'avoir une méthodologie raisonnée pour un tel bilan, il semble indispensable, au niveau des applications agricoles, de connaître l'impact des pesticides sur les lombriciens, ou vers de terre, en raison de leur importance écologique (labour biologique, fixation d'azote, état phytosanitaire, etc. Bouché, 1974). Dans cette optique, l'étude d'un herbicide minéral simple, le chlorate de sodium, semble permettre l'étude *in situ* selon un schéma assez simple.

— Le chlorate ( $\text{ClO}_3\text{Na}$ ) semble donner essentiellement lors de sa « dégradation » les ions du chlorure de sodium.

— L'action sur le tapis végétal, comme pour tout herbicide, est la destruction partielle ou totale de ce tapis, avec accélération du cycle

de retour des éléments organiques au sol et, en principe, arrêt ou ralentissement de sa formation.

Les lombriciens se nourrissant directement ou indirectement de la litière et des racines mortes, peuvent :

- subir un effet direct du chlorate,
- être attirés par l'accumulation de litière et racines mortes dans une première période,
- être conduits à un effet migratoire négatif lors de l'épuisement de la matière organique suivant le traitement,
- enfin, leur activité peut être modifiée.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'étude visant à un bilan de l'effet direct et indirect du chlorate de sodium sur les lombriciens, il était indispensable de se placer dans

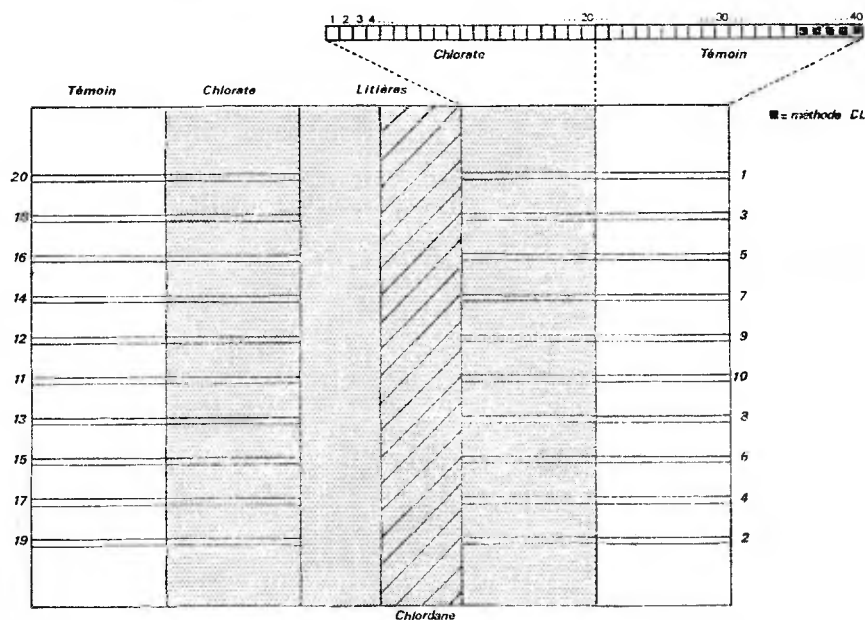


FIGURE 1

Dispositif général de l'étude effectuée sur une parcelle de 52 x 36,2 m. La zone pointillée a reçu du chlorate, celle hachurée du chlordane. Les bandes horizontales ont été échantillonnées en 40 prélèvements (50 x 50 cm) (figurés à plus grande échelle au-dessus de la parcelle). Ces 40 prélèvements ont été effectués par la méthode *fo* (formol), les 5 latéraux ayant en outre une prise *bl* (bêche - lavage) de 1/10 m<sup>2</sup>. La bande centrale est réservée pour l'étude de la litière.

les conditions d'usage *in situ* sur un peuplement complet (comportant les diverses catégories écologiques de lombriciens) ayant un niveau normal. Une prairie permanente, proche de la station d'étude de Cîteaux, a été retenue à cet effet : elle est située à St Nicolas-les-Cîteaux (Côte d'Or) au point cadastral 37 gr 06 72 de longitude Est, 52 gr 37 25 de latitude Nord. Il s'agit d'une prairie de fauche et pâture.

Le dispositif retenu permet d'étudier à la fois les migrations (effet de bordure) et les variations du niveau du peuplement lombricien, ce qui exclut un dispositif morcelé : une seule parcelle a été traitée. Une bande additionnelle a reçu du chlordane (20 kg MA/ha) afin de détruire les lombriciens et d'étudier l'accumulation de litière en présence ou absence de lombriciens (fig. 1). Le chlorate de soude a été appliqué (le 26.9.1972) sous forme de granulés à la dose d'usage soit 200 kg MA/ha (Granex O, Rhône Progil, Paris).

Les prélèvements de lombriciens ont été effectués à chaque date sur 80 prélèvements réunis sur deux bandes de 50 cm x 50 cm (1/4 m<sup>2</sup>) par la méthode *fo* ; cette méthode éthologique permet la capture de la faune montant à la surface après un arrosage avec une solution de formol. Seule une fraction de la population réelle, variable en fonction des espèces et des conditions du moment, est ainsi collectée. Un lavage de 10 prélèvements de sol de 0,1 m<sup>2</sup> x 20 cm de profondeur (*bl*<sub>20</sub>) a été effectué pour corriger les données *fo*. Ces prélèvements *bl*<sub>20</sub> ont été faits dans les parcelles distales extérieures de l'extrémité témoin de chaque bande (5 prélèvements *bl*<sub>20</sub> dans les 5 dernières parcelles préalablement échantillonnées par *fo*).

La partie centrale, également traitée au chlorate, a été réservée à l'étude de la disparition de litière. Une bande a reçu en outre du chlordane pour détruire les vers de terre. En raison de la repousse des herbes, un deuxième traitement au chlorate de soude de 400 kg MA/ha a été effectué sur cet ensemble central le 13.12.72. La litière a été prélevée à l'aide d'un carottier de 1 dm<sup>2</sup> et sur une profondeur de 10 cm. L'estimation des végétaux (en principe morts) se faisait par extraction de leurs débris par lavage du sol. A chaque date, les informations suivantes étaient collectées :

- 80 prélèvements de lombriciens par la méthode *fo* (20 traités x 2 fois, 20 témoins x 2 fois).
- 10 prélèvements de lombriciens par la méthode *bl*<sub>20</sub> (5 par transect).
- 10 prélèvements de terre pour étudier l'humidité du sol à — 10 cm.
- 4 températures (2 « chlorate », 2 « témoin »).
- 20 prélèvements de végétaux « chlorate ».
- 20 prélèvements de végétaux « chlorate + chlordane ».

TABLEAU I

Conditions d'environnement, biomasse moyenne totale collectée par les méthodes fo et fo - bl<sub>20</sub>. Rapport de ces deux méthodes

Dates	Bandes	H <sub>2</sub> O % témoin	e°C-témoin	e°C chlorate	Témoin biomasse (moyenne)		
					fo-bl <sub>20</sub> g/m <sup>2</sup>	fo g/m <sup>2</sup>	fo/fo-bl <sub>20</sub> en %
2/11/72	1 et 11	16,99	9,7	9,7	110,61	34,12	0,31
16/11/72	2 et 12	21,77	4,7	6	137,44	101,08	0,74
5/12/72	3 et 13	28,17	7,2	7,2	196,75	152,78	0,78
20/12/72	4 et 14	25,01	2,7	1,7	124,83	47,83	0,38
24/1/73	5 et 15	29,12	3,7	3,7	118,63	62,65	0,53
22/2/73	6 et 16	26,77	6,3	6,3	130,37	50,90	0,39
4/4/73	7 et 17	24,42	8,5	6,5	155,59	103,95	0,67
23/5/73	8 et 18	18,36	17,5	20	112,67	69,46	0,62
28/6/73	9 et 19	12,87	21	21	45,04	18,33	0,41
23/10/73	10 et 20	22,26	10	10	122,61	92,41	0,75

III. RÉSULTATS

3.1 - VARIATIONS DES CONDITIONS DE MILIEU (température, humidité et efficacité des prélèvements).

On ne peut comparer les résultats des traitements sans garder présentes à l'esprit les variations d'efficacité des méthodes de collectes en fonction des conditions d'environnement. Pour éviter les conséquences des léthargies (diapause et quiescence) surtout estivales, aucun prélèvement n'a été effectué de juillet à fin octobre. Pour apprécier les animaux non collectés au formol, des collectes jusqu'à — 20 cm ont été effectuées sur les parcelles témoins, puis lavées et triées. Le nombre total ainsi collecté (méthode fo - bl<sub>20</sub>) est comparé (tableau I) à celui collecté par la méthode au formol. Les collectes les plus déficientes se font dans un sol relativement sec (< 15 % d'humidité) ou froid (température < 6° C). Toutefois, la méthode au formol a été affectée par un effet saisonnier que la température et l'humidité seules n'expliquent pas. C'est à l'automne et au printemps

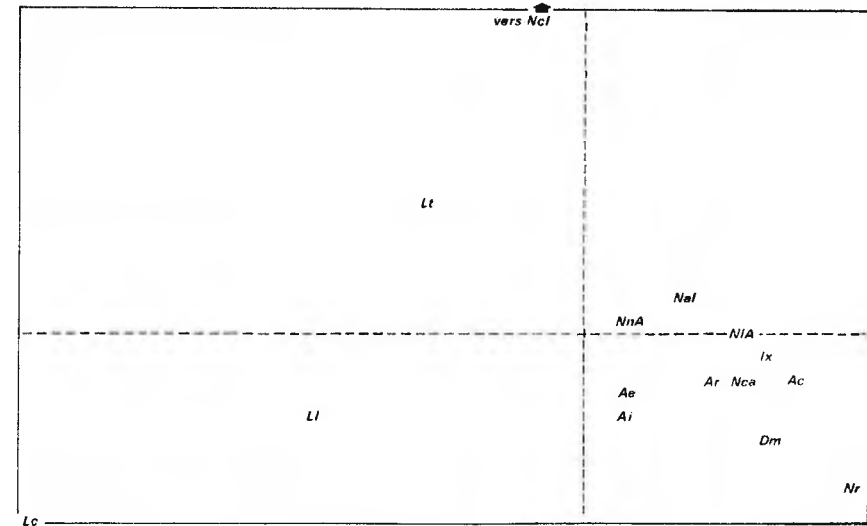


FIGURE 2

Analyse des correspondances sur l'ensemble des données (deux principaux axes ou facteurs) : position des taxons analysés. Les formes sans quiescence ni diapause *Lombricus castaneus* (Lc), *L. terrestris* (Lt) et *L.* larves (Li) s'opposent aux autres espèces à léthargie *Nicodrilus nocturnus* (Nna), *N. anéciques* larves (Nal), *N. longus* (Nla), *N. caliginosus* adultes (Nca), *Allotobophora rosea* (Ar), *A. endogés* larves (Ae), *A. ictéria* (Ai), indéterminables (I), parmi lesquelles s'individualise la tendance hygrophile de certaines : *N. longus ripicola* (Nr), *Dendrobaena mammalis* (Dm) et *A. chlorotica* (Ac). Les larves de *N. caliginosus* (Ncl) sont peu représentées et saisonnières.

que les animaux sont le moins capturés en raison de leur présence près de la surface où la plupart se nourrissent. Toutefois, des différences sensibles s'observent entre groupes écologiques en fonction de la date de collecte : ceci est particulièrement net pour les prélèvements effectués le 28.6.73. L'humidité du sol (12,87 %) a fortement limité les captures, sauf celles de *Lumbricus castaneus* (2 % des captures en nombre) : ce sont les derniers survivants d'une espèce qui ne peut rentrer en léthargie et résiste l'été grâce à ses cocons, et de *L. terrestris* (97 % des captures) qui ne peut rentrer en léthargie mais parvient à maintenir son activité grâce à des galeries profondes rejoignant les horizons humides du sol. L'analyse de correspondances sur l'ensemble des dénombrements montre une répartition des espèces (fig. 2) en groupes réunis par leur écologie - un groupe de *Lumbricus* incapable de suspendre leur activité, un groupe d'espèces hygrophiles et, au centre, le noyau des anéciques. Les larves de *Nicodrilus caliginosus*, saisonnières, expliquent le deuxième axe (les deux premières valeurs propres représentent respectivement 43,27 et 23,26 % de la variabilité).

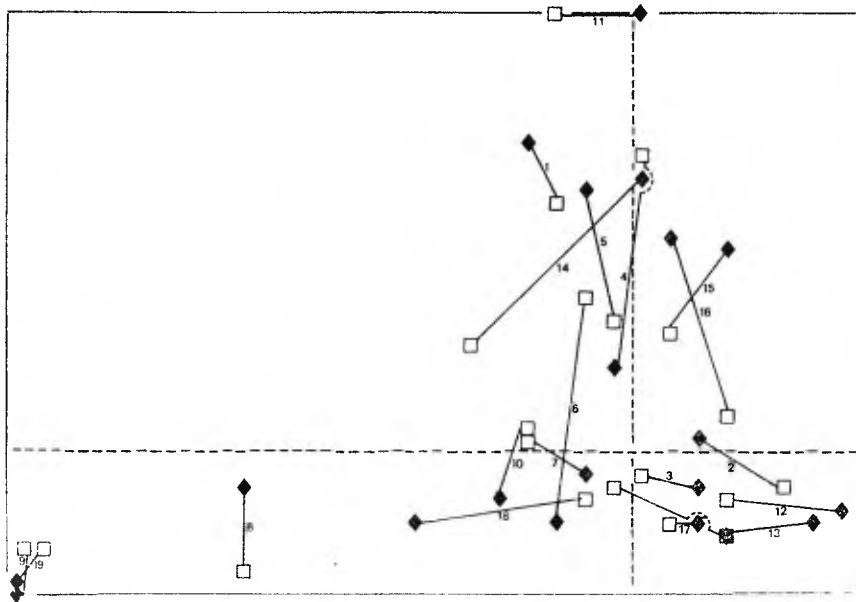


FIGURE 3

Analyse des correspondances sur l'ensemble des données : positions des groupes de 20 prélèvements collectés sur la même bande (N°) à la même date (voir dates au tableau I). Les groupes « chlorate » (carré blanc) et témoin (carré noir) de la même bande sont réunis par un trait.

L'analyse des prélèvements sur ce système d'axes montre (fig. 3) que les deux groupes de prélèvements « chlorate » d'une même date (chacun constitué de 20 prélèvements) et les deux groupes témoins ne diffèrent pas entre eux sensiblement. Ce sont les collectes effectuées en juin (9<sup>e</sup> collecte n° 9 et 19) et à moindre degré en mai (8<sup>e</sup> collecte n° 8 et 18) qui se distinguent pour les raisons d'écologie saisonnière évoquées ci-dessus.

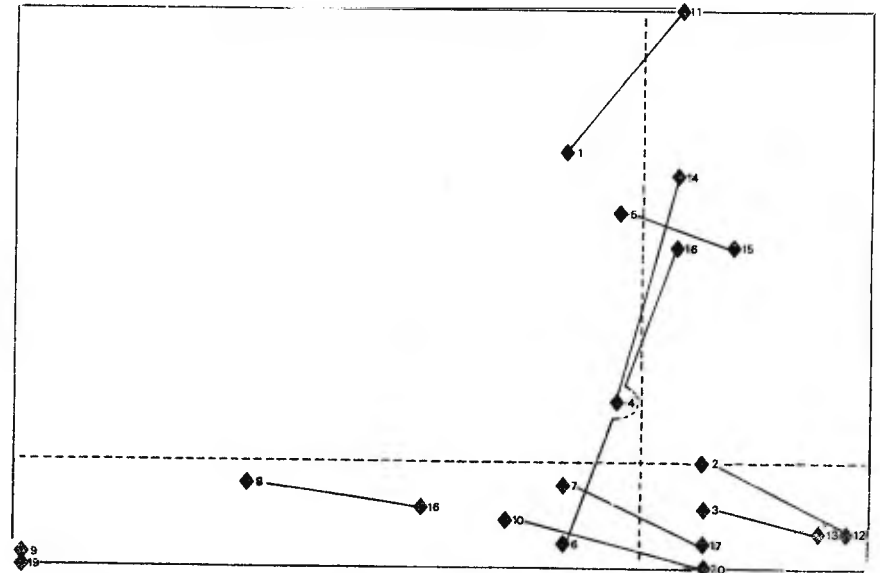


FIGURE 4

Analyse des correspondances sur les données « lombriciens témoins ». Les groupes de prélèvements témoins collectés sur deux bandes (N°) distinctes à la même date sont réunis par un trait.

Cette analyse a été reprise en séparant en deux matrices distinctes les données issues des prélèvements témoins (fig. 4) d'une part, et des prélèvements « chlorate » (fig. 5) d'autre part. Il est aisé de voir qu'aucune différence ne marque sensiblement les deux matrices ni la disposition générale des groupes. Les différences observables dépendent donc de l'effet humidité qui sélectionne (axe 1) à gauche les espèces conservant une activité en période sèche et à droite les formes hygrophiles. Un autre effet saisonnier, celui de l'existence de larves de *N. caliginosus* (cette espèce donne deux générations par an), caractérise le deuxième axe.

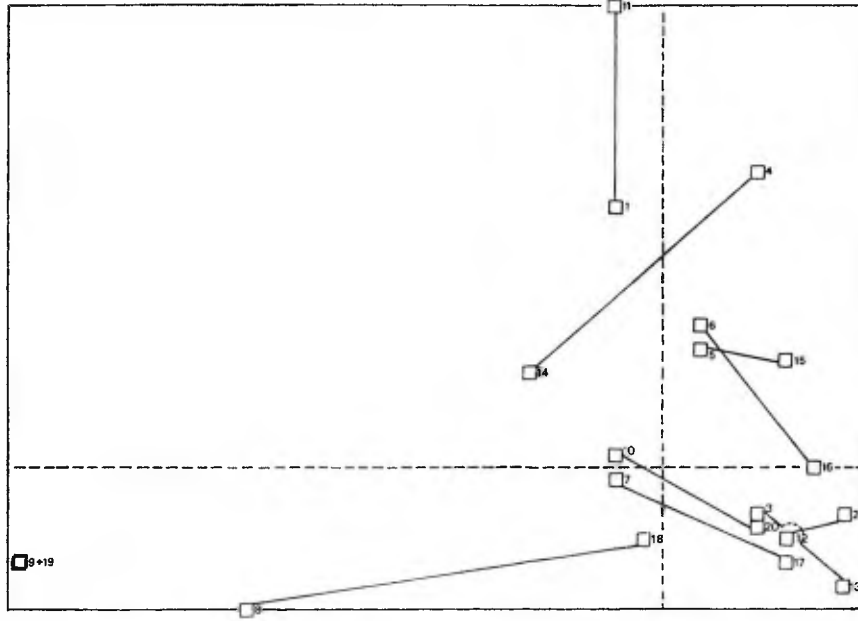


FIGURE 5

Analyse des correspondances sur les données « lombriciens chlorates ». Les groupes de « prélèvements chlorates » collectés sur deux bandes (N°) distinctes à la même date sont réunis par un trait.

Les variations d'efficacité de la méthode de capture, d'une part, et les variations saisonnières, d'autre part, indiquent que si des différences apparaissent entre témoin et traité, celles-ci doivent être observées date par date au cours de l'année.

### 3.2 - RÉSULTATS PAR DATE DE PRÉLÈVEMENT

Le tableau II donne les résultats globaux des collectes en biomasses et dénombrements à chaque date de prélèvement. Ceux-ci font ressortir une absence générale de différence significative (pour  $0 < P < 0,05$ ) entre les deux traitements à la plupart des dates. Seule la quatrième collecte (bandes 4 et 14) donne une différence significative, indiquant une diminution sensible du peuplement lombricien qui ne représente plus en parcelle « chlorate » que 29 % en nombre et en biomasse des valeurs observées en parcelle témoin. Cette diminution de la population s'observe pratiquement sur toutes les espèces à un fort degré (tableau III), mais il s'agit là d'un phénomène très temporaire qui ne se retrouve plus au prélèvement

TABLEAU II

Ligne	Témoin		P	Chlorate	Ligne	Témoin	P	Chlorate	Date	Témoin	Chlorate
	Nombre N/m <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>									
1	50,8	79,6	0	11	67,4	0	78,6	2/11/72	59,1	79,1	
2	93,8	110,0	0	12	234,8	0	152,6	16/11/72	164,3	131,3	
3	201,2	225,2	0	13	220,8	0	245,2	5/12/72	210,9	235,2	
4	64,8	22,6	+	14	42,0	+	8,6	20/12/72	53,2	15,6	
5	87,6	87,6	0	15	64,0	0	90,8	24/1/73	75,8	89,2	
6	96,0	74,4	0	16	28,6	+	54,4	22/2/73	62,3	64,4	
7	124,2	99,6	0	17	114,6	0	96,4	4/4/73	119,4	98,0	
8	71,4	87,8	0	18	82,2	0	108,8	23/5/73	76,8	98,3	
9	42,2	52,4	0	19	21,8	0	26,0	28/6/73	32,0	39,2	
10	83,6	49,4	0	20	158,6	+	64,2	23/10/73	121,1	56,8	
1	35,5	57,7	0	11	32,8	0	45,1	2/11/72	34,1	51,4	
2	86,4	73,1	0	12	115,4	0	106,7	16/11/72	101,1	89,9	
3	182,2	125,2	0	13	123,4	0	158,3	5/12/72	152,8	141,7	
4	68,7	207,9	0	14	27,0	0	6,5	20/12/72	47,8	13,6	
5	82,8	77,1	0	15	42,5	0	64,2	24/1/73	48,7	70,6	
6	75,3	42,0	0	16	24,9	0	53,0	22/2/73	50,9	47,5	
7	112,8	91,2	0	17	95,1	0	86,1	4/4/73	104,0	88,7	
8	81,6	67,5	0	18	57,4	0	94,6	23/5/73	69,5	81,0	
9	24,6	36,7	0	19	12,1	0	19,0	28/6/73	18,3	27,8	
10	78,6	59,5	0	20	106,2	0	65,4	23/10/73	92,4	62,4	

Résultats généraux des captures effectuées sur chaque ligne et à chaque date. L'astérisque indique une différence significative entre témoin et traité au seuil de  $P < 0,05$  pour les dénombrements par bande.

TABLEAU III

	Nombre/m <sup>2</sup>		Biomasse g/m <sup>2</sup>	
	témoin	chlorate	témoin	chlorate
	<i>Nicodrilus caliginosus</i>	14,8	6,6	6,95
<i>Nicodrilus nocturnus</i> adultes	5,6	3,2	7,75	5,69
<i>Nicodrilus longus</i> adultes	4,0	0,8	7,06	1,50
<i>Nicodrilus anéciques</i> larves	7,6	4,2	4,23	1,69
<i>Allolobophora rosea</i> identifi.	1,2	0,6	0,19	0,14
<i>Allolobophora icterica</i> identifi.	6,8	0,2	3,49	0,11
<i>Allolobophora</i> sp. endogés larves	2,6	1,0	0,52	0,17
<i>Lumbricus terrestris</i>	21,4	6,0	36,94	8,92
Non identifiés	0,2	0,0	0,66	0,00

La différence significative observée entre les prélévats témoin et chlorate du 20.12.72 affecte les diverses espèces de lombriciens.

suisant, pas plus qu'il n'était prévisible sur les données du précédent. Il ne s'agit pas d'un phénomène associé à des mouvements migratoires, car l'analyse factorielle de correspondances (soit des nombres, soit des biomasses) assurée sur les 40 prélévats par rapport aux taxons, n'a montré aucune ségrégation caractérisée des prélévats au niveau de la bordure (prélévats 20-21 et adjacents) (fig. 6).

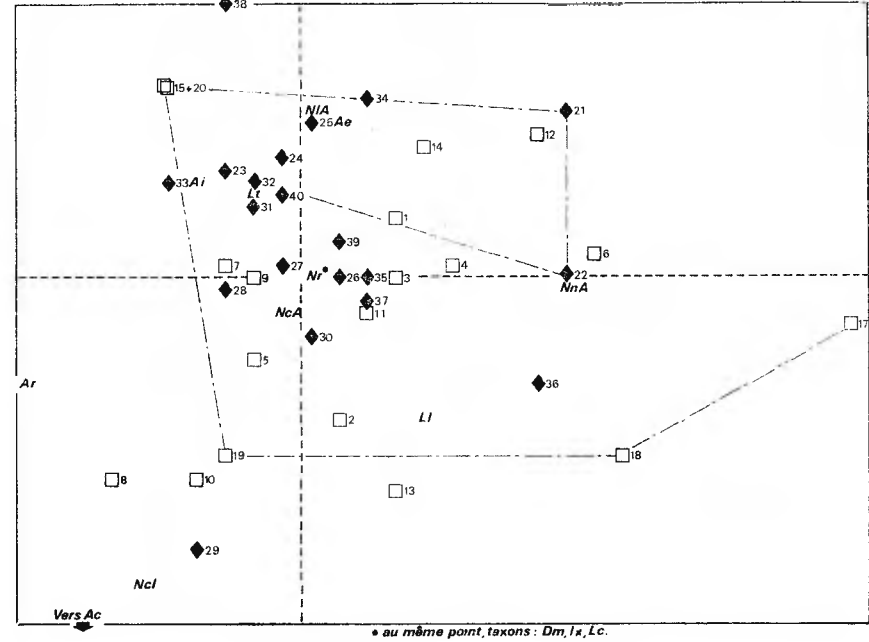


FIGURE 6

Analyse des correspondances basée sur le dénombrement des lombriciens des 40 prélévats effectués le 20.12.72 sur la ligne 4 et dont les valeurs témoin/chlorate sont significativement différentes. Les prélévats 17 à 24 qui « franchissent » la bordure ne présentent pas de ségrégation particulière. Pour les symboles des taxons (NIA, etc.), voir la légende fig. 2.

Si cette différence est bien significative par rapport au témoin, sa signification objectivée est nulle. On peut conjoncturer, en raison du rétablissement très rapide du niveau de population le mois suivant (plus rapide qu'une évolution démographique en cette saison froide) qu'il s'agit d'une modification d'efficacité de la méthode de collecte, due à une vie plus en profondeur des animaux dans la parcelle « chlorate » (apport de racines mortes, ou/et à une destruction transitoire du sol modifiant l'écoulement des solutions de formol.

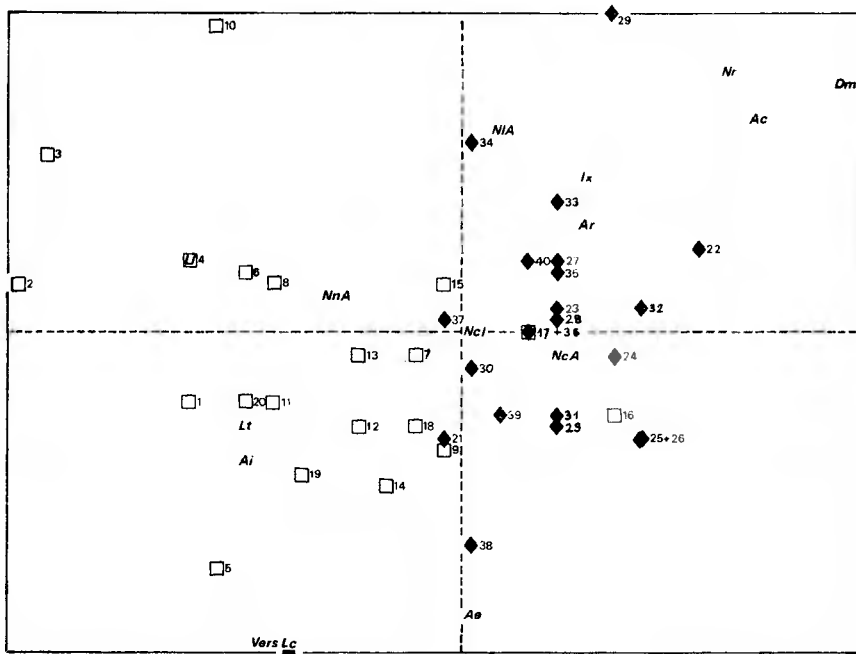


FIGURE 7

Analyse factorielle des correspondances basée sur le dénombrement des lombriciens de 40 prélèvements. Un cas de ségrégation des prélèvements chlorate/témoin par rapport aux espèces sans léthargie (à gauche) et hygrophiles (à droite), bande N° 12 du 16.11.72. Symboles des taxons dans la légende de la figure 2.

L'observation des analyses de correspondances des prélèvements de chaque ligne (témoin et « chlorate ») par rapport à l'ensemble des taxons n'a jamais montré de ségrégation des prélèvements « chlorate » par rapport aux prélèvements témoins à l'exception du prélèvement n° 2, ligne 12 (fig. 7) où les deux catégories tendent à s'individualiser. Celles-ci reflètent un gradient d'humidité sur la ligne, les prélèvements « chlorate » étant du côté des espèces « xérophiles », les témoins du côté des espèces « hygrophiles ».

### 3.3 - EFFET SUR LA LITIÈRE

Tirant parti de l'effet herbicide du chlorate, nous avons essayé d'estimer la modification du rythme de disparition de la litière en présence et absence de lombriciens. Des essais préliminaires ayant montré que le Granex O (chlorate de sodium) aux doses d'emploi n'avait pas d'effet drastique sur les lombriciens, nous avons cherché

à comparer à partir d'une zone traitée au chlorate (où théoriquement seule la matière végétale morte subsiste) la disparition de la litière morte en présence de lombriciens (chlorate seul) et en leur absence (chlorate + chlordanes).

Dans cet essai, l'ensemble des parcelles a reçu (le 26.09.72) un traitement au chlorate de sodium de 200 kg MA/ha le 26.09.72 sous forme de Granex O. L'effet herbicide étant transitoire, une deuxième application a été effectuée le 13.12.72 à la dose de 400 kg MA/ha. La végétation a néanmoins repris sa croissance au printemps, de sorte qu'un couvert végétal vivant était reconstitué à l'automne 1973. Notre étude a donc porté sur un système complexe où la végétation, détruite partiellement par le chlorate, tendait à se reconstituer. A l'effet herbicide, il y a lieu d'ajouter l'effet de la sécheresse à partir de mai 1973 (cf. tab. I) qui entraîne un arrêt de la végétation et une production de litière consommable par les lombriciens.

Une partie de cette zone, ayant reçu les deux traitements de chlorate, a reçu en outre du chlordanes (20 kg MA/ha) géodrilicide qui a effectivement détruit pratiquement toute la faune lombricienne (fig. 1).

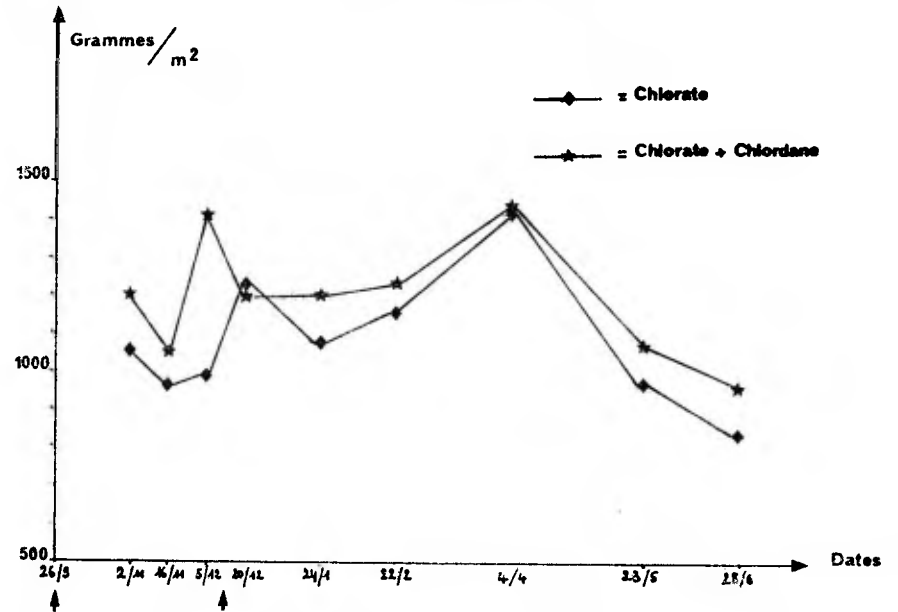


FIGURE 8

Somme des biomasses et nécromasses végétales de tissus figurés observables par lavage à chaque date de prélèvement dans des parcelles avec (carré) ou sans (étoile) vers de terre. Les flèches indiquent les applications d'herbicide.

Nos résultats portent donc sur la comparaison de parcelles « chlordane » (C) et « non-chlordane » (N C) ayant toutes reçu deux applications de chlorate de soude.

La litière végétale, additionnée des parties souterraines et aériennes des plantes, ayant résisté au traitement herbicide ou ayant repoussé après celui-ci, a été mesurée par le procédé suivant :

- Prélèvement de 20 prélévats de sol ayant chacun 1 dm<sup>2</sup> sur 10 cm de profondeur pour chaque traitement à chaque date.
- Fixation des prélévats en milieu aqueux au formol additionné de métaphosphate de sodium (Na PO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> pour disperser des colloïdes.
- Elutriation par lévigation dans un courant d'eau entraînant verticalement les parties légères (végétaux et litière fraîche) mais ne « portant » pas les cailloux en raison de leur densité.

Cette méthode n'a permis de collecter que la matière végétale (ou éventuellement animale, ce qui est négligeable) figurée. Le prélèvement de l'automne 1973 n'a pas été effectué en raison de l'importance de la végétation vivante.

Les résultats sont présentés sur la figure 8 qui donne les sommes nécromasse + biomasse de tissus figurés. Le compartiment litière n'est pas réellement isolé, mais il est possible de reconnaître, malgré un nouveau départ de la végétation quelque temps après un traitement chlorate, une diminution de la somme biomasse + nécromasse après le traitement chlorate ou l'arrêt de la végétation fin avril.

Cette diminution est plus sensible dans la parcelle ayant des lombriciens que dans celle traitée au chlordane. Cette activité lombricienne s'observe en début d'expérience et en hiver après le deuxième traitement au chlorate : la masse végétale morte diminue entre les deux observations du 20.12 et du 24.1, seulement en parcelle avec lombriciens, l'activité microbienne étant faible en cette saison. Au début de la période de sécheresse (cf. tableau I), l'arrêt de végétation et la formation de litière permettent à nouveau l'observation d'une troisième période de consommation lombricienne.

S'il est difficile de faire un bilan, de nombreuses périodes ayant simultanément une croissance végétale et une élimination de litière, on peut reconnaître une consommation automnale minimale de 0,4 kg/m<sup>2</sup>, hivernale de 0,2 kg/m<sup>2</sup> et printanière de 0,3 kg/m<sup>2</sup>. Cette approximation est corroborée par l'observation directe des parcelles. Seules, celles ayant une population lombricienne ont été nettoyées de leur litière de surface après chaque traitement au chlorate. L'activité lombricienne ne semble donc pas avoir été sensiblement affectée par le chlorate quant à sa capacité d'enfouir et de disperser et biodégrader la matière organique. Cette estimation porte sur des périodes de consommation limitées (2.11 au 5.12 ; 20.12 au 24.1 et (?) 4.4. au 28.6)

et donne une valeur totale de 0,9 kg/m<sup>2</sup> par défaut, de sorte que l'on peut considérer que la consommation réelle est au moins double, de l'ordre de 2 kg/m<sup>2</sup>/an. Même approximatif, ce bilan est intéressant puisqu'on a montré qu'en parallèle l'activité et le niveau de la population lombricienne n'étaient pas sensiblement affectés par le traitement au chlorate de soude.

#### IV. CONCLUSION ET DISCUSSION

Dans leur compilation sur les effets des pesticides sur les lombriciens, Edwards et Lofty (1972) ne signalent pas de travaux ayant trait à l'effet du chlorate de sodium. Malone et Reichle (1973) signalent une destruction totale des lombriciens sous l'effet du chlorate de sodium mais ces auteurs ont utilisé une dose extrêmement élevée (5.400 kg/ha ; la publication signale 5.700 kg/ha par erreur, Malone, communication personnelle) pour réduire le nombre d'arthropodes et supprimer l'activité microbienne. En fait, les doses recommandées par Rhône-Progyl pour l'usage du chlorate de sodium comme herbicide sont 36 fois plus faibles (150 kg/ha), dose à laquelle l'activité microbienne n'est que faiblement perturbée au champ (Nilson, 1951 ; Kaiki et al., 1973). A cette dose, nous avons également noté une seule perturbation significative et temporaire au niveau observé des lombriciens et, d'une façon générale, ceux-ci sont peu ou pas affectés.

Cette conclusion a un caractère général, car nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence de sensibilité entre espèces ou catégories écologiques. Enfin, l'activité biodégradatrice d'enfouissement-broyage et assimilation partielle de la litière s'est maintenue, même après une application forte de 400 kg/ha de chlorate, et a atteint au moins le niveau annuel de 0,9 kg/m<sup>2</sup>, fait corroboré par l'observation directe des parcelles dont la litière a été constamment éliminée en présence de lombriciens.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUCHE M.B., 1974 — Pesticides et lombriciens : problèmes méthodologiques et économiques. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 23, 107-116.
- BOUCHE M.B., 1977 — Stratégies lombriciennes. In « Soil organisms as components of ecosystems ». *Ecol. Bull.* (Stockholm), 25.
- BOUCHE M.B. et BEUGNOT M., 1972 — Contribution à l'approche méthodologique des biocénoses. II. L'extraction des macroéléments du sol par lavage-tamassage. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 4, 4, 537-544.
- EDWARDS C.A. et LOFTY J.R., 1972 — *Biology of earthworms*. Ed. Chapman and Hall (Ltd), London, 1-283.



- KAIKI A.B., COUPIN L., KAISER P. et MOUSSIN M., 1973 — Effets du chlorate de sodium sur leur activité enzymatique. I. Etude écologique au champ. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 10, 1, 3-11.
- MALONE C.R. and REICHLE D.E., 1973 — Chemical manipulation of soil biota in a fescue meadow. *Soil biol. biochem.*, 5, 629-639.
- NILSSON P.E., 1951 — The action of chlorate on some microbial phenomena in the soil. *K. Land Annler*, 18, 60-73.

Zooécologie, Station de faune du sol, I.N.R.A., 7, rue Sully, Dijon.

Note présentée le 15 février 1978.