

Publ. 195

Reprint from

**Advances in
MANAGEMENT AND CONSERVATION
OF
SOIL FAUNA**

EXEMPLAIRE RESERVE

Editors

G.K. VEERESH

D. RAJAGOPAL

C.A. VIRAKTAMATH

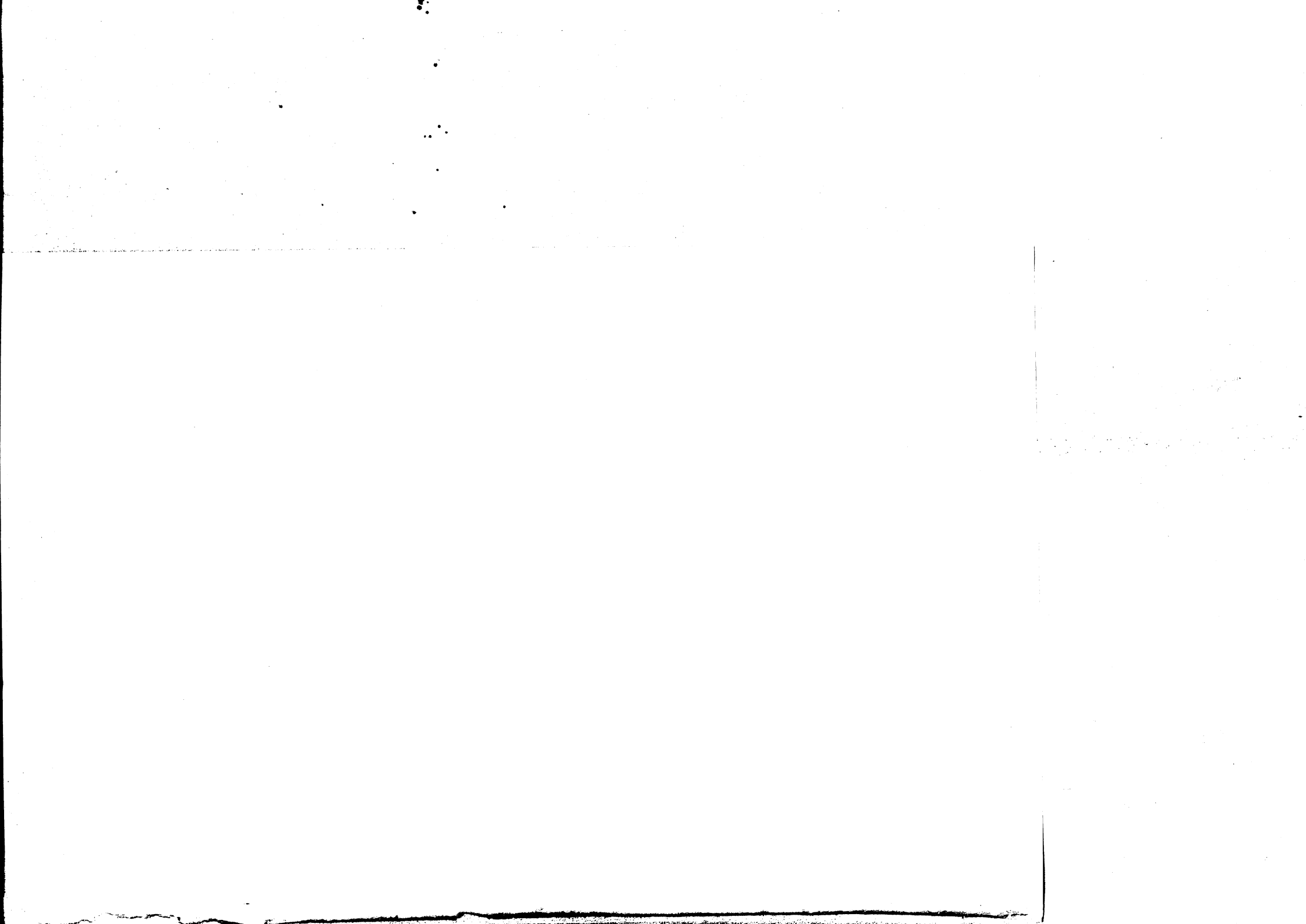


OXFORD & IBH PUBLISHING CO. PVT. LTD.

New Delhi

Bombay

Calcutta



6.8. RELATIONS ENTRE PEUPELEMENTS LOMBRICIENS ET PROPRIETES PHYSIQUES DE SOLS MEDITERRANEENS

F. Al Addan, R. Aliaga et M.B. Bouche

Laboratoire de zooécologie du sol INRA/CNRS, CEPE, BP 5051, F-34033 MONTPELLIER Cédex (France)

INTRODUCTION

Les propriétés physiques des sols dépendent de très nombreux paramètres parmi lesquels la composition des éléments minéraux, la quantité de matière organique, la relation entre matière organique et minéraux et les agents phytosanitaires, de destruction (eau, homme, ...) et de structuration (organisme) de ces sols.

Cette complexité est usuellement étudiée sous un angle relativement analytique mettant en évidence par exemple l'importance des argiles sur un paramètre tel que la stabilité structurale. Une importante connaissance relative aux paramètres *pris un à un* sur la stabilité structurale est ainsi établie. Les propriétés physiques des sols tendant à se dégrader, il est alors d'usage de rechercher un petit nombre de causes explicatives afin si possible d'y remédier.

Dans la réalité les phénomènes associés à la dégradation de sol ne sont pas isolés car ils sont interactifs: la matière organique n'améliore la stabilité, par exemple, que si elle est étroitement associée, mêlée à la matière minérale, ce qui signifie des agents de mélange efficace... et que si les microorganismes s'y développent pour former par leurs excréments (polysaccharides) le ciment des agrégats.

Sur un autre plan le labour mécanisé introduit à la fois des actions physiques importantes, des oxydations de matière organique et est très souvent associée à l'usage de pesticides modifiant l'équilibre biologique (et notamment les lombriciens mélangeant la matière organique et minérale formant les agrégats). Il y a donc à la fois un système écologique d'interactions complexes dans le sol et un système technico-économique agissant sur ce sol.

De ce point de vue, tel ou tel paramètre pris isolément ne peut être assurément pertinent. Nous avons donc essayé, dans une approche quantitative portant sur 34 peuplements lombriciens de voir les liens entre paramètres étudiés, en se plaçant volontairement dans des situations très diversifiées.

Nous disposons grâce à l'ouvrage de Lee (1985), d'une excellente synthèse critique sur les connaissances relatives aux propriétés des sols en rapport avec les lombriciens. Celle-ci s'appuie sur une importante bibliographie de travaux analytiques *in situ*, de recherches

expérimentales en conditions artificielles de laboratoire et d'observations directes... à commencer par celle de Hensen (1877) et Darwin (1881).

La diversité des variables jouant un rôle dans les propriétés physiques, dont les propriétés minéralogiques locales et l'impact des interventions humaines, peut faire douter que face à ces deux "facteurs" clés le paramètre lombricien puisse être de quelque poids.

Pour tendre à relativiser le rôle des lombriciens nous avons échantillonné, autant que nos moyens le permettaient, une série de site (28) où simultanément les propriétés pédologiques, lombriciennes, d'activité microbienne et les caractères physiques des sols ont été échantillonnées dans divers milieux (Tableau 1).

Nous nous sommes particulièrement intéressés aux propriétés de stabilité structurale des sols (dont les structures grumeleuses sont formées par les lombriciens) à la capacité en eau (exprimée en humidité équivalente), à la porosité fonctionnelle dans l'écoulement des fluides (air, eau: exprimée en infiltrabilité Ks) enfin aux associations organo-minérales.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons pratiqué la méthode ponctuelle c'est-à-dire que nous n'avons pas cherché à constituer un échantillon représentatif d'un champ mais prélevé dans une localisation précise dans chaque placette. L'ensemble de l'information d'un "Point" localisé dans ce champ est représentative d'éléments interactifs du système biophysicochimique. Ces lieux d'étude sont répertoriés dans la Base de Données Relationnelle ECORDRE (Soto et Bouche, sous presse). Partiqués dans la région méditerranéenne, la plupart de ces sols sont calciques ou calcaires.

Les techniques d'acquisition de données ont été les suivantes:

1) Prélèvements de lombriciens

1a) soit la technique éthologique de prélèvement au formol normalisée in Bouche (1969), les biomasses obtenues étant corrigées (selon Bouche, 1978) pour tenir compte des insuffisances de cette technique. Il s'agit généralement de lieux où la technique éthophysique était inapplicable (notamment enrochement superficiel: sol squelettique (L 2383A, B, C, D, 2384, 2385, 2386, 2432),

1b) soit la technique éthophysique de prélèvement (décrite par Bouche et Aliaga, 1986).

Pour rendre comparable des systèmes biologiques aussi divers (grand nombre d'espèces) et des données portant sur des animaux de tailles différentes, il faut exclure les dénombrements et les références aux taxons. Nous résumons l'information selon quatre modalités: les biomasses des épigés (Ep), endogés (En) et anéciques (An) (selon Bouche, 1971) et la biomasse totale des lombriciens (SV).

2) Mesure de la vitesse d'infiltration: Nous avons mis en oeuvre la technique du double anneau, d'après Muntz *et al.* (1905) mesurant l'infiltration d'une nappe d'eau maintenue en surface à niveau constant, grâce aux deux anneaux (la couronne externe ne sert qu'à éviter l'effet de bordure, la lecture se fait dans le cylindre interne).

3) La densité réelle (Dr) est mesurée au pycnomètre selon Stakman (1967) mais en utilisant du pétrole au lieu de l'alcool éthylique.

4) La densité des turricules (Dt) est élaborée par le rapport poids sec/volume. Le volume étant établi par poussée d'Archimède dans du pétrole (selon Monnier *et al.*, 1973).

5) La densité des agrégats (Da) est établie comme Dt.

6) La densité des petites mottes (Dm). Il s'agit d'un bloc de sol non remanié d'environ 2 à 3 cm de "diamètre" dont le volume est établie après enrobage de paraffine (dont on

Table 1. Liste des parcelles étudiées: E1: expérimentation comparative de caractéristiques physicochimiques, E2: expérimentation sur les lombriciens et l'infiltrabilité dans un même site (11 placettes), E3: comparaison des 17 peuplements de lombriciens et infiltration dans des milieux différents

Placette Ecode	P	Nom (Name)	Gestion (Management)	Type de sol (Soil type)	Experimentation		
					E1	E2	E3
2373 A	P13	Aimargues-Teillan	Prairie permanente	alluvial calcaire	+		+
2383 A 1+2	P15	Larzat Témoin	Garrigue (herbacée)	fersiallitique sur calcaire dur	+	++	+
2383 B 1+2		Larzat Paille	Litière = paille	fersiallitique sur calcaire dur		++	
2383 C 1+2		Larzat Yeuse	Litière = feuilles mortes	fersiallitique sur calcaire dur		++	
2383 D 1+2		Larzat Lazerne	Litière = luzerne	fersiallitique sur calcaire dur		++	
2383 E	P14	Larzat Ex-Vigne	Friche sur ex-vigne	fersiallitique sur brèche calcaire	+	+	+
2383 F		Larzat Piémont	Friche arborée	fersiallitique sur éclat calcaire		+	
2383 G	P27	Larzat Céréales	Culture de blé	fersiallitique sur marne à brèche calc.	+	+	+
2383 H	P28	Larzat Sommet	Garrigue herbacée	fersiallitique sur calcaire dur	+		+
2383 J	P11	Larzat Pente	Garrigue herbacée	fersiallitique sur calcaire dur	+		+
2384 A	P23	La Roque D'Antheron	Pinus, sousbois arboré Tém.	brun-calcaire peu épais	+		
2384 B	P24	La Roque D'Antheron	Pinus, " Brûlé	brun calcaire peu épais	+		
2385 A	P17	Rians Témoin	<i>Quercus pubescens</i> Témoin	Fersiallitique rouge/calcaire dur	+		
2385 B	P18	Rians Feu descend.	<i>Quercus pubescens</i> Brûlé	fersiallitique rouge/calcaire dur	+		
2385 C	P19	Rians Feu ligne	<i>Quercus pubescens</i> Brûlé	fersiallitique rouge/calcaire dur	+		
2385 D	P20	Rians Feu montant	<i>Quercus pubescens</i> Brûlé	fersiallitique rouge/calcaire dur	+		
2386 A	P21	St Paul Témoin	<i>Pinus nigra</i> Témoin	ocreux brunifié	+		
2386 B	P22	St Paul Brûlé	<i>Pinus nigra</i> Brûlé	ocreux brunifié	+		
2432 A	P25	Le Vigan	Verger pommier enherbé	sol brun humifère/colluvion schisteux	+		
2438 A	P0	La Boissiere	<i>Brachypodium phonicoides</i>	sol brun humifère/colluvium calcaires	+		
2439 A	P1	St Jean De Vedas	Garrigue herbacée	sol fersiallitique/calcaire dur	+		+
2440 A	P2	Villeneuve Herbe	Herbage hydromorphe	sol alluvial peu évolué/calcaire	+		+
2442 A	P3	Villeneuve Friche	Friche ex-vigne	sol brun calcaire/colluvion	+		+
2442 A	P4	Mireval	Friche ex-culture	sol brun calcaire/alluvion	+		+
2443 A	P6	St Gely Du Fesc	Herbage	sol brun calcaire/colluvion	+		+
2444 A	P7	Matelles Herbe	Herbage	sol brun calcaire/marne	+		+
2445 A	P8	St Clement	Herbage	sol brun calcaire/alluvion	+		+
2446 A 1+2	P12	Cnrs Friche	Friche ex-culture	sol fersiallitique/éclats calcaires	+		+
2446 B	P26	Cnrs Labour	culture (labour)	sol fersiallitique/éclats calcaires	+		+
2447 A	P16	Matelles Pins	<i>Pinus halepensis</i> Yeuse	sol brun calcaire/marne caillouteuse	+		+
2448 A	P10	Laverune Prairie	Prairie permanente	sol alluvial peu évolué	+		+
2452 A	P5	Montpellier Tandon	Herbage	sol brun calcaire/marne silex	+		

connaît par différence de poids le volume) et par poussée d'Archimède dans l'eau (selon Al Addan, 1984).

7) La densité des grosses mottes (DM). La motte d'environ 1 à 2 litres, non remaniée est introduite dans un sac polyéthylène souple dont le contenant gazeux est mis en dépression. Le volume est mesuré par le trop-plein d'un récipient d'eau (technique originale).

8) Humidité équivalente (HE). Mesure par centrifugation à 1000G,

9) pH. Mesure par pHmètre à électrodes.

10) Carbonate de calcium (CCa): calcimétrie selon BERNARD.

11) Carbone organique (C): par carmographe 12 WESTOFF (Bottner et Warembourg, 1976).

12) Azote total (N): selon Kjeldhal.

13) Carbone lié (Cl). Le sol après agitation dans l'eau est séparé par centrifugation dans une solution saturée de Br_2Zn selon la technique de Tisdall *et al.* (1980) modifiée.

14) Rapport carbone/azote (CN).

15) Cations échangeables (Ca^{++}), (Hg^{++}), (K^+), (Na^+), et somme de ces quatre cations (S): mesure après mise dans une solution d'actétate d'ammonium selon Bray et Willhiy.

16) Capacité d'échange cationique (CE): elle est mesurée par échange des ions du sol avec de l'acétate d'ammonium, puis par déplacement de l'ammonium par du ClK, l'ammonium étant alors dosé par colorimétrie.

17) La granulométrie (argile Ar, limon fin Lf, limon grossier LG, sable fin Sf, sable grossier SG) a été mesurée par granulométrie selon Robinson (1949).

18) Indice de stabilité organo-texturale (ST) est une formule originale synthétique liant les propriétés d'association organo-minérale (CL) aux caractéristiques granulométriques pondérées

$$ST = \log_{10} Ar \times CL \times (+)$$

19) Coefficient de filtration (test K) (K). Il s'agit d'une mesure de la percolation sur une prise de sol préalablement séché et tamisé. Ce sol remanié se délite et obture plus ou moins l'écoulement selon sa tenue physique, d'après Henin *et al.* (1969).

20) Test Is. Il s'agit d'un test de mesure de l'instabilité (Is) des agrégats de sol préalablement séchés, tamisés puis prétraités avec des solvants polaires ou non polaires et soumis ensuite à l'action de l'eau (Henin *et al.*, 1969).

21) Indice respirométrique (CO). C'est un indice d'activité microbienne par mesure du dégagement de CO_2 de sol mis à incuber à 28°C, humidité 80% de HE pendant 10 jours. Le sol a préalablement été séché et tamisé à 2 mm.

INTERPRETATION DES PROPRIETES PHYSICOCHEMIQUES/LOMBRICIENS

Les résultats obtenus ont été organisés en une *matrice* initiale de 28 points d'études \times 30 descripteurs quantitatifs. Les valeurs du coefficient Ks d'infiltrabilité selon Muntz *et al.* (1905) n'ont pas été retenues car cette étude n'a pu être conduite que sur 17 prélèvements de cette série: ils font l'objet du paragraphe suivant.

Différentes analyses multidimensionnelles ont été pratiquées à partir de cette *matrice* (ACP, AFC, ACP-VI) et seront discutées en détail par Al Addan (en prép.).

Nous ne retiendrons ici pour simplifier que l'AFC sur tableau disjonctif complet pratiquée sur les données transformées en les regroupant en lots de valeurs. Pour les lombriciens

en principe trois lots à effectif égal ont été pratiqués (à l'exception des épigés qui dans ces climats méditerranéens sont souvent totalement absents) (Epl = absence, Ep2 = présence) et n'ont d'ailleurs qu'une signification qualitative. Les bornes des biomasses sont donc

$$\begin{aligned} 0 < An_1 < 13,5 \text{ g/m}^2 < An_2 < 48 \text{ g/m}^2 < An_3 < 244 \text{ g/m}^2 \\ 0 < En_1 < 2,7 \text{ g/m}^2 < En_2 < 48 \text{ g/m}^2 < En_3 < 102 \text{ g/m}^2 \\ 0 < SV_1 < 15,0 \text{ g/m}^2 < SV_2 < 75 \text{ g/m}^2 < SV_3 < 253 \text{ g/m}^2 \end{aligned}$$

(An = anéciques, En = Endogés, SV = biomasses lombriciennes totales)

Nous quantifierons ces biomasses respectivement de faibles, moyennes et élevées.

Les caractéristiques physicochimiques ont été alloties (Tableau 2) en deux descripteurs

- 1) 14 points ayant des valeurs faibles (indiquées 1).
- 2) 14 points ayant des valeurs fortes (indiquées 2).

Nous avons d'abord cherché à dégager les liens entre peuplements lombriciens et propriétés physicochimiques des sols par une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) sur tableau disjonctif complet interprétant les lombriciens (= décrits) (totaux et catégories écologiques) en fonction des descripteurs issus de l'allotement des caractéristiques de la matrice initiale.

Pour l'interprétation nous nous servons du seuil de Roux (comm. pers.) Sr apprécié sur la contribution relative (CR) aux axes (en %) qui guide le choix des décrits (= colonnes) et des descripteurs (= lignes), les plus significatifs selon le critère $Sr^{1000} \times 2$ où n est le nombre de lignes ou de décrits.

Nous avons 11 décrits, Sr des décrits = 182 et 54 descripteurs, Sr = 37. Toutefois ce seuil est très exigeant et des valeurs plus faibles peuvent également être prises en compte. Dans cette étude 81,3% de l'information sont résumés dans les deux premiers axes.

Le premier axe (Fig. 1) résumant 48,5% de l'information est avant tout caractérisé par les valeurs moyennes de biomasses totales et anéciques (CR 249 et 250) qui s'opposent aux biomasses fortes et faibles. Ce type de communauté à biomasse anécique moyenne permet le maintien d'une biomasse endogée forte (indications secondaires inférieures à Sr). Dans l'ensemble des descripteurs, il apparaît clairement (au-dessus de Sr) que le rôle physique de cette activité biologique s'accompagne des humidités équivalentes faibles, carbone, azote, capacité d'échange cationique et une activité microbienne faibles. Toute une série de caractères (inférieurs au seuil de Roux) accompagne cette description de sol médiocre (la tenue à l'eau K et limon fin sont faibles tandis que Da, Dm, DM, pH et l'instabilité structurale sont élevées).

Le deuxième axe résume 34,7% de l'information, il regroupe (en +) les peuplements à population lombricienne élevée dominée par les anéciques (contributions relatives 223 et 298 respectivement; à population endogée de ce fait moyenne).

Cette activité biologique élevée entraîne d'abord un C/N bas (= bonne humification), une densité relative d'agrégats et de mottes élevée. Une organisation généralement pauvre en carbone (= bonne activité biologique), un indice organo-textural élevé (et une instabilité structurale faible) une forte capacité d'échange cationique et un taux de potassium et magnésium élevé témoignent d'une saturation relativement limitée en calcium. Ces sols ont globalement une activité biologique élevée mais localisée dans un système structuré, formé par les lombriciens (peu de carbone organisée) où les éléments biogènes Mg et K sont retenus.

Table 2. Nom, sigle abrégatif, et bornes minimales et maximales des valeurs faibles (= 1) ou fortes (= 2) des caractéristiques physicochimiques étudiées

Nom de la variable	Sigle	Unite	Classe 1		Classe 2	
			Mini.	Maxi.	Mini.	Maxi.
Densité réelle	Dr	g/cm ³	2.44	2.56	2.56	2.70
Densité du turricule	Dt	g/cm ³	1.65	1.78	1.78	1.89
Densité des agrégats	Da	g/cm ³	1.13	1.54	1.55	1.77
Densité des petites mottes	Dm	g/cm ³	0.98	1.27	1.30	1.38
Densité des grosses mottes	DM	g/cm ³	0.92	1.15	1.16	1.24
Humidité équivalente	HE	%sol sec	9.85	23.75	24.11	34.14
pH	pH	%sol sec	5.68	7.43	7.47	7.92
Carbonate de calcium	CCa	%sol sec	0.25	3.52	5.15	49.04
Carbone organique total	C	%sol sec	1.11	2.92	3.29	5.86
Azote total	N	%sol sec	0.052	0.188	0.230	0.478
Carbone organique lié	CL	%sol sec	0.51	1.86	1.91	4.87
C/N ratio	CN		9.54	12.19	12.45	31.73
Cations de calcium échangeables	Ca ⁺⁺	még/ 100g s.sec	8.40	22.50	22.95	45.00
Cations de magnésium échangeables	Mg ⁺⁺	id.	0.75	1.65	1.95	3.60
Cations de potassium échangeables	K ⁺	id.	0.20	0.57	0.63	1.44
Cations de sodium échangeables	Na ⁺	id.	0.030	0.18	0.21	0.42
Somme de cations échangeables	S	id.	10.43	25.66	26.59	46.39
Capacité d'échange cationique	CE	id.	7.91	22.07	22.72	41.74
Argile	Ar	%sol sec	9.79	29.74	30.63	48.91
Limon fin	Lf	%sol sec	2.25	22.58	22.77	40.18
Limon grossier	LG	%sol sec	5.72	15.80	17.71	30.49
Sable fin	Sf	%sol sec	7.71	17.21	18.07	25.94
Sable grossier	SG	%sol sec	0.48	9.04	0.32	53.92
Indice de stabilité organo-texturale	ST	cf. texte	0.58	2.22	2.25	3.53
Test K ou Coefficient de filtration	K	cm/h	11.86	61.80	63.10	61.06
Test Is	Is	cf. texte	0.05	0.40	0.43	1.36
Indice respirométrique	Co	mgCo ₂ / 100g s. sec	36.60	100.04	105.65	283.40

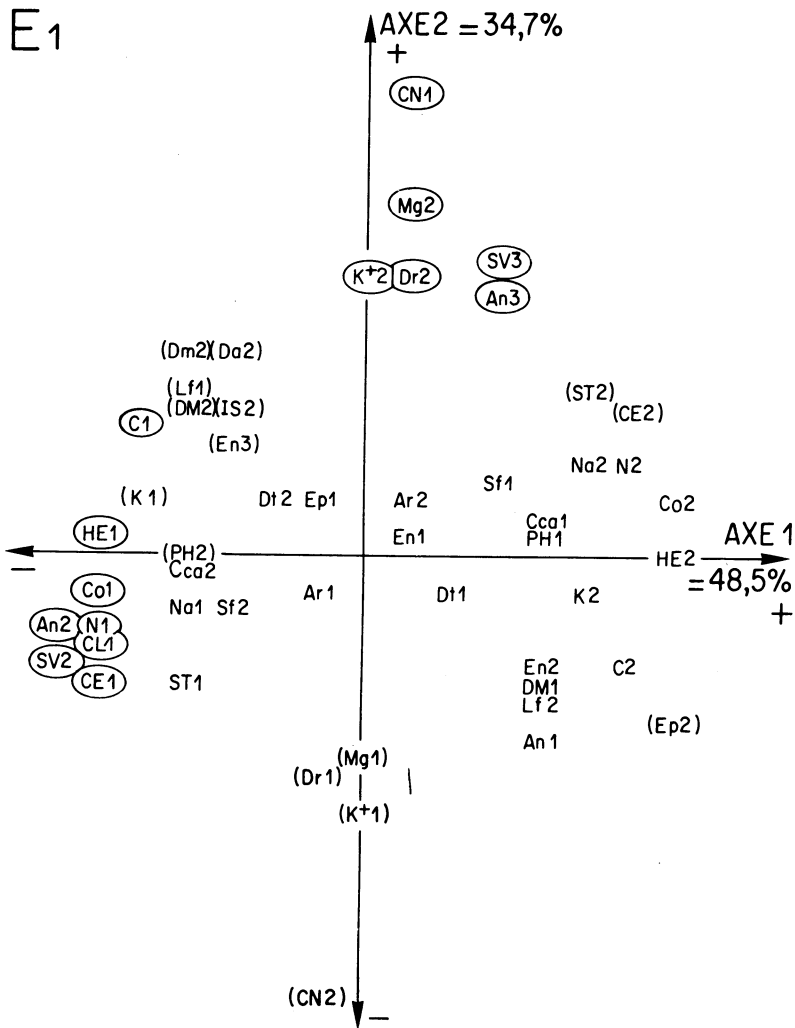


Fig. 1. Analyse factorielle des correspondances à partir d'un tableau disjonctif complet des lots de biomasses des divers groupes (catégories écologiques et totaux) de lombriciens et des lots de descripteurs physicochimiques. Les contributions des caractéristiques supérieures à Sr sont entourées et celles proches de ce seuil sont entre parenthèses (codes au tableau 2 et paragraphe 3).

Le troisième axe résume seulement 6,3% de l'information mais s'applique à des peuplements caractérisés par l'abondance relative d'épigés et d'endogés (contributions relatives à l'axe 458% et 274%) il s'agit de milieu calcique ayant peu de sable fin mais

un taux d'argile élevé, un pH très basique, un calcium et sodium échangeables faibles, une densité des turricules faible car le sol est riche en carbone (et beaucoup moins en azote), il s'agit de milieux à accumulations organiques sur roches calcaires où les anéciques ne jouent qu'un rôle marginal.

Nous avons cherché à identifier les lieux d'études les plus caractéristiques de ces deux grands types de relations lombriciens/caractères physiques en construisant une matrice de 28 décrits (les lieux P, voir tableau) et les descripteurs (physicochimiques et lombriciens: $11 + 54 = 65$ descripteurs). Cette AFC résume moins bien l'information mais cependant les deux premiers axes représentent à nouveau les traits majeurs déjà commentés. Le premier axe (25,8% de l'information) résume les sols peu travaillés par les lombriciens à carbone organique, azote, carbone lié et activité respiratoire (CO_2) faible (Fig. 2). Logiquement les anéciques et lombriciens totaux ont un niveau médiocre, la densité des turricules, agrégats, mottes et en masse est élevée, le pH basique, l'instabilité structurale est élevée et al "stabilité" K est faible. Ce sont les prélèvements P9 et P7 ainsi qu'à un moindre degré P13 et P3 qui caractérisent ces sols alors que les prélèvements P17, 18, 19 et 20 s'y opposent caractéristiquement (ces 4 derniers points sont très particuliers et sont ceux qui ont été caractérisés par l'axe 3 de l'AFC précédente: ici leurs traits dominants liés à l'accumulation organique sont nettement observables).

Le deuxième axe (13,03%) oppose très clairement les stations riches en anéciques (P15, P28, P12 principalement) à celles qui en ont peu (P24 et P23 surtout) et corrélativement les stations riches en lombriciens à celles qui ont une faible biomasse. Les sols riches en anéciques apparaissent à nouveau comme ayant des capacités d'échange avec potassium et magnésium échangeables élevés. La densité réelle est également élevée mais moins nettement, la densité des agrégats et mottes est faible (= matière organique associée) en rapport avec un indice organo-textural élevé: le plus net est une bonne humification caractérisée par un C/N bas.

INTERPRETATION DES RELATIONS INFILTRABILITE/LOMBRICIENS

Il existe un grand nombre de travaux qui suggèrent l'importance des lombriciens dans l'infiltration de l'eau dans les sols: rôle essentiel quand on songe à l'importance de l'érosion dans de nombreux sols. Lee (1985) présente une bonne synthèse de ceux-ci. Toutefois, il n'existe pas de relation directe entre lombriciens et infiltrabilité. Une première étude conduite par Assad (1987) en sols hydromorphes a montré l'importance presque exclusive des systèmes de pores lombriciens, soit les pores inter agrégats (en surface) soit les pores verticaux et continus des galeries. Toutefois, dans ces sols après saturation du profil l'importance de l'écoulement dépend des possibilités de drainage en profondeur: celles-ci peuvent être très importantes ou très faibles au point que les eaux colorées mises en place après saturation ne colorent qu'une faible fraction des galeries fonctionnelles des profils.

Dans la présente étude (E2, tableau 1), en sol calcaire (ou calcimorphe) méditerranéen non hydromorphe, nous avons d'abord comparé des sols d'une localisation ayant reçu divers traitements agricoles (céréales, vigne puis friches). Ces sols profonds sont colluviaux et proviennent de sols karstiques dominants et en garrigue brûlée et pâturée. Dans cette garrigue, un essai a outre le témoins, substitué à la production spontanée de litière des apports de feuilles de chêne vert (*Quercus ilex*), luzerne (*Medicago sativa*) et paille de blé (*Triticum sp.*) et à en conséquence modifié le niveau du peuplement lombricien. En tout 11 points contrastés ont été étudiés.

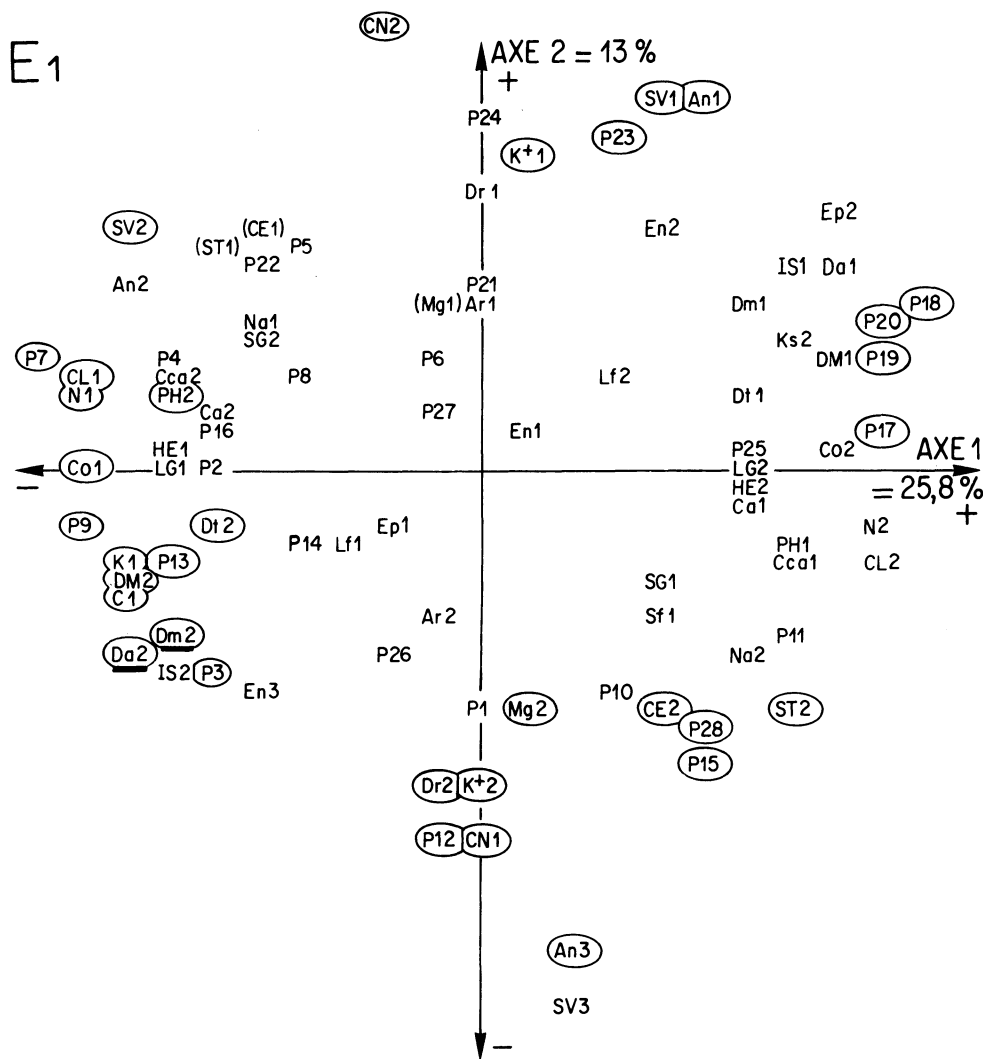


Fig. 2. Analyse factorielle des correspondances à partir d'un tableau disjonctif complet relatif aux points d'étude (décrits: tableau 1) et aux descripteurs (variables physicochimiques: tableau 2 et biomasses lombriciennes, paragraphe 3). Les contributions des caractéristiques supérieures à Sr sont entourées et celles proches de ce seuil sont entre parenthèses.

Ceux-ci mettent en évidence une bonne corrélation (Fig. 3) entre biomasse lombricienne et percolation (partie de l'infiltration qui traverse le profil: Lozet et Mathieu, 1986). Le sol le plus riche étant totalement défauné (céréaliculture intensive, Bouche, même ouvrage) présente l'infiltrabilité la plus faible. Cette corrélation est en fait dépendante de la biomasse anécique, principale composante de ces peuplements et responsable des galeries verticales.

Dans un tel système l'influence de la gestion de l'espace ayant marqué les populations (notamment les pesticides utilisés en céréales et en vigne, mais aussi l'alimentation expérimentalement approuvée a modulé les peuplements donc l'infiltrabilité).

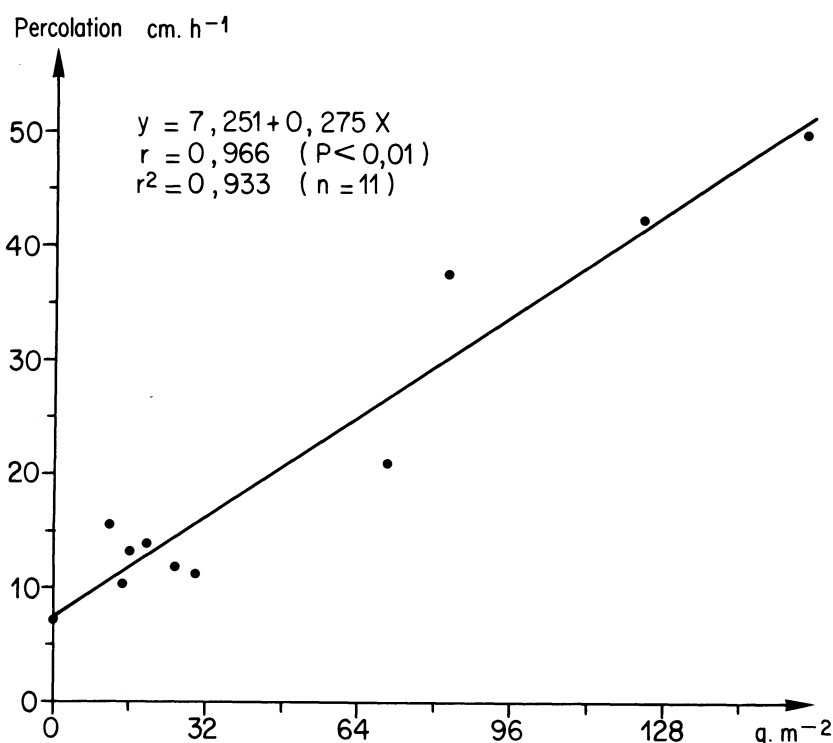


Fig. 3. Corrélation percolations vs biomasses des lombriciens dans 11 points d'étude d'un sol calcimorphe méditerranéen (expérimentation E2, tableau 1).

Nous avons cherché à généraliser ces résultats en effectuant ces mesures d'infiltrabilité dans une gamme de sol, beaucoup plus importante et accessible à ce travail (il n'est pas toujours possible de le pratiquer (pente excessive). En ne conservant que les modes de gestion spontanés (non expérimentaux) de l'expérience précédente, nous avons rajouté des sites d'études déjà étudiées au point de vue quantitatif sur les propriétés physicochimiques (III).

Ainsi 17 stations diversifiées pour leur sol et leur gestion (E3, tableau 1) ont été étudiées pour leur infiltrabilité à saturation (K_s).

La Figure 4 présente la relation entre biomasse lombricienne et infiltration et la Figure 5 celle entre biomasse anécique et infiltration. Comme dans le cas précédent c'est cette dernière relation qui exprime le plus explicitement le lien étroit entre infiltration et peuplement lombricien.

CONCLUSION

En nous plaçant dans une grande diversité de situations agricoles, forestières ou prairiales, les seuls critères unificateurs étant biogéographiques (zone méditerranéenne française) et

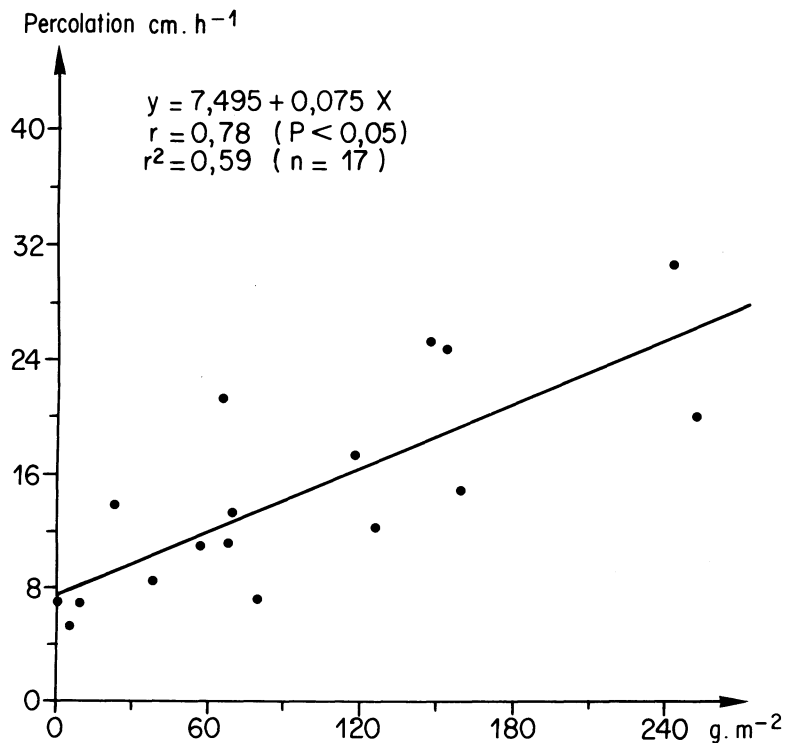


Fig. 4. Corrélation percolations vs biomasses totales des lombriciens dans 17 sites (E3, tableau 1).

pédologiques (sol généralement calcaire ou calcique: 3 exceptions) nous avons essayé de voir si les paramètres d'état du peuplement lombricien induisait bien, par les modalités d'activité de ces animaux, les propriétés physicochimiques des sols.

Rappelons que nous sommes en présence de systèmes écologiques (= biophysicochimiques) et que donc réciproquement l'état du peuplement lombricien reflète l'état de fonctionnement du système (et de plus les actes humains sur ceux-ci).

L'étude typologique en AFC révèle l'opposition entre des milieux à peuplement médiocre à la fois pour tous les lombriciens mais nettement pour les anéciques avec les milieux riches en anéciques (donc en biomasse lombricienne totale). L'activité de ces animaux en canalisant le carbone organique et investissant l'énergie pour le malaxage d'agrégats organo-minéraux et pour une structuration pédologique (agrégats stables, galeries) se reflète dans les différentes fractions du sol considérées au plan densimétrique (densité légère de la fraction organique), au plan de la minéralisation du carbone (réduite par voie microbienne en présence d'anéciques), au plan de la stabilité structurale des sols, au plan des capacités des éléments

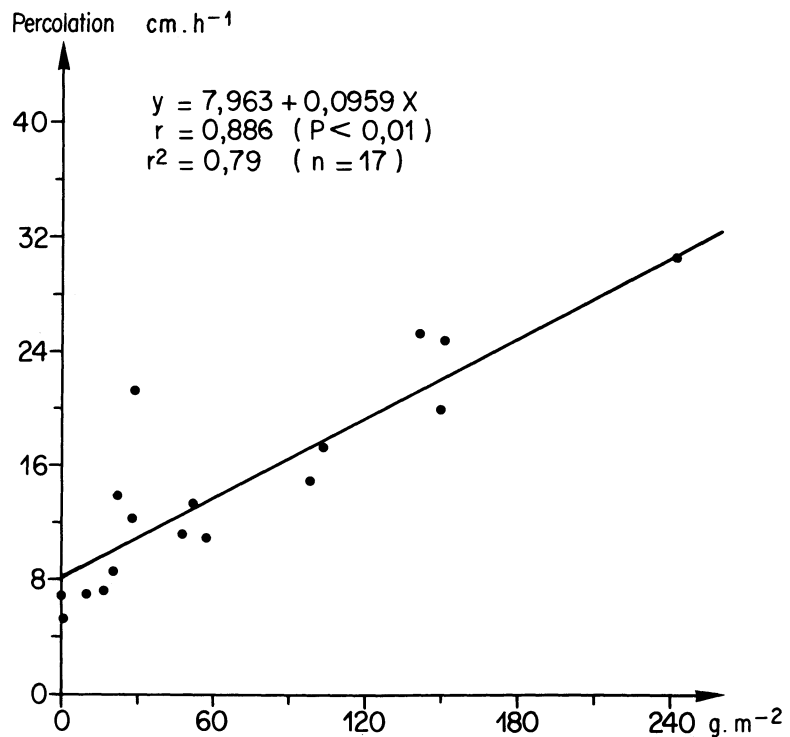


Fig. 5. Corrélation percolations vs biomasses des anéciques dans 17 sites (E3, tableau 1).

biogènes et de l'état d'humification (rapport C/N) lié à leur activité de minéralisation/humification.

Le rôle vis-à-vis des galeries a été envisagé sous un angle différent: celui de l'appréciation des transferts des fluides (air, eau) dans le sol en mesurant l'infiltrabilité hydrique in situ dans 23 points d'étude (11 dans une première série, 17 dans une autre avec points communs avec cette première série et avec les 28 points étudiés ci-dessus, tableau 1). Dans tous les cas les lombriciens et particulièrement les anéciques s'avèrent jouer le rôle clé de l'infiltration des sols, celle-ci pouvant atteindre 50 cm d'eau/heure, ce qui représente 50% des précipitations *annuelles*! L'éradication des lombriciens en zone de cultures intensives (céréales, vignes), notamment du fait des pesticides (cuivre en vigne il y a longtemps, carbamates partout aujourd'hui), expliquerait l'aggravation des inondations catastrophiques et de l'érosion dans des zones où d'abondants peuplements d'anéciques ont été détruits par les malpratiques agricoles. Notons que des alternatives techniques, souvent plus économiques, pourraient éviter le développement de telles situations.

SUMMARY

Relations between earthworm communities and soil physical properties of some mediterranean soils

The quantitative study of 34 earthworm communities was carried out in correlation with the study of the physical and chemical properties of various soils. Different treatments applied to soils (grasslands, fallow lands, forests, cultures, vineyard, type of litter) influenced directly or indirectly their physical properties, through changes in the microbial and earthworm communities. This work shows the interactions between human activities, soil studies, earthworm communities and structural properties. For the first time, a clear correlation between soil infiltration and earthworm community structures is demonstrated. This could be an explanation of some catastrophic overflowing and present increase of soil erosion.

RESUME

L'étude quantitative de 34 peuplements de lombriciens a été effectuée corrélativement à celle des propriétés physicochimiques de sols variés. Ces sols ont reçu des traitements divers (prairies, friches, forêts, cultures, vigne, type de litière) qui ont influencé leurs propriétés physiques directement ou indirectement, via la modification des peuplements microbiens et lombriciens. La communication porte sur les interactions entre actes humains, caractères pédologiques, peuplements lombriciens et propriétés structurales. Pour la première fois, une corrélation claire est dégagée entre infiltration du sol et structure du peuplement lombricien. Celle-ci expliquerait certaines inondations désastreuses et l'accroissement actuel de l'érosion.

REFERENCES/BIBLIOGRAPHIQUES

- Al Addan, F. 1984. Caractérisation des propriétés physiques d'un sol argileux à nappe salée du littoral languedocien "Les palus nords", Marsillargues (Hérault). DEA USTL Montpellier, 1-48.
- Assad, M.L., dit Ribeiro. 1987. Contribution à l'étude de la macroporosité lombricienne de différents types de sols de France. Thèse Doct. 3ème cycle, spéc. Sciences du sol, USTL/ENSAM Montpellier, 21/05/87, 1-240.
- Bottner, P. and F. Warembourg. 1976. *Plant and Soil* 45: 273-277.
- Bouche, M.B. 1969. *Pedobiologia*, 9: 26-34.
- Bouche, M.B. 1971. In Pesson "La vie dans les sols", éd. Gauthier-Villars, 187-209.
- Bouche, M.B. 1978. *Bull. scient. Bourgogne* 30: 139-228.
- Bouche, M.B. et R. Aliaga. 1986. Contre une dégradation physique et chimique des sols et pour leur optimisation économique, l'échantillonnage des lombriciens: une urgente nécessité. *La Défense des Végétaux* 242: 30-36.
- Bouche, M.B. (same book)—Biophysicochimie des sols: une méthodologie nouvelle pour réduire notre méconnaissance des causes des détérioration des sols.
- Darwin, C.R. 1881. The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits. Ed. John Murray and Co., London, 1-326.
- Henin, S., R. Gras, et G. Monnier, 1969. Le profil cultural. Masson Paris, 1-332.
- Hensen, V. 1877. *Zeitschrift f. wiss. Zool.*, 28: 354-364.
- Lee, K.E. 1985. *Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press Sydney, 1-411.
- Lozet, J. et C. Mathieu. 1986. *Dictionnaire de Science du sol*. Ed. Lavoisier, Paris, 1-269.
- Monnier, G., P. Stengel et J.C. Fies, 1973. *Ann. agron.* 24, 5, 533-545.
- Muntz, A., L. Faure et E. Laine, 1905. *Ann. Dir. hydraulique*, 33-45.
- Soto, P. et M.B. Bouche, sous presse—Ecorde: Une application des bases de données relationnelles à l'écologie.
- Stakman, W.P. 1967. Determination of particular density according to the "alcohol method". In: de Boot, M. "West-European methods for soil structure determination", V9 éd. The State Faculty of Agriculture Sciences, Gent Belgique.
- Tisdall, J.M. and J.M. Oades, 1980. *Aust. J. soil Res.* 18: 423-433.

