

DIVERSITÉ DES LOMBRICIENS DANS LES SOLS DE LA ZONE CÔTIÈRE SABLEUSE DE LA PROVINCE DE THUA THIEN HUE (VIET NAM)

Lara Zirbes^{1*}, Caroline Collin¹, Joseph E. Dufey², Pham Khanh Tu,³ Hoang Nghia Duyet³, Philippe Lebailly⁴ et Eric Haubruge¹

¹ Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive,
Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (FUSAGx),

² Unité Sciences du sol
Université catholique de Louvain (UCL)

³ Université agronomique et forestière de Hué (UAFH)

⁴ Unité d'Economie et Développement rural,
Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux (FUSAGx)

* @-mail : entomologie@fsagx.ac.be

SUMMARY

Sandy soils of Thua Thien Hue province in Vietnam are poorly fertile. Soil fauna, and more particularly earthworms, are some bioindicators of soils fertility. The inventory of earthworm species in this region has permitted to characterise soils fertility. Earthworms sampling show 6 earthworms species: *Pontoscolex corethrurus*, *Glyphidrilus papillatus*, *Pheretima rodericensis*, *Pheretima danangana*, *Perionyx excavatus*, *Lampito mauritii*. The low earthworms quantity and diversity have proved the lack of soils fertility. *P. corethrurus* is the most represented specie (37,6% of sampled earthworms) followed by *G. papillatus* (26,1%). Among the six earthworm species, the three ecological categories (epigeic, anecic, endogeic) were found. Combined action of these three categories could enhance soils fertility and structure when one earthworm of each ecological category was used to inoculated soils.

Presence and diversity of earthworms have been correlated with the kind of soil occupation and soils physico-chemical characteristics. Analyses show that earthworms should colonize sandy soils, poor in organic matter, therefore earthworms are more abundant where organic matter supplies are more frequent.

Key words: Biodiversity, earthworms, Annelidae, soil fertility, Vietnam.

INTRODUCTION

Le Centre Vietnam est la région la plus pauvre et la moins développée de ce pays. Sa population est déficitaire pour sa production alimentaire et a un besoin particulier de soutien afin d'atteindre l'autosuffisance (Thua Thien Hue Statistical Office, 2004). Les difficultés rencontrées dans le développement de l'agriculture dans la zone côtière sont essentiellement liées au climat hostile et surtout au manque de fertilité des sols sableux de la région (Moormann, 1961; Hoang Thi Thai Hoa, 2004).

La fertilité des sols dépend principalement de la quantité et de la qualité des matières organiques transformées par les organismes décomposeurs (Brown, 2000). Les populations d'invertébrés du sol, notamment les vers de terre, jouent un rôle primordial dans la l'incorporation, la transformation de ces matières et améliorent la structure du sol (Lee, 1985). En effet, les lombrics transforment la matière organique instable en substances organiques stables appelées "humus" et participent à la libération d'éléments minéraux directement assimilables par les plantes (Bouché, 1972; Lavelle, 2001). Par leurs activités, leurs déplacements, la formation de galeries..., les lombrics sont qualifiés de véritables ingénieurs du sol (Brown, 1995) et de bioindicateurs de fertilité des sols (Lavelle, 2001).

Le peuplement en lombriciens des sols de la province de Thua Thien Hué est encore mal connu: peu d'études ont été réalisées à ce jour (Nguyen Van Thuan, 1993; Vu Quang Manh, Nguyen Van Thuan et Le Van TRIEN, 1995 ; HUYNH THI KIM HOI et NGUYEN DUC ANH, 2003). Pourtant la gestion et la valorisation des populations de vers de terre peuvent être considérées comme une alternative intéressante pour pallier au manque de fertilité des sols.

L'étude suivante a été réalisée dans le cadre du projet interuniversitaire ciblé (PIC), financé par la C.I.U.F (Conseil Interuniversitaire de la Communauté française de Belgique). Il s'intitule "Amélioration du niveau de vie des familles paysannes du Centre Vietnam par une augmentation de la production vivrière sur les sols pauvres de la zone côtière et une gestion appropriée du cycle des matières organiques au sein des fermes familiales".

L'objectif du présent travail est d'identifier les espèces d'Annélidae présentes dans les sols de la zone côtière sableuse de la province de Thua Thien Hué et de déterminer l'impact de ces espèces de vers de terre dans la restauration des sols de cette région. Il est important de choisir le ver de terre le mieux adapté aux conditions climatiques et au type de sol (EDWARDS, 1998).

MATERIEL ET METHODES

Sites étudiés

Thua Thien Hué est une province vietnamienne s'étendant de 17°5' à 16°12' de latitude nord et de 105°37' à 106°06' de longitude est (Figure 1). Sa superficie est de 5054 km². Elle se divise en 8 districts dont la moitié appartient à la région sableuse côtière (environ 184.000 ha).

La province de Thua Thien Hué est soumise à un climat de type tropical humide. La saison humide s'étale de septembre à mars et se caractérise par un temps froid (minimum 13°C) et humide (plus de 95% d'humidité), avec un vent froid venant du nord. Au cours de cette période, les fortes pluies entraînent de grandes inondations et des phénomènes d'érosion.

La saison sèche a lieu d'avril à août. Le temps est chaud (maximum 41°C) et sec (environ 50% d'humidité) avec un vent chaud venant de l'ouest, menant ainsi à une période de sécheresse. La gestion des ressources hydriques constitue donc un problème important au Centre du Vietnam; les pluies trop abondantes pendant la saison humide sont insuffisantes en saison sèche (HOANG THI THAI HOA, 2004).

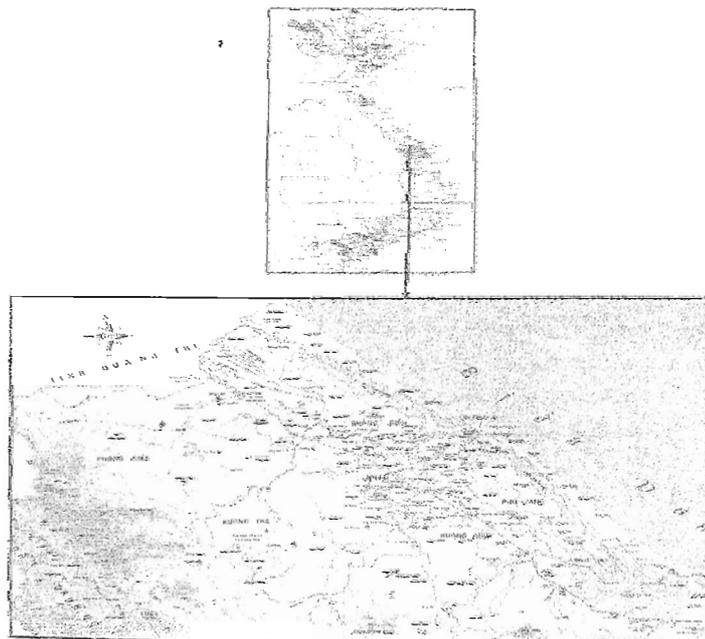


Figure 1- Localisation de la province de Thua Thien Hué et des communes échantillonnées

La ville de Hué s'étend sur des fluvisols non différenciés, et autour on rencontre, des fluvisols salins, des acrisols sur roches acides et des régosols sur sable dunal blanc et jaune (Figure 2). La région, où se déroulent les expérimentations, est caractérisée par ce dernier type de sol. Les régosols sont jeunes, avec pas ou peu de développement de profil, formés sur des sables dunaux récents (sables jaunes à blancs). Les acrisols sont les plus répandus au Vietnam. Pauvres, ils ont un pH d'environ 4,5, une faible saturation en bases, une médiocre capacité de rétention en eau, et se dessèchent fortement en saison sèche. En outre, ces sols s'érodent facilement. Leur relief est fortement ondulé voire localement accidenté.

Ce type de sol est en grande partie inculte et se trouve sous forêt ou sous savane. La principale culture est celle itinérante du riz. Près des centres de population dense, ces sols sont utilisés pour des cultures vivrières diverses (manioc, arachide, patate douce,...).

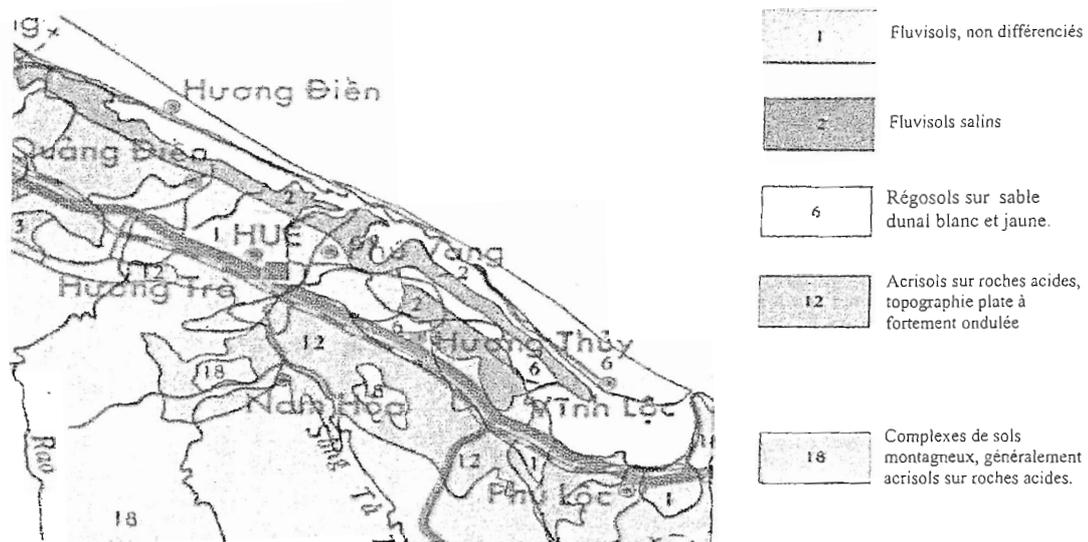


Figure 2 – Carte de sols de la province de Thua Thien Hué (Source: Moormann, 1961)

Prélèvement d'échantillons

Les expérimentations ont été réalisées sur 29 parcelles au sein de 7 communes de la zone sableuse : Quang Loi, Quang Thai, Phong Hoa, Phu Luong, Vinh Xuan, Vinh Hung et Vinh Phu (Figure 1). Les parcelles diffèrent selon le type d'occupation du sol et ont été classées en 6 groupes (tableau 1)

Les prélèvements ont été réalisés au cours du mars 2005, à la fin de la saison des pluies. Cette période est la plus favorable pour l'échantillonnage de la macrofaune des sols dans les pays tropicaux (LAVELLE et FRAGOSO, 2000).

La méthode d'échantillonnage des parcelles sélectionnée est celle du "bêchage-triage", tri direct des échantillons de sol après bêchage, selon la méthode élaborée par Stöckli (1928) qui est la technique standard de référence (BOUCHE, 1969). Des échantillons de sol ont également été prélevés selon la méthode standard TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Programme) (ANDERSON et INGRAM, 1993) dans différents villages afin de caractériser les espèces de vers présentes.

Dans chaque parcelle, 4 échantillons ont été récoltés à intervalles réguliers de 10 m, selon deux lignes parallèles, traversant le champ, dont l'origine et la direction ont été choisies de manière aléatoire. Chaque échantillon a été prélevé sur un carré de 25 cm de côté. Les vers extraits ont ensuite été conservés dans

des récipients en plastique de 50 ml, contenant une solution de formol 4%, puis 4 jours plus tard dans une solution d'éthanol 80°. Cette succession formol-alcool évite le durcissement des vers (conséquence d'une conservation longue dans du formol) ainsi que leur ramollissement trop important (survenant quand ils sont directement transférés dans de l'alcool) (BOUCHE, 1972; LAVELLE et FRAGOSO, 2000).

Tableau 1 – Occupation du sol au niveau des 29 parcelles échantillonnées de la zone côtière sableuse de la province de Thua Thien Hué. Occupation des sols : 2R = 2 cultures de riz par an, 1R = 1 culture de riz par an, 1R + AC = 1 culture de riz suivie par une autre culture, AC = autres cultures que le riz, AF = arbres fruitiers, FR = friche.

Communes	Parcelles	Occupations
Phu Luong	PL 278	2R
	PL 290	2R
	PL 295	AC
	PL296	AF
Vinh Phu	VP 243	AF
	VP 256	AC
	VP 263	1R
	VP 272	1R
Vinh Hung	VH 2	FR
	VH 16	FR
	VH 4	AF
Vinh Xuan	VX 170	AC
	VX 195	1R + AC
	VX 211	1R + AC
	VX 234	1R + AC
Phong Hoa	DP 118	2R
	DP 127	1R
	DP 131	2R
	DP 135	2R
	DP 143	AF
	DP 158	AC
	DP 162	AC
Quang Thai	QT 49	AC
	QT 77	AC
	QT 95	2R
	QT 101	2R
Quang Loi	QL 18	2R
	QL 29	AC
	QL 43	AC

- 1) 2R = 2 cultures de Riz par an (8 parcelles),
- 2) 1R = 1 culture de Riz par an (3 parcelles),
- 3) 1R + AC = 1 culture de Riz suivie par une Autre Culture (3 parcelles),
- 4) AC = Autres Cultures que le riz (9 parcelles),
- 5) AF = Arbres Fruitiers (4 parcelles)
- 6) FR = FRiche (2 parcelles).

Détermination de l'espèce des lombrics

L'identification de l'espèce de vers a été réalisée au moyen d'un binoculaire, à l'aide de la clé de Gates (1972). Pour chaque échantillon, le nombre de vers de chaque espèce a été déterminé.

Caractérisation du sol

Les caractéristiques physiques et chimiques du sol de chaque parcelle ont été déterminées. Les variables pédologiques analysées sont: le pH, la conductivité électrique (CE), le carbone organique (OC), l'azote total (N), le phosphore total (P), le phosphore assimilable (P_2O_5), les bases échangeables (Ca, Mg, K et Na), l'hydrogène et l'aluminium assimilables (H et Al), la capacité d'échange de cations (CEC), le rapport C/N, la somme des bases échangeables (ExB), l'acidité d'échange (ExA), la capacité d'échange cationique effective (ECEC), le taux de saturation en bases (BS), le taux de saturation en aluminium (AIS) et la texture du sol (%).

L'étude simultanée des différentes variables pédologiques a ensuite été réalisée par une analyse en composante principale (ACP). C'est une technique de statistique descriptive permettant d'étudier les relations qui existent entre des variables quantitatives, sans tenir compte, à priori, d'une quelconque structure, ni des variables, ni des individus (PALM, 1998).

La matrice, utilisée pour l'analyse en composante principale (ACP), comporte 29 lignes correspondant aux parcelles échantillonnées et 23 colonnes correspondant aux caractéristiques physiques et chimiques des sols.

Pour déterminer l'impact du type d'occupation de sol sur la biodiversité du sol, des analyses de la variance (ANOVA) à un facteur ont été réalisées à l'aide du logiciel MINITAB Release 13.2 for Windows. Un test de Tukey a également été effectué afin de déterminer quel type d'occupation des sols présente le plus grand nombre de vers de terre.

RESULTATS

Diversité des espèces rencontrées

Lors des prélèvements, 3 familles, 5 genres et 7 espèces de lombrics ont été mis en évidence. La systématique de ces espèces est reprise dans le tableau 2.

Tableau 2 - Espèces de lombriciens recensés et leur taux de fréquence lors de toute l'étude dans la zone côtière sableuse de la province de Thua Thien Hué

Famille	Genre	Espèce	Abréviation	Taux de fréquence (%)
Glossoscolecidae	Pontoscolex	corethrurus	Pc	37,6
Megascolecidae	Lampito	mauritianus	Lm	11
	Perionyx	excavatus	Pe	0,7
		danangana	Pd	0,5
	Pheretima	rodericensis	Pr	2,3
sp		Ps	3,2	
Microchaetidae	Glyphidrilus	papillatus	Gp	26,1

La figure 3 met en évidence les espèces retrouvées par parcelle ainsi que les cocons et les vers immatures. *P. corethrurus* est l'espèce la plus fréquemment rencontrée, suivie par *G. papillatus*, *L. mauritianus*, *Pheretima* sp., *P. rodericensis*, *P. excavatus*, *P. danangana*.

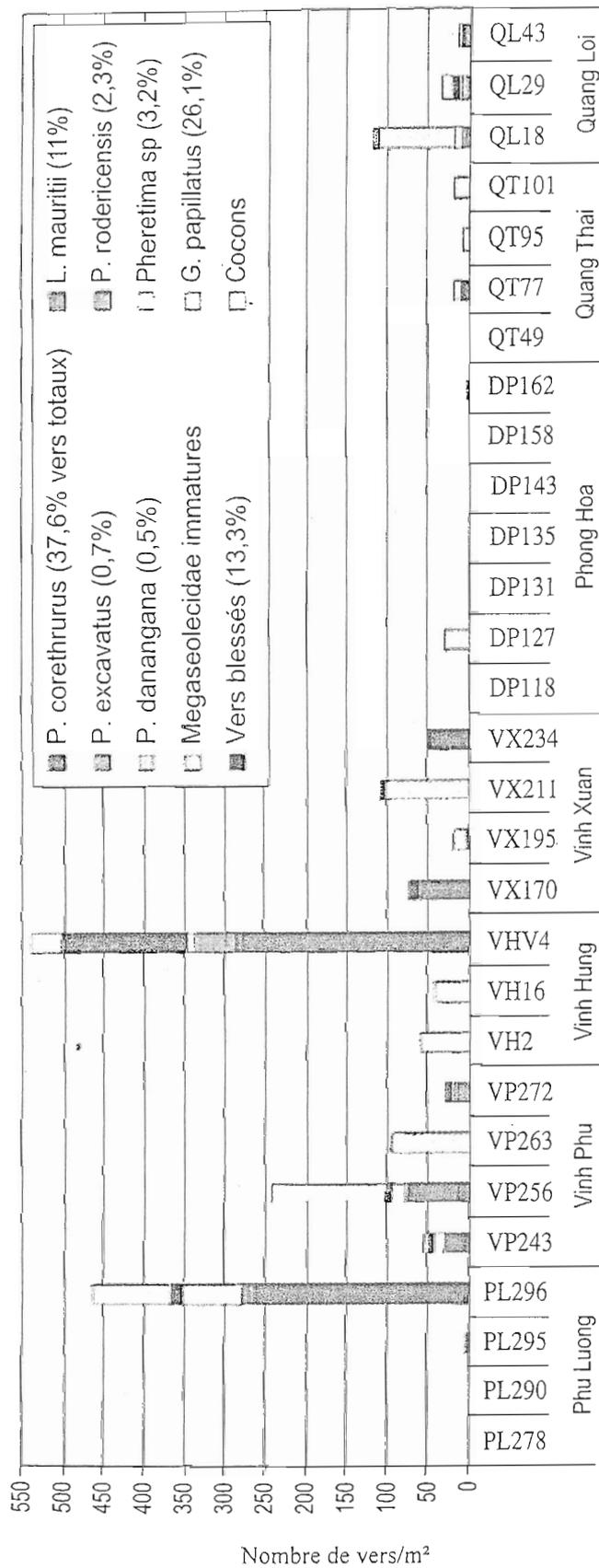
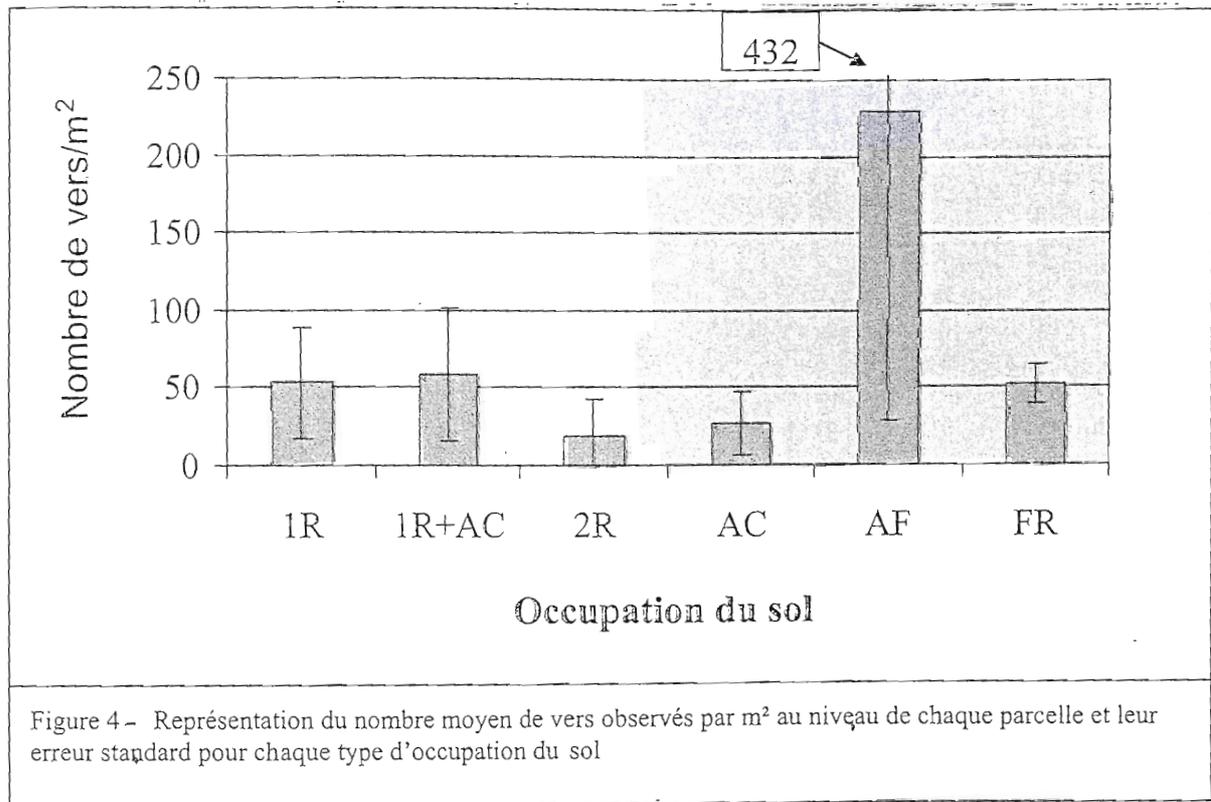


Figure 3 – Nombre de vers rencontrés par m² (avec leur distribution pour chaque espèce) sur chacune des 29 parcelles au niveau desquelles quatre échantillons de sol, de 25 cm de côté, ont été prélevés sur 30 cm de profondeur.

Relation entre le nombre de vers de terre échantillonné et le type d'occupation du sol

Globalement, la densité moyenne de vers varie en fonction du type d'occupation du sol (Figure 4). Les parcelles plus densément peuplées de vers, avec une grande diversité au niveau des espèces, sont les jardins avec présence d'arbres fruitiers. En effet, la densité est de 228 vers/m² pour les parcelles d'arbres fruitiers. Celle des autres types d'occupation du sol varie entre 16 et 60 vers/m². Ces faibles densités de lombrics au niveau des sols étudiés, excepté dans les jardins avec des arbres fruitiers, montrent bien le manque de fertilité des sols sableux de la région côtière de Thua Thien Hué.



L'analyse de la variance à un facteur indique une différence significative ($p = 0,029$) du nombre de vers prélevés selon le type de culture. Le test de Tukey montre que les terres comportant des arbres fruitiers ont un nombre de vers significativement plus élevé que celles comportant deux cultures de riz (2R) ou une culture autre que le riz (AC) (Figure 4). L'erreur standard du nombre moyen de vers est particulièrement élevée, indiquant que les quantités de vers prélevées au niveau de ces parcelles sont extrêmement variables et que le nombre de parcelles échantillonnées pour chaque type d'occupation est faible. Un échantillonnage plus conséquent permettrait donc de confirmer ces résultats.

Relation entre les espèces de lombrics rencontrées, les caractéristiques physiques et chimiques des sols

Les caractéristiques physico-chimiques moyennes des sols en fonction du type d'occupation sont reprises dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 3 – Caractéristiques physico-chimiques des sols en fonction du type d'occupation. Occupation des sols : 2R = 2 cultures de riz par an, 1R = 1 culture de riz par an, 1R + AC = 1 culture de riz suivie par une autre culture, AC = autres cultures que le riz, AF = arbres fruitiers, FR = friche

Caractéristiques physico-chimiques	Type d'occupation de sol					
	2R	1R	1R + AC	AC	AF	FR
pH	4,6	4,4	5	5	4,7	4,2
ExA (cmol/kg)	1,12	1,63	0,28	0,2	0,2	0,28
CE (mmho/cm)	0,08	0,08	0,02	0,07	0,02	0,03
OC (%)	2,32	2,06	0,7	0,55	0,46	0,6
N (%)	0,09	0,13	0,04	0,04	0,03	0,04
C/N	25,8	19,45	18,81	17,93	14,61	15,59
P (%)	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03
Ca (cmol/kg)	0,93	1,03	0,21	0,25	0,17	0,22
Mg (cmol/kg)	0,17	0,19	0,04	0,05	0,1	0,07
K (cmol/kg)	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04
Na (cmol/kg)	0,11	0,13	0,03	0,03	0,03	0,04
H (cmol/kg)	0,98	1,42	0,27	0,19	0,13	0,25
Al (cmol/kg)	0,13	0,21	0,01	0,01	0	0,01
CEC (cmol/kg)	3,96	5,45	0,85	0,92	0,95	0,95
ExB (cmol/kg)	1,25	1,39	0,29	0,36	0,28	0,33
BS (%)	32,99	21,3	32,42	37,9	29,19	29,54
ECEC (cmol/kg)	2,36	3,02	0,57	0,56	0,48	0,6
AlS (cmol/kg)	5,14	6,77	1,86	0,67	0,76	1,3
P ₂ O ₅ (mg/100g)	7,1	5,93	4,62	7,01	8,3	7,45

Tableau 4 – Texture du sol en fonction du type d'occupation. Occupation des sols : 2R = 2 cultures de riz par an, 1R = 1 culture de riz par an, 1R + AC = 1 culture de riz suivie par une autre culture, AC = autres cultures que le riz, AF = arbres fruitiers, FR = friche

Texture du sol (%)	Type d'occupation de sol					
	2R	1R	1R + AC	AC	AF	FR
Sable	74,03	57,88	90,12	89,64	92,72	76,26
Limon	16,98	23,46	7,06	7,77	3,84	8,13
Argile	8,99	18,66	2,82	2,58	3,44	3,41

Les espèces de lombrics rencontrées dans cette étude ont été mises en relation avec les caractéristiques physiques et chimiques des sols des parcelles échantillonnées. L'étude simultanée des différentes variables pédologiques est rendue possible grâce à l'analyse en composante principale (ACP). La première composante principale (PC1) prend en compte 60,6% de la variabilité. Elle est la plus importante, puisque les deux composantes suivantes (PC2 et PC3) n'expliquent, respectivement, que 10,5% et 7,3% de la variabilité (Tableau 5). Les composantes 4 à 23 n'apportent aucune information significative étant donné la faible proportion de la variabilité expliquée par celles-ci. Lors de cette étude, l'analyse se limite donc aux trois premières composantes qui, ensemble, expliquent 78,3 % de la variabilité.

PC1 est fortement corrélé positivement avec la teneur en sable, et négativement, avec la teneur en matière organique (MO) ($MO = OC * 1,724$; OC = carbone organique), en azote total (N), en phosphate total, en base (Ca, Mg, K, Na), en acide (Al, H) et avec la capacité d'échange cationique (CEC). Les

valeurs positives le long de cet axe correspondent à des sols fortement sableux, pauvres en nutriments, et les valeurs négatives à des sols moins sableux et plus riches en nutriments. PC2 est fortement corrélé, positivement, avec le pH. PC3 l'est fortement, positivement, avec le rapport C/N (dépendant de la teneur en matière organique) et la teneur en phosphate assimilable (Tableau 5).

Tableau 5 – Informations relatives aux valeurs propres et corrélations des variables initiales (caractéristiques physiques et chimiques du sol) avec les trois premières composantes principales de l'analyse en composante principale (PC1, PC2, PC3).

	PC1	PC2	PC3
Valeurs propres	13,938	2,408	1,672
Proportion expliquée	0,606	0,105	0,073
Proportion cumulée	0,606	0,711	0,783

Variable	PC1	PC2	PC3
pH H2O	0,110	0,483	0,052
pH KCl	0,154	0,438	0,070
ExA	-0,260	-0,057	0,140
EC	-0,206	-0,131	-0,144
OC	-0,228	0,021	0,273
N	-0,249	0,172	-0,010
C/N	-0,019	-0,178	0,340
P2O5 (%)	-0,223	0,109	0,212
Ca	-0,229	0,277	-0,002
Mg	-0,236	0,062	-0,220
K	-0,127	-0,044	-0,315
Na	-0,198	-0,205	-0,274
H	-0,256	-0,064	0,167
Al	-0,260	0,032	0,081
CEC	-0,246	0,210	0,017
ExB	-0,241	0,238	-0,044
BS	0,034	0,194	-0,403
ECEC	-0,260	0,125	0,031
AIS	-0,187	-0,336	0,280
P2O5 (mg/100g)	0,003	0,262	0,403
sable	0,250	0,001	0,125
limon	-0,223	-0,094	-0,042
argile	-0,243	0,081	-0,188

Légende :

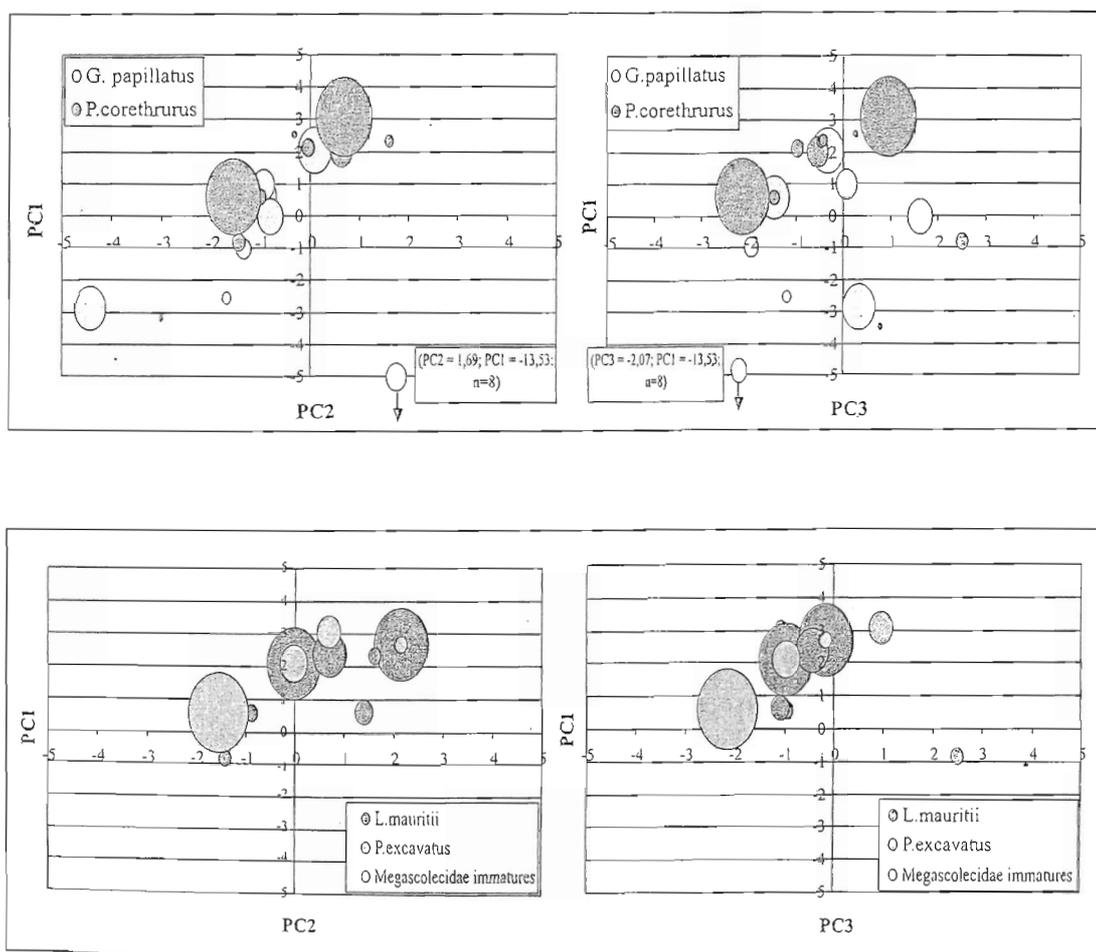
ExA : acidité d'échange (cmol/kg)
 EC : conductivité électrique (mmho/cm)
 OC = Corg : carbone organique (%)
 N : azote total (%)
 MS : matière sèche (%)
 C/N : rapport C/N
 P (%) : phosphore total
 Ca, Mg, K, Na : bases échangeables (cmol/kg)
 H, Al : hydrogène et aluminium échangeables (cmol/kg)
 CEC : capacité d'échange cationique (cmol/kg)
 ECEC : capacité d'échange cationique effective (cmol/kg)
 ExB : somme des bases échangeables (cmol/kg)
 BS : taux de saturation en bases (%)
 AIS : taux de saturation en aluminium (cmol/kg)
 P₂O₅ (mg/100g) : phosphore assimilable
 MO : matière organique

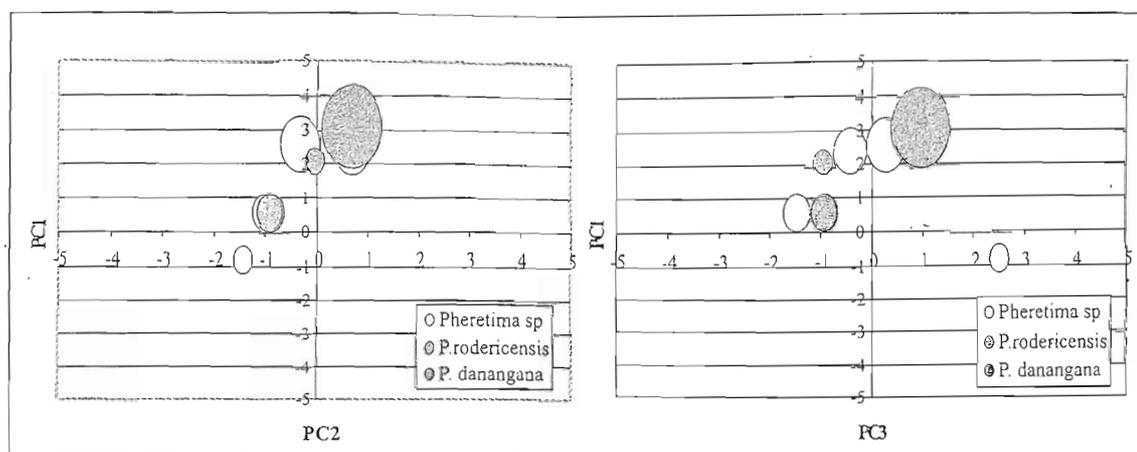
L'analyse des résultats montre que *P. corethrurus* colonise essentiellement les sols sableux, pauvres en matière organique et en nutriments (PC1>0) (Figure 5). Il est présent dans le sol de plusieurs rizières et d'autres champs cultivés (Figure 4). Ce ver de terre s'adapte également à des milieux plus riches en matière organique comme l'atteste sa présence dans les parcelles avec arbres fruitiers.

G. papillatus préfère les sols acides (PC2<0) (Figure 5) et saturés en eau (GATES, 1972), deux caractéristiques présentes dans les rizières. Lors de cette étude, *G. papillatus* n'a été retrouvé que dans les rizières ou dans les friches (anciennes rizières saturées en eau en raison de la proximité de la lagune) et en profondeur.

L. mauritii, quant à lui, se rencontre généralement dans des sols légèrement acides ($PC2 > 0$), riches en sable, pauvres en matière organique et en nutriments ($PC1 > 0$), de faible rapport C/N et de faible teneur en phosphate assimilable ($PC3 < 0$) (Figure 6). Dans cette étude, *L. mauritii* a été retrouvé sur les parcelles avec des cultures autres que le riz et avec des arbres fruitiers (Figure 4). Ce ver est donc capable de coloniser des milieux plus riches en matière organique. Ce ver est originaire du sud de l'Inde et s'adapte particulièrement bien aux sols légers dans les zones sèches, notamment de Birmanie (Gates, 1972).

Pheretima sp colonise les terres riches en sable, pauvres en matière organique et en nutriments ($PC1 > 0$) (Figure 7). *P. excavatus* et *P. rodericensis* se localisent dans des terres moins acides ($PC2 > 0$), riches en sable ($PC1 > 0$) et de teneur plus élevée en phosphate assimilable ($PC3 > 0$) (Figures 6 et 7). Gates (1972) indique que *P. excavatus* requiert un milieu humide et riche en matière organique. Sur la figure 6, la valeur de $PC1$ positive pour *P. excavatus* indique une faible teneur en matière organique tandis que la valeur positive de $PC3$ montre l'inverse. L'analyse et la comparaison de ces deux graphiques ne permettent donc pas de déterminer les exigences écologiques de cette espèce. Par ailleurs, *P. excavatus* a été rencontré dans un jardin particulièrement riche en matière organique et en macrofaune et très humide. L'indication de Gates semble bien conforme aux observations de terrain. *P. danangana* se rencontre dans les sols acides ($PC2 < 0$), de rapport C/N faible et de teneur faible en phosphate assimilable ($PC3 < 0$) (Figure 7). *P. excavatus* et *P. danangana* ont été observés dans un seul site, *P. rodericensis* dans deux. Les caractéristiques de sol recherchées par ces espèces devraient toutefois être confirmées lors d'études ultérieures.





Figures 5 à 7 – Représentation de la répartition des espèces de lombrics rencontrées selon les caractéristiques physiques et chimiques des sols à l'aide des axes (PC1, PC2) et (PC1, PC3) provenant de l'analyse en composante principale. (Le diamètre des bulles dans les graphiques est fonction du nombre de vers)

DISCUSSION

Importance écologique des espèces de vers de terre

Les vers de terre sont des espèces importantes des écosystèmes édaphiques. Ces Annélidés ont les capacités de transformer leur biotope et même parfois de créer de nouveaux habitats pour d'autres organismes (Brown, 1995 ; Maraun, 1999). En effet, ils modifient la morphologie (modification de la stratification), la structure (porosité, stabilité...) et la composition du sol par leur action à la fois physique, chimique et biologique. La fertilité du sol est ainsi augmentée et la croissance des plantes est stimulée (Lavelle, 1999). Leur présence naturelle dans le sol est donc particulièrement intéressante.

Les vers de terre endogés prédominent dans les régions tropicales et creusent des galeries profondes horizontales (Lee, 1985). Les différentes espèces de lombriciens sont subdivisées en trois groupes: les poly-, les méso- et les oligo- humiques. Cette diversité parmi les exigences écologiques permet aux vers de terre d'occuper l'entièreté des niches écologiques de type édaphique et de se nourrir de matière organique du sol de qualité variable (Lavelle, 1983).

P. corethrurus est potentiellement utilisable dans la restauration de la fertilité des sols. Au cours d'une expérimentation de trois années menée au Pérou, *P. corethrurus* inoculé dans des systèmes de cultures annuelles montre un effet positif sur la production des plantes ainsi que sur la structure du sol (Lavelle, 2001). Cette espèce joue un rôle important dans l'assimilation du phosphore, dans le recyclage des nutriments (Guerra et Asakawa, 1981) et est particulièrement bien adapté aux sols de la région centre du Vietnam: *P. corethrurus* est la plus représentée dans l'échantillonnage de cette étude (Tableau 2). *P. corethrurus* est une espèce endogée qui se nourrit de matière organique dans le sol et remonte occasionnellement à la surface.

L. mauritii est une espèce anécique utilisée pour le lombricompostage mais aussi pour l'inoculation des sols en vue d'améliorer leur structure (UNDP, 2005). Cette espèce participe au processus d'humification (Manivannan, 2004) et interagit avec les microorganismes lors de celui-ci (*Aspergillus fumigatus*, *Streptomyces albus*...) (Parthasarathi, 2007). Les vers de terre anéciques se nourrissent de la matière organique de la litière du sol. Ces organismes creusent des galeries verticales et leur principale fonction est d'amener la litière de la couche superficielle du sol plus en profondeur. Cette activité semble jouer le rôle d'un rumen externe (Swift, 1979) dans lequel les microorganismes se multiplient et d'autres organismes du sol sont attirés (Brown, 1995; Bolhen, 1997; Maraun, 1999). Quand les vers de terre

anéciques sont abondants, des modifications importantes au niveau de la structure du sol sont observées. La réduction des amas de litière, l'accélération de l'humification, transformant les sols d'un humus de type moder à un humus dit mull en sont des exemples (Langmaid, 1964). Les effets des espèces anéciques tropicales sont moins connus, mais ces vers semblent néanmoins avoir des impacts similaires (Lavelle, 1978).

Les sols de la région côtière sableuse de Thua Thien Hué sont particulièrement pauvres en nutriments et en macrofaune (Moormann, 1961). L'inoculation de *L. mauritii* dans les sols de cette région permettrait à la fois de fournir les nutriments nécessaires à la croissance des plantes et d'améliorer la structure du sol. En effet, la qualité du sol est fonction de la formation d'agrégats (dont les vers de terre sont responsables) qui déterminent la rétention et la circulation de l'eau, la diffusion des gaz, la croissance et le développement des racines dans le sol. Les lombrics jouent donc un rôle vital dans la prévention de la dégradation des sols (Sharma et al., 2005).

P. excavatus appartient à la catégorie des vers de terre épigés. Ces vers de terre vivent dans la litière du sol et se nourrissent de plantes mortes et de microorganismes (*Cladosporium herbacium*, *Geotrichum candidum*, *Mucor plumbeus*...) (Parthasarathi, 2007); ils ingèrent rarement de la terre. Ils sont parfois qualifiés de "transformateurs" de la litière (Lavelle, 1997) et leurs activités entraînent une diminution du stockage de la litière sur le sol, une augmentation de l'activité microbienne par l'apport de substrat avec une plus grande surface de contact pour la décomposition et influencent la microfaune et la flore de la litière (Scheu, 1994; Parkinson, 1998). De plus, *P. excavatus* est couramment utilisé dans le processus de lombricompostage dans les pays asiatiques (Gates, 1972; Hallatt, 1990), au vue de sa grande capacité à dégrader la matière organique. Malgré sa faible occurrence lors de l'échantillonnage, l'inoculation des sols avec cette espèce apportera un enrichissement de la fertilité des sols de la région centre du Vietnam. En effet, *P. excavatus* possède un potentiel biologique efficace dans la conversion de la matière organique en élément facilement utilisable par les plantes lors de leur croissance (Kale, 1982; Suthar, 2006).

G. papillatus, quant à lui, préfère les milieux saturés en eau (Gates, 1972). Les activités de ce lombricien pourront donc être exploitées dans les rizières, cultures où le sol est immergé au cours de l'année.

Les vers de terre du genre *Pheretima* font partie de la catégorie des lombrics anéciques. Récemment, une étude menée dans la province vietnamienne de Hoa Binh a montré que *Pheretima leucocirca* modifiait la surface du sol par la production de turricules qui se fragmentent en macroagrégats biogéniques libres. Ces agrégats de surface, de forte stabilité structurale, diminuent les effets de l'érosion (Jouquet, 2007). Cette observation souligne l'importance de ces vers de terre pour l'amélioration des propriétés physiques du sol. De plus, certaines espèces appartenant au genre *Pheretima* sont utilisées dans le lombricompostage pour leur capacité à dégrader la matière organique: *Pheretima elongata*, en Inde (PSCST, 2005) et *Pheretima asiatica* (Wong et al, 1991; Sharma, 2005).

Influence des caractéristiques du sol sur le nombre de vers de terre

Malgré le faible nombre de parcelles échantillonnées pour chaque type d'occupation du sol, l'analyse des résultats montre une différence du nombre de vers en fonction du type d'occupation des sols avec une préférence des lombriciens pour les jardins riches en matière organique. Les cultures pérennes sont particulièrement bénéfiques au développement des populations de vers de terre au vue de l'absence de travail du sol. De plus, les arbres fruitiers sont généralement placés dans les jardins. Ces derniers sont particulièrement fertiles car les agriculteurs y apportent régulièrement des fertilisants organiques (Edwards et Bohlen, 1996).

Les terres occupées par deux cultures de riz (2R) et un autre type de culture (AC) présentent un nombre réduit de lombriciens. De plus, les autres types de culture (AC) sont généralement placés au

niveau de terres très sableuses et pauvres en éléments nutritifs. Aucun résidu n'est laissé au niveau du sol. Or un des principaux facteurs liés au type de culture affectant les populations de vers est la quantité de résidus laissés au champ après récolte. En général, les cultures laissant beaucoup de résidus (telles les céréales) stimulent davantage le développement des populations de vers (Edwards et Bohlen, 1996). Les terres occupées par deux cultures de riz (2R) sont irriguées de décembre à septembre. Elles sont donc peu favorables au développement des vers en raison des conditions asphyxiques liées à cette immersion quasi permanente. Les travaux du sol, labour et mise en boue, sont plus fréquents et importants que pour les autres types de culture, perturbant l'activité de la macrofaune du sol (Lee, 1985).

Les parcelles avec une culture de riz (1R), une culture de riz suivie d'une autre culture (1R + AC) et les friches (FR) ont un nombre moyen de vers assez semblable, supérieur à celui des parcelles de deux cultures de riz (2R) et de celles avec d'autres cultures que le riz (AC). Statistiquement, cette différence n'a pu être mise en évidence. En effet, le nombre de parcelles comportant une culture de riz (1R), une culture de riz suivie d'une autre culture (1R+AC) et une friche (FR) est très faible, il faudrait en augmenter le nombre pour pouvoir mettre en évidence cette différence. Les terres avec une culture de riz (1R) et avec une culture de riz suivie d'une autre culture (1R+AC) sont généralement des terres non irriguées. Ces sols sont donc moins asphyxiques que ceux ayant deux cultures de riz par an et constituent un milieu plus propice à la multiplication des lombrics. De plus, les résidus laissés par la culture de riz précédente (racines et les premiers cm des pailles) apportent des matières organiques stimulant l'activité de la macrofaune.

L'analyse en composante principale confirme que les espèces rencontrées lors de cet échantillonnage sont adaptées à des conditions de vie peu favorables, à un milieu pauvre en matière organique, sableux et acide. Les observations de terrain viennent compléter l'analyse statistique en indiquant que même si les vers de terre colonisent des milieux pauvres, ils sont plus abondants là où les apports en matières organiques sont plus fréquents.

CONCLUSIONS

L'étude de la diversité faunique a mis en évidence, dans les sols sableux de la zone côtière de Thua Thien Hué, les 6 espèces de lombriciens suivantes : *Pontoscolex corethrurus*, *Glyphidrilus papillatus*, *Pheretima rodericensis*, *Pheretima danangana*, *Perionyx excavatus*, *Lampito mauritii*. Cette étude a montré que ces espèces de vers de terre sont présentes en faible quantité, excepté dans les parcelles couvertes d'arbres fruitiers où des matières fertilisantes sont appliquées et où le sol n'est pas retourné. L'utilisation des lombriciens pourrait améliorer la fertilité du sol. Pour la réussite de cette inoculation, il est nécessaire d'employer des espèces de lombrics locales, adaptées aux conditions du milieu et de maximiser les effets des activités des vers dans le sol, en combinant les avantages des trois catégories écologiques (épigés, anéciques et endogés). Parmi les espèces rencontrées, *Pontoscolex corethrurus*, *Lampito mauritii* et *Perionyx excavatus* s'avèrent être les espèces de choix pour la restauration des sols pauvres de Hué. *Pontoscolex corethrurus* est l'espèce endogée la plus fréquemment rencontrée lors de cette étude, elle colonise des milieux sableux et pauvres en matière organique et s'adapte à des milieux plus riches tels que des vergers. *L. mauritii*, espèce anécique, possède une grande capacité à aérer et à labourer le sol par la formation de galeries, et *Perionyx excavatus*, ver de terre épigé, est capable de dégrader la matière organique à la surface du sol.

La présence de ces différentes espèces de lombriciens dans le sol entraînera une meilleure décomposition de la matière organique, l'amélioration de la structure du sol et la libération d'éléments minéraux directement assimilables par les plantes et la production de substances antibiotiques, d'hormones et de matières humiques stimulant la croissance des végétaux (Lee, 1985; Fraser, 2002; Sheu, 2003).

REMERCIEMENTS

Le travail a été rendu possible grâce à l'intervention financière du Conseil interuniversitaire de la Communauté française de Belgique et de la Commission universitaire pour le développement dans le cadre d'un projet PIC ; nous leur en sommes très reconnaissants.

Je remercie également Monsieur le Professeur Nguyen Van Thuan pour sa coopération dans l'identification des vers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anderson, J.M. and Ingram, J. 2nd Eds. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods, CAB, Oxford.

Bolhen, P.J., Parmelee, R.W., McCartney, D.A. and Edwards C.A. 1997. Earthworm effects on carbon and nitrogen dynamics of surface litter in corn agroecosystems. *Ecol. Appl.* 7: 1341-1349.

Bouché, M.B. 1969. Comparaison critique de méthodes d'évaluation des populations de lombricidés. *Pedobiologia* 9: 26-34.

Bouché, M.B. 1972. Lombriciens de France, écologie et systématique. INRA, France.

Brown G.G. 1995. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? *Plant Soil.* 170: 209-231.

Brown, G.G., Barois, I. and Lavelle, P. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the rôle of interactions with other edaphic functional domains. *Eur. J. Soil Biol.* 36: 177-198.

Edwards, C.A. 1998. Earthworms Ecology. CRC Press LLC.

Edwards, C.A. and Bolhen, P.J. 1996. Biology and Ecology of Earthworms. Chapman and Hall, London.

Fraser P.M., Beare M.H., Bulter R.C., Harisson-Krik T. et Piercy J.E. 2003. Interaction between earthworms (*Apporrectodea caliginosa*), plant and crop residues for restoring properties of a degrader arable soil. *Pedobiologia* 47: 870-876.

Gates, G.E. 1972. Burmese earthworms. An introduction to the systematic and biology of megadrile oligochaetes with special reference to Southeast Asia. *Trans. Am. Phil. Soc.* 62: 1-326.

Guerra, R.T. and Asakawa, N. 1981. Efeito da presença e do número de *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) sobre a população total de microorganismos do solo. *Acta Amazonica* 11(2): 319-324.

Hallatt, L., Reinecke, A.J., and Viljoen, S.A. 1990. The life cycle of the oriental compost worm *Perionyx ecavatus* (Oligochaeta). *South Africa Journal of Zoology* 25: 41-45.

Huynh Thi Kim Hoi and Nguyen Duc Anh 2003. Contribution to study on earthworms and other mesofauna groups in hilly regions of north central of Vietnam. National report of the conference for basical research of biology, agriculture and medicine, Hue, July 2003.

Langmaid, K.K. 1964. Some effects of earthworm invasion in virgin Podzols. *Can. J. Soil Sci.* 44: 34-47.

Lavelle, P. et Fragoso, G. 2000. La macrofaune du sol : une ressource en danger dans un monde en changement. IBOY 2000 (International Biodiversity Observation Year), rapport du colloque international du 19 au 23 Juin 2000, Bondy (France).

Lavelle P., Brussaard L. et Hendrix P. 1999. Earthworm Management in Tropical Agroecosystems. CAB International.

Lavelle, P. 1983. The structure of earthworm communities. In: Earthworm Ecology: From Darwin to Vermiculture. Satchell, J.E. (Eds), pp.449-466. Chapman and Hall, London, UK.

Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function. *Adv Ecol. Res.* 24: 93-132.

Lavelle, P. 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishers, London.

Lee K.E. 1985. *Earthworms: Their ecology et relationships with soil et land use*. Academic Press.

Maraun M., Alpeh J., Bonkowski M., Bury R., Migge S., Peters M., Scheafer M. et Scheu S. 1999. Middens of the earthworm *Lumbricus terrestris* (Lumbricidae): microhabitat for micro- ant mesofauna in forest soil. *Pedobiologia* 43: 276-287.

Moormann, F.R. 1961. *Les sois de la république du Viet-nam*. Secrétariat d'état à l'agriculture, Saigon.

Nguyen Van Thuan 1993. First investigation on earthworms in Bach Ma national park (Thua Thien Hue province, Vietnam). *Le journal de la biologie* 15(4): 69-71.

Palm, R. 1998. L'analyse en composante principale: principes et applications. *Notes de statistique et d'informatique* 98/2: 1-32.

Parkinson, D. and McLean, M.A. 1998. Impact of earthworms on the community structure of other biota in forest soils. In: *Earthworm Ecology*. Edwards, C.A. (Eds), pp 213-226. St. Lucie Press, Boca Raton, USA.

Scheu, S. and Parkinson, D. 1994. Effects of earthworms on nutrient dynamics, carbon turnover and microorganisms in soil from cool temperate forest on the Canadian Rocky Mountains – Laboratory studies. *Appl. Soil Ecol.* 1: 113-125.

Sheu, S. 2003. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. *Pedobiologia* 46: 846-856.

Sharma, S., Pradhan, K., Satya S. and Vasudevan, P. 2005. Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review. *The Journal of American Science* 1 (1): 4-16.

Stöckli, A. 1928. Studien über den einfluss des regenwurm auf beschaffenheit des bodens. *Landwirtschaftl. Jahrb. Schweiz*, 42, 1-121.

Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson, J.M. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell Scientific, Oxford, UK.

UNDP 2005. *Sharing Innovative Experiences (Volume 3). Raising of earthworms (vermitech) for environmentally-sound uses*. Special Unit for Technical Cooperation among Developing Countries, New York.

Vu Quang Manh, Nguyen Van Thuan and Le Van Trien 1995. Development of mesofauna for soil improvement. *Forestry review* 7: 19-20.

Thua Thien Hue Statistical Office 2004. *Statistical year book 2003*. Statistical publishing house, Hué.

Wong, S.H. and Griffiths, D.A. 1991. Vermicomposting in the management of pig-waste in Hong Kong. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 7(6): 593-595.

Jouquet, P., Podwojewski, P., Bottinelli, N., Mathieu, J., Orange, D., Duc Toan, T. and Valentin, C. 2007. Impact du changement d'usage des sols sur la biodiversité: Conséquences sur l'érosion des sols. Acte des JSIRAUF, Hanoi.

PSCST (Punjab state council for science and technology). 2005. Vermicomposting.

http://www.punjabenvironment.com/swmgmt_vermi.htm

Hoang Thi Thai Hoa 2004. Report on soil characteristics. Hue University of Agriculture and Forestry.

Lavèlle, P. 1978. Les vers de terre de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire): Peuplements, populations et fonctions dans l'écosystème. Publications Laboratoire Zoologie, Ecole normale supérieure, université Paris-VI 12.

Parthasarathi, K., Ranganathan, L.S., Anandi, V. et Zeyer, J. 2007. Diversity of microflora in the gut and casts of tropical composting earthworms reared on different substrates. *J. Environ. Biol.* 28 (1): 87-97.

Kale, R.D., Bano, K., Krishnamoorthy, R.V. 1982. Potential of *Perionyx excavatus* for utilizing organic wastes. *Pedobiologia* 23: 419-425.

Suthar, S. 2006. Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. *Biores. Technol.* 97 (18): 2474-2477.