

La diversité des lombriciens dans l'Est algérien depuis la côte jusqu'au désert

The earthworm's diversity in Eastern Algeria from the coast to desert

K. BAZRI¹, G. OUAHRANI², Z. GHERIBI-AOULMI³, D.J. DÍAZ COSÍN⁴

1. Laboratoire d'écologie, Département de biologie végétale et écologie, Université Constantine 1.DZ

Email : k_bazri@yahoo.fr

2. Laboratoire d'écologie, Département de biologie végétale et écologie, Université Constantine 1.DZ

Email : ouahranirania@yahoo.fr

3. Laboratoire de mathématiques appliquées et modélisation, Département mathématiques, Université Constantine 1.DZ

Email : gheribiz@yahoo.fr

4. Dpto. Zoología y Antropología Física, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España

Email : dadico@bio.ucm.es

Résumé

Un inventaire des vers de terre est effectué dans l'espace biogéographique de l'Est algérien depuis le littoral jusqu'au désert, sur trois années successives (2009, 2010 et 2011). Dix-huit espèces caractéristiques du Nord africain sont recensées. L'espèce *Ap. trapezoides*, qui n'a jamais été signalée dans la littérature pour la région d'étude domine dans l'ensemble du terrain étudié, elle est présente dans tous les étages bioclimatiques sauf dans l'aride. Les étages bioclimatiques du nord (humide et sub-humide) se distinguent par les biotopes les plus riches en espèces (de 7 à 9 espèces), alors que dans l'aride seule l'espèce *Ap. rosea* subsiste. La présence des taxons comme *Ap. monticola*, *Ap. tetramammalis* et *Ap. carochensis* est probablement due à un mouvement de séparation des plaques tectoniques à partir des bords de la péninsule Ibérique, lors des derniers oligocène et miocène.

La faune de vers de terre inventoriée dans la région d'étude est caractéristique des zones arides, avec une présence limitée des espèces superficielles, et est comparable à celle du sud de la péninsule Ibérique.

Abstract

Three earthworm sampling campaigns were performed in Eastern Algeria from the coast to the desert in 2009, 2010 and 2011, revealed a poor species diversity. Eighteen North African species were identified. *Ap. trapezoides* that had not been previously found in the area of study, dominated in the whole area; it is present in all the sampled bioclimatic sectors except in the arid one. North bioclimatic stages (humid and sub humid) contained the richest biotopes with 7 to 9 different species of earthworms, which decreased to a single species (*Ap. rosea*) in the arid stage. The presence of species such as *Ap. monticola*, *Ap. tetramammalis* and *Ap. carochensis* could be due to the movement of the tectonic plates that separated from the edge of the Iberian Peninsula during late Oligocene and Miocene.

Earthworm fauna from the sampling area is characteristic of arid areas, with a scarce presence of surface species, and is similar to the fauna from Southern Iberian Peninsula.

Mots clés : vers de terre, biodiversité, Est algérien, étages bioclimatiques en Algérie, pédofaune.

Keywords: earthworms, biodiversity, Eastern Algerian, bioclimatic stages in Algeria, the fauna of the ground.

Abridged english version

Aim of the study

The aim of our study was to document the biogeographical distribution of earthworm species in the different bioclimatic stages that characterize the climate in Eastern Algeria.

Selection of study sites

The study was carried out in 62 stations in the east of Algeria (Fig. 1), covering different bioclimatic stages (Fig. 2) including the humid (h), the wet mountains (hm), sub-humid (sh), semi-arid (sa), lower semi-arid (sa l), the mountain climate in the semi-arid (sa m) and the sub-arid (sba) and arid (a).

Sampling was conducted over three years (2009, 2010 and 2011), usually in the months of December and January during which soils are humid and worms are active. The sampling methods were different depending on the year. Specimens were hand sorted from soil blocs sampled in the top 30 cm layer. Species identifications were carried out based on keys of Álvarez (1971), Bouché (1972) and other references specifically dealing with earthworm fauna of Northern Africa. The percentages of presence (PP), abundance (PI), weight (PB) and combined percentage of dominance (PDC) were calculated for the entire study area and for different bioclimatic stages.

Results and Discussion

Eighteen African Northern species are identified (Appendix 2).

The species *Ap. trapezoides* and *Ap. rosea* are common in all the bioclimatic stages, except in the arid where we have registered only the presence of *Ap. rosea*. Throughout the study area *Ap. trapezoides* is the most dominant species, with a dominance percentage of 50.37% (Fig. 4).

Omodeo *et al.* (2003) believe that earthworm biodiversity is low over the whole Maghreb area (Morocco, Algeria and Tunisia). They identified 33 species of which 24 taxa were collected in Algeria. Baha (1997) has identified 11 species in the Algiers area. In our work, we have identified 18 species of which 4 species were not cited in previous studies:

Ap. trapezoides, *Ap. monticola*, *Ap. tetramammalis* et *Ap. carochensis*.

It is curious and hard to explain that *Ap. trapezoides*, the most common and dominant species in our study, was not previously quoted by other authors working on Algerian lumbricid fauna. Possible explanations include identification problems in this complex group of species, recent introduction and posterior expansion, or older introduction as suggested by the large geographic distribution of the species in the range of our study. Fernández *et al.* (2012) performed a detailed study using mitochondrial and nuclear genes and considered that *Ap. carochensis*, *Ap. monticola* and *Ap. tetramammalis* were sexual forms of *Ap. trapezoides*.

The density and biomass are respectively of 6.00 ± 1.41 to 29.60 ± 11.83 individuals/m², and 0.28 ± 0.39 to 13.13 ± 7.94 g/m². These results are almost similar to those of Omodeo and Martinucci (1987) in Algerian Northern, who found earthworm densities ranging from 11 to 12.7 individuals/m² and biomass ranging from 1.25 to 3.0 g/m². Edwards & Bohlen (1996) explained that soils with low organic matter contents, usually do not support high densities of earthworms. The highest values are usually found in fertilized pastures and the lowest in acid or arid soils (Lee 1985; Lavelle 2001).

Introduction

Les vers de terre de l'Afrique du Nord sont encore mal connus. En effet, ce groupe de la faune du sol semble susciter peu d'intérêt de la part des scientifiques en Algérie. Cet espace biogéographique très diversifié sur le plan du climat, du sol et de la végétation depuis le littoral jusqu'au désert pourrait cependant révéler une grande diversité lombricienne avec certainement des espèces très adaptées à la sécheresse.

En Algérie, les travaux relatifs à la biodiversité des lombriciens restent encore insuffisants. D'une part, l'identification et la classification de ces organismes demeurent difficiles par manque de taxonomistes qualifiés (Rougerie *et al.* 2009) et, d'autre part, l'étude des vers de terre n'est pas évidente à réaliser en raison de plusieurs contraintes liées à la nature des sols et à la complexité de ces organismes (Decaëns 2010).

Les lombriciens sont généralement bien connus en Europe humide et à un moindre degré dans les pays méditerranéens de l'Europe occidentale (Bouché 1972). Cette faune est vraisemblablement similaire à celle de l'Afrique du Nord (Omodeo *et al.* 1987 ; Bouché *et al.* 2003). En effet, les deux rives de la Méditerranée ont connu un contact direct bien avant le mésozoïque et le cénozoïque (Bouillin 1986). Ainsi, il serait judicieux de s'intéresser à la biodiversité des lombriciens dans le Nord africain en tenant compte d'une part des conditions climatiques et d'autre part des relations phylogéniques avec les vers de terre de l'Europe méditerranéenne.

Des auteurs ont rapporté des données sur les vers de terre dans l'Algérois, la Kabylie et le Maghreb. Ainsi, les efforts d'Omodeo et Martinucci (1987), couvrant 83 localités réparties sur la Tunisie, l'Algérie et le Maroc, ont rajouté trois nouvelles espèces pour la science (*Octodrilus maghrebinus*, *Octodrilus kabylianus* et *Eisenia xylophila*), et ont inventorié 12 autres espèces. La collection de Baha (1997) dans la zone de la Mitidja, une plaine côtière au sud d'Alger, a révélé 11 espèces, dont *Allolobophora chlorotica* nouvellement découverte en Afrique du Nord, trois autres espèces non encore inventoriées en Algérie, ainsi qu'une cinquième, *Proselodrilus doumandjii*, décrite comme nouvelle espèce par Baha et Berra (2001).

Les recherches de Qiu et Bouché (1998a) dans le Rif marocain et les banlieues de Constantine ont abouti à la découverte des lombriciens avec des affinités franco-ibériennes tels que *Helodrilus rifensis* (Qiu & Bouché 1998b). Selon Omodeo *et al.* (1987), l'ensemble des vers de terre du Maghreb fait partie du faciès méditerranéen avec quelques taxons d'origine éthiopienne tels que *Ocnodrilus africanus*, *Eiseniella neapolitana* et *Criodrilus lacuum*. Quelques espèces d'origine ibérienne sont observées au Maroc (*Allolobophora moebii*, *A. molleri*, *A. borellii*). Tandis qu'en Algérie et en Tunisie, des espèces de distribution tyrrhénienne (*Hormogaster redii*, *Helodrilus festai*) ont été observées avec d'autres espèces circumméditerranéennes et centro-européennes. Ouahrani et Gheribi (2008), ont également rajouté un nouveau taxon (*Hydrilus ghaniae*) à la liste des vers de terre d'Algérie.

Cependant, aucune étude générale n'a jusqu'à présent été effectuée pour l'ensemble de l'Est algérien, ni pour un transect depuis le Nord

(littoral) jusqu'au Sud (désert). L'objectif de notre travail diffère de tous les précédents du fait qu'il est l'unique à apporter des données de distribution biogéographique liée aux étages bioclimatiques caractérisant le climat algérien. Il vise donc à décrire la faune lombricienne le long d'un gradient depuis le littoral jusqu'au désert. Selon Decaëns (2010), il est possible que les facteurs climatiques (températures et précipitations) associés aux conditions édaphiques influencent les communautés lombriciennes, et il suggère que la faune du sol répond aux gradients altitudinaux, latitudinaux ou zonaux de la même manière que les organismes non édaphiques.

Matériel et méthodes

Choix des stations d'étude

L'étude porte sur 62 stations dans l'Est algérien (figure 1) réparties sur différents étages bioclimatiques (figure 2) : humide (h), montagnard humide (hm), subhumide (sh), semi-aride (sa), semi-aride inférieur (sa I), climat montagnard dans le semi-aride (sa m) et les étages subaride et aride (a). Le fait majeur est la juxtaposition de deux ensembles très différents : l'Atlas tellien (2 305 m) au nord, et l'Atlas saharien au sud qui atteint l'altitude de 2 392 m. Ces deux grandes unités enserrent les hauts plateaux avec une altitude moyenne de 1 000 m. S'étendant de l'étage humide à l'étage aride, notre terrain d'étude couvre une gamme étendue de milieux naturels. Le passage de la partie nord bien arrosée et fertile communément appelée sylvatique (grâce à un potentiel forestier important) à la partie sud aride et pauvre se fait rapidement et l'on arrive plus vite à la steppe. Les écrans montagneux sont évidemment responsables de la rapide diminution de la pluviométrie vers l'intérieur : plus de 900 mm/an sur le domaine humide, inférieure à 350 mm/an dans le semi-aride et moins de 100 mm/an dans l'aride (Côte 1998).

Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé sur trois années (2009, 2010 et 2011), le plus souvent dans les mois de décembre et janvier durant lesquels les sols sont bien humides et les vers sont actifs. Les méthodes de prélèvement sont

différentes dans les trois années. Dans la première, nous avons utilisé la méthode de Bouché (1972), en effectuant deux prélèvements par tri manuel tous les 30 à 50 km. Le procédé d'échantillonnage s'est effectué sur un volume de 25 x 25 x 25 cm³, 37 stations ont été échantillonnées dans l'Est algérien (Mb, Sln, Zm, Aw, Jj, Ts, Em, Ml, At, Cn, Co, Kr, Az, An, Bt, Ek, Bba, Aag, Atr, St, Eu, Chg, Tj, Os, TL, Am, Ayg, Ms, Att, Gun, Bsk, Ozn, San, Reg, Gu, Tb, Sh ; voir annexe 1). Nous avons réalisé deux répétitions par station soit : 37 stations x 2 répétitions = 74 relevés.

Dans la deuxième année, nous avons adopté la méthode préconisée par l'université de Rennes (Cluzeau *et al.* 1999) qui consiste à prélever trois blocs de sol de 25 x 25 x 25 cm³ dans une zone d'un même carré, et de les trier manuellement pour récolter les vers de terre. Ici, nous avons choisi un axe allant de l'étage bioclimatique humide (Jijel) jusqu'à l'étage aride (Biskra), soit 21 stations touchant les différents étages climatiques dans l'Est algérien (Ts, Kn, Bb, Obo, Ans, Em, Sm, Ml, Ath, Rj, Rc, Os, Ak, Am, Af, Az, Kh, Ozr, Ch, Tb, Bsk ; annexe 1). Dans chacune, trois sous-stations plus ou moins distantes sont choisies sous des conditions homogènes (caractéristiques des sols identiques et même type de végétation). Nous avons ainsi prospecté 21 stations x 3 sous-stations x 3 répétitions = 189 relevés.

Dans la troisième année et dans le but de chercher une méthode d'échantillonnage plus adéquate pour l'étude de la diversité des lombriciens dans un milieu exposé à la sécheresse tel que l'Algérie, nous avons multiplié les points d'échantillonnage, en prélevant 3 fois sur des superficies de 1 x 1 m². Les stations étudiées sont : Ji, Ts, Kn, Bb, Ok, Blg, Obo, Ans, Em, Sm, Ml, Tsd, Rj, Rc, Fr, Ath, Bh, Chg, Di, Os, Cn, Az, Co, Kr, Oh, Lh, An, Sr, Bt, Ek, Eg, Ozn, Gu, TL, Af, Ak, Am, Azt, Taz, Bab, Tb, Kh, Ch, Gun, Bsk (annexe 1). Soit 45 stations x 3 répétitions = 135 relevés.

Travaux de terrain et de laboratoire

Les lombriciens collectés sont triés sur place selon leur stade de maturité et sont conservés soit dans le formol à 4 % soit dans l'éthanol à 96 %. La détermination des espèces s'est effectuée au laboratoire de zoologie du sol à Madrid en se basant sur les clés d'Álvarez (1971) et Bouché (1972), et les travaux spécifiques du nord de l'Afrique. Une partie du

matériel est déposée comme collection au laboratoire de biologie et environnement de l'université Mentouri Constantine, et le reste à la criocollection du Département de zoologie et anthropologie de l'université Complutense de Madrid. Ce matériel est fixé dans l'éthanol et conservé à -25 °C pour des études ultérieures en utilisant des marqueurs moléculaires.

Les résultats sont exprimés en pourcentages de présence (PP), d'abondance (PI) et de biomasse (PB), indiquant trois aspects différents de dominance. Pour définir quelles sont les espèces dominantes, nous avons utilisé le pourcentage de dominance combinée dont l'expression est : $PDC = [(PPA + PIA + PBA)]/3$ (Jesús *et al.* 1981) (avec PP = le rapport exprimé en pourcentage entre les stations contenant une espèce donnée et l'ensemble des stations ; PI = le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre d'individus d'une espèce donnée et le nombre total des individus de tous les relevés ; PB = le rapport exprimé en pourcentage entre le poids de tous les individus d'une espèce donnée et le poids total des individus de tous les relevés).

Ces pourcentages sont calculés pour l'ensemble de la zone étudiée ainsi que pour les différents étages bioclimatiques. Les coordonnées des stations d'échantillonnage, les données et les résultats sont récapitulés dans les deux annexes 1 et 2.

Résultats

Biodiversité et dominance des espèces à travers les étages bioclimatiques

Dix-huit espèces sont recensées dans cette étude (annexe 2). Les noms et abréviations utilisés sont ceux de Blakemore (2007), les espèces *Ap. tetramammalis*, *Ap. carochensis* et *Ap. monticola* sont placées dans le genre *Aporrectodea* selon Fernández *et al.* (2012) et le taxon *A. molleri* dans le genre *Allolobophora* d'après Qiu et Bouché (1998 b).

L'espèce *Ap. trapezoides* domine dans les étages bioclimatiques humide (PDC = 61,22), humide montagnard (PDC = 46,54), subhumide (PDC = 45,05), subaride (45,05) et subaride inférieur (PDC = 46,34) (figure 3). Dans le semi-aride, c'est *A. molleri* qui est la plus fréquente, elle se localise préférentiellement

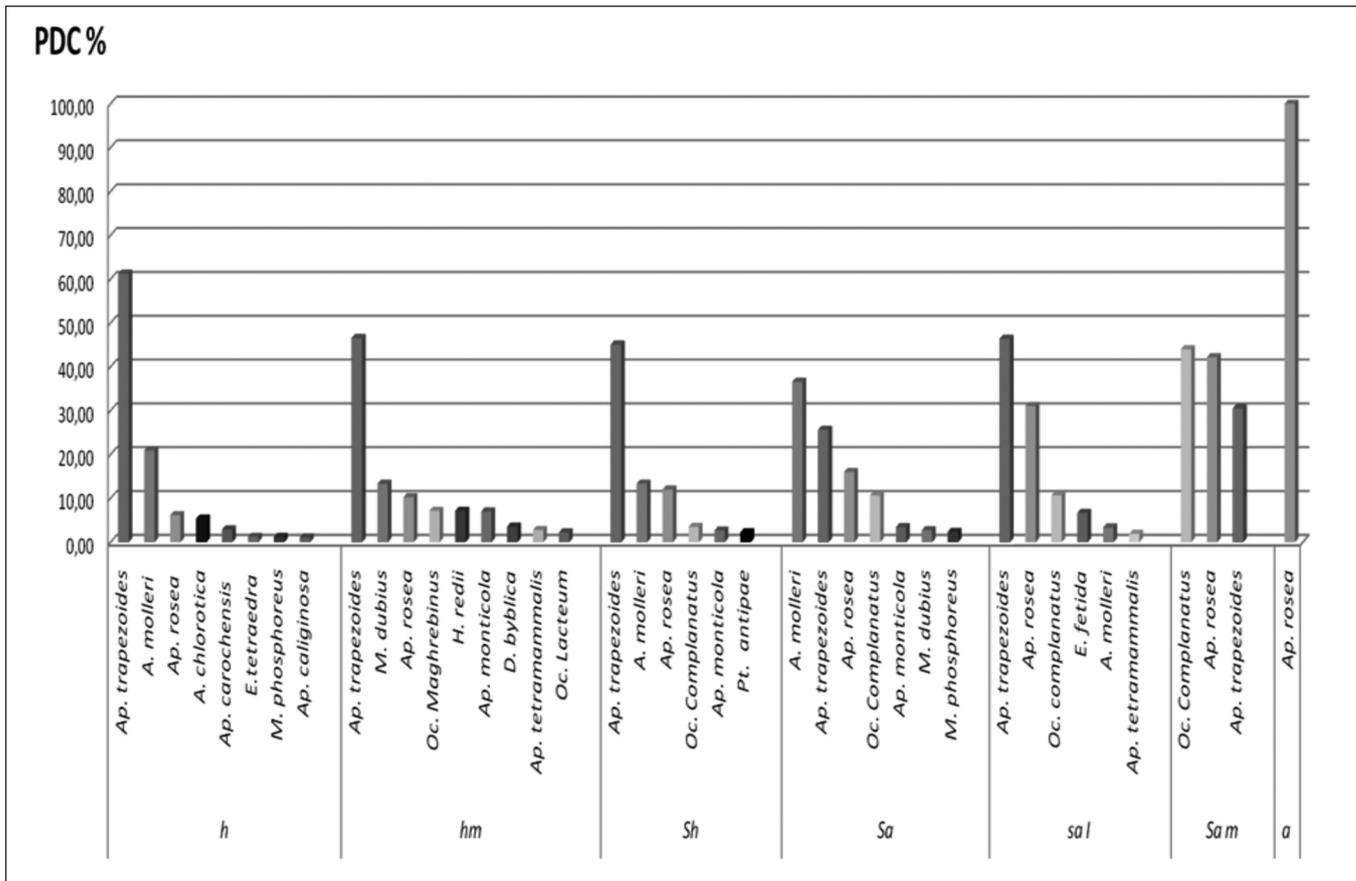


Figure 3 – Pourcentages de dominance combinés (PDC) des espèces lombriciennes dans les différents étages bioclimatiques.

Figure 3 – Combined dominance percentages of each earthworm species in the different bioclimatic sectors of the study area.

dans les prairies humides. Dans le montagnard semi-aride domine l'espèce *Oc. complanatus*. Quant à *Ap. rosea*, elle est la seule observée dans l'étage bioclimatique aride.

À l'échelle de toute la zone étudiée domine l'espèce *Ap. trapezoides*, avec un pourcentage de dominance égal à 50,37 %, suivie par *A. molleri* avec un pourcentage de 15,27 % et *Ap. rosea* en troisième position avec un PDC de 14,75 %. Les pourcentages des autres taxons rencontrés dans la zone d'étude sont plus faibles (figure 4).

Sur l'ensemble des dix-huit espèces inventoriées, les endogées représentent 55,55 % (*Ap. rosea*, *A. molleri*, *M. dubius*, *M. phosphoreus*, *Ap. monticola*, *Oc. maghrebinus*, *H. redii*, *Pt. antipae*, *Oc. lacteum* et *Ap. caliginosa*), les épigées 16,66 % (*E. fetida*, *D. byblica* et *Ei. tetraedra*), les anéciques 27,77 % (*Oc. complanatus*, *Ap. tetramammalis*, *Ap. carochensis*, *A. chlorotica* et *Ap. trapezoides* qui varient beaucoup selon la souche).

Démoécologie et secteurs bioclimatiques

Les valeurs de la densité varient de $17,91 \pm 9,39$ à $29,6 \pm 11,83$ individus/m² dans le secteur nord (sh, h et hm) où la pluviométrie est de 800 à plus de 1 000 mm/an (figure 5). La moyenne est de $13,10 \pm 4,41$ individus/m² dans l'étage subaride où les précipitations sont de l'ordre de 400-600 mm/an. Dans l'étage semi-aride où la tranche pluviométrique est inférieure à 400 mm/an, la densité est de $9,93 \pm 5,94$ individus/m². Toutefois, elle est plus ou moins élevée dans le secteur montagnard du semi-aride avec une moyenne de 15 individus/m². Pour l'étage aride où la pluviométrie est inférieure à 100 mm/an, la densité est très faible, elle est de l'ordre de 6 individus/m² dans les stations propices pour le développement des lombriciens telles que les palmeraies.

La biomasse moyenne varie de $6,49 \pm 4,58$ à $13,13 \pm 7,94$ g/m² dans le secteur nord, de $5,91 \pm 4,17$ g/m² dans la zone subaride, de

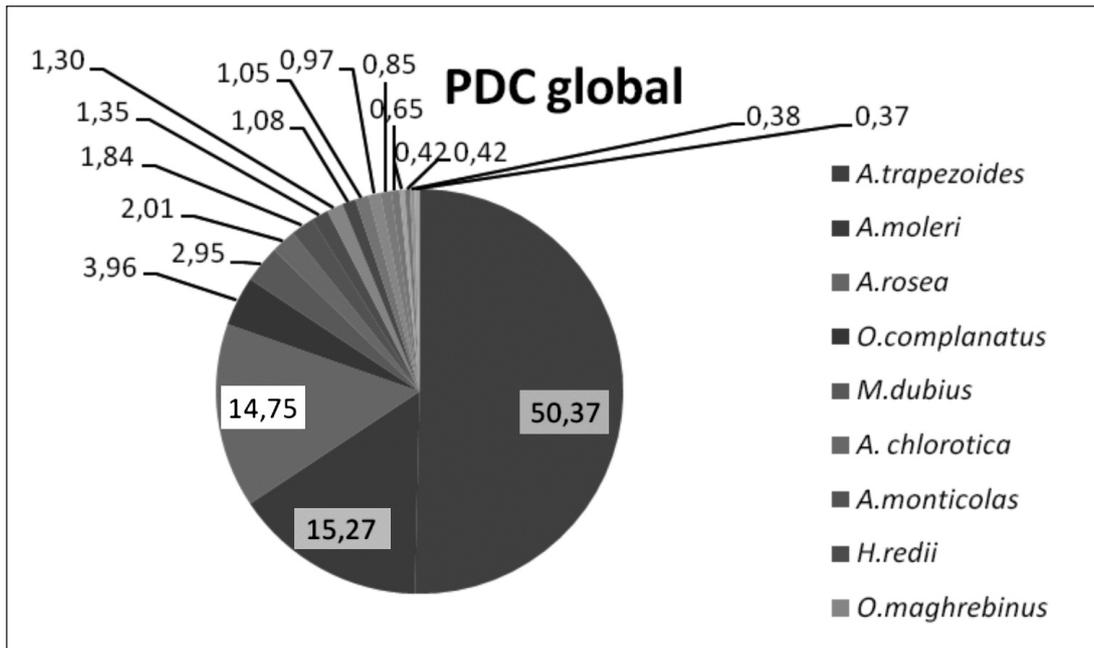


Figure 4 – Pourcentages de dominance combinés à l'échelle de toute la zone étudiée.
 Figure 4 – Combined dominance percentages of each earthworm species at the scale of the whole study area.

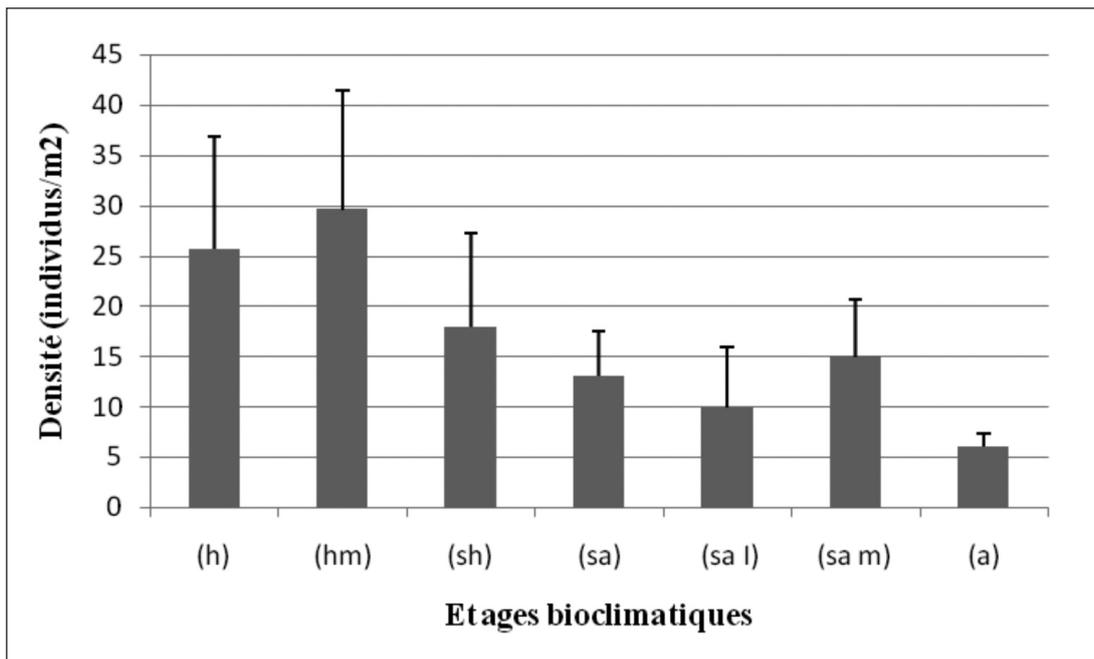


Figure 5 – Les moyennes de la densité des lombriciens dans les différents étages bioclimatiques dans l'Est algérien.

Figure 5 – Average earthworm density in the different bioclimatic stages in Eastern Algeria.

1,82 ± 2,49 g/m² dans le semi-aride et de 7,99 ± 8,45 g/m² dans les montagnes du semi-aride où les stations semblent favorables à l'activité des vers de terre. La moyenne de la

biomasse dans l'étage aride est par contre plus faible, de l'ordre de 0,28 ± 0,39 g/m² (figure 6).

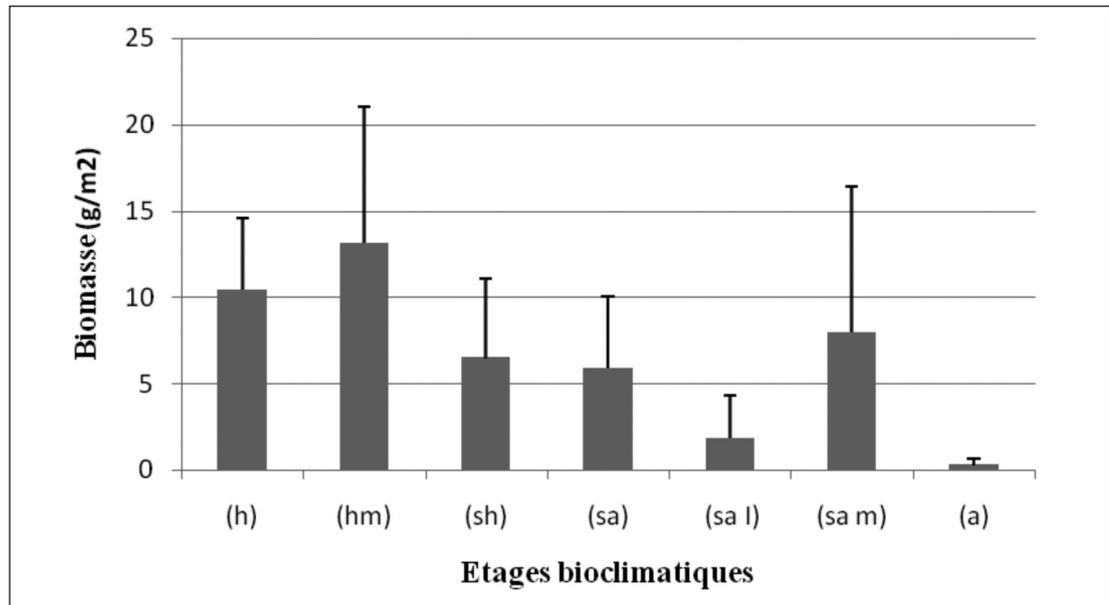


Figure 6 – Les moyennes de la biomasse des lombriciens dans les différents étages bioclimatiques dans l’Est algérien.

Figure 6 – Averages earthworm biomass in the different bioclimatic stages in Eastern Algeria.

Discussion

En Algérie, le climat habituellement sec n’est pas très favorable au développement et à la dispersion des vers de terre. Lavelle (1983) signale l’augmentation dans la complexité écologique des communautés lombriciennes depuis les latitudes tempérées jusqu’à l’équateur. Ceci semble vrai pour l’Europe et les tropiques, mais en Afrique du Nord, la situation est différente car le climat sec contraint fortement l’assemblage de ces communautés. Dans les stations du désert, les vers de terre sont souvent absents, avec une présence exceptionnelle dans les oasis.

D’une manière générale, la faune de l’Est algérien, dominée par l’espèce *Ap. trapezoides*, est une version réduite de la faune du Sud ibérien, particulièrement celle du Sud de l’Andalousie et du Portugal (Trigo *et al.* 1988 ; Díaz Cosín *et al.* 1992 ; et Rodríguez *et al.* 1997), avec quelques formes endémiques, et quelques espèces circumméditerranéennes et tyrrhéniennes telles que *H. redii*. La présence de cette dernière en Algérie et en Tunisie révèle l’existence d’une relation entre la Corse-Sardaigne-Sicile-Italie et le Nord africain (Bouché *et al.* 2003 ; Omodeo 2003). L’utilisation d’approches moléculaires dans de futures études permettra d’apporter de nouveaux éléments de compréhension sur l’histoire biogéographique de ces faunes et les liaisons historiques qui les ont liées.

Selon Decaëns (2010), la biodiversité des invertébrés du sol diminue avec l’altitude, ce qui est également le cas pour les vers de terre comme signalé par Bouché (1972) et Mato *et al.* (1984). Toutefois, nos résultats montrent que l’altitude n’est pas un facteur déterminant. Ainsi, nous avons déterminé neuf espèces dans les montagnes de l’étage bioclimatique humide et seulement trois dans les montagnes du semi-aride.

Omodeo *et al.* (2003) estiment que la biodiversité est faible sur l’ensemble du territoire maghrébin (Maroc, Algérie et Tunisie), où ils n’ont signalé que 33 espèces, dont 24 taxons se trouvant en Algérie. Dans le transect que nous avons étudié, nous avons déterminé 18 espèces, dont 10 uniquement avaient déjà été répertoriées pour l’Algérie (Omodeo *et al.* 2003). Baha (1997) a recensé 11 espèces dans le secteur algérois. Ouahrani (2003) a déterminé 11 espèces dans le Constantinois. Dans notre cas, 4 espèces ne figurent pas dans la liste de ces auteurs : *Ap. trapezoides*, *Ap. monticola*, *Ap. tetramammalis* et *Ap. carochensis*.

Le fait que *Ap. trapezoides*, l’espèce la plus commune et la plus dominante dans notre étude, n’ait pas été citée dans les études précédentes effectuées dans le Maghreb est un résultat surprenant et difficile à expliquer. Bien que Khalaf (1965) l’ait signalée dans les oasis en Égypte, le fait qu’elle n’ait pas été détectée dans les études passées en Algérie reste énigmatique. S’agit-il d’une confusion

taxonomique avec *Ap. caliginosa*, d'une introduction récente avec expansion postérieure ou d'une introduction plus ancienne comme suggère son ample distribution ? Dans notre étude, elle est observée dans tous les étages bioclimatiques sauf dans l'aride. Il s'agit d'une espèce fréquente dans la zone méditerranéenne, qui domine conjointement à d'autres espèces lombriciennes dans de nombreuses localités de l'Espagne par exemple. Habituellement, du point de vue sexuel, elle est représentée par des formes parthénogénétiques, pourtant nous avons trouvé quelques individus pouvant être sexuels dans ces populations, dont l'étude est en cours par l'équipe de Madrid.

Dans une étude détaillée en utilisant des gènes mitochondriaux et nucléiques sur les vers de terre en Espagne, Fernández *et al.* (2012) suggèrent que les trois espèces *Ap. carochensis*, *Ap. monticola* et *Ap. tetrammalis* décrites par Pérez et Rodríguez (2002) sont des formes sexuelles de *Ap. trapezoides*. La présence de ces trois espèces dans l'Est algérien peut être due à une introduction récente mais aussi aux événements géologiques tels que la formation de la Kabylie par la séparation de deux microplaques à partir des bordures de la péninsule Ibérique (Andeweg 2002 ; Magri *et al.* 2007). Il se pourrait aussi que l'arrivée de l'espèce *A. molleri* en Afrique du Nord soit liée à la géodynamique et au mouvement des plaques Rif-Bétique (Omodeo & Rota 2008).

La température et l'humidité du sol sont les facteurs clés qui régulent l'abondance et l'activité des vers de terre en milieu naturel (Satchell 1967 ; Hartensein & Amico 1983 ; Sims & Gerard 1999) et les populations lombriciennes répondent relativement rapidement à des variations de ces facteurs du milieu. Dans notre terrain d'étude, l'estimation de la densité et celle de la biomasse sont respectivement de $6,00 \pm 1,41$ à $29,60 \pm 11,83$ ind./m² et $0,28 \pm 0,39$ à $13,13 \pm 7,94$ g/m². Ces résultats se rapprochent de ceux d'Omodeo et Martinucci (1987) qui ont observé dans le Nord algérien des densités de vers de terre comprises entre 11 et 12,7 ind./m² et des biomasses de 1,25 à 3,0 g/m². Ouahrani (2003) a trouvé des valeurs beaucoup plus élevées, de 188 g/m² et 256 vers/m² dans les sols du bord de l'oued Rhumel (Constantine). Selon Bouché (1975), la densité des vers de terre dans les sols français (où le climat est plus humide par rapport à celui de l'Algérie) est souvent dans la gamme de 100 à 150 ind./m² avec une

biomasse moyenne allant jusqu'à 110 g/m², mais des chiffres plus élevés peuvent également être observés, de l'ordre de 2 000 ind./m² dans les pâturages des régions tempérées en Nouvelle-Zélande, ou bien dans les vergers irrigués en Australie, où la biomasse varie généralement de 30 à 100 g/m². En outre, les lombriciens sont adaptés au type de sol et au pH de celui-ci. Edwards et Bohlen (1996) expliquent que les sols pauvres en matière organique ne supportent généralement pas de grandes densités de vers de terre. Les valeurs les plus élevées se trouvent dans les pâturages fertilisés et les plus basses dans les sols acides ou arides (Lee 1985 ; Lavelle 2001).

Concernant les catégories écologiques des lombriciens, il est important de remarquer que notre zone d'étude est riche en espèces appartenant au groupe des anéciques, qui sont considérés comme des lombriciens laboureurs par excellence. Ainsi, la plupart des espèces présentes sont capables d'occuper les couches profondes du sol où elles peuvent probablement développer des mécanismes de résistance à la sécheresse tels que l'estivation ou la diapause.

Conclusion

Il découle de cette étude préliminaire un dénombrement de dix-huit espèces. Les taxons *Ap. trapezoides* et *Ap. rosea* sont communs dans tous les étages bioclimatiques, sauf dans l'aride où nous avons noté que la présence d'*Ap. rosea* à l'échelle de toute la zone étudiée domine l'espèce *Ap. trapezoides* (PDC = 50,37 %), *A. molleri* (PDC = 15,27 %) et *Ap. rosea* (PDC = 14,75 %). Les pourcentages des autres taxons rencontrés dans la zone d'étude sont plus faibles.

Le fait que *Ap. trapezoides*, l'espèce la plus commune et la plus dominante dans notre étude, n'ait pas été citée dans les études précédentes effectuées dans le Maghreb et en Algérie est un résultat surprenant et difficile à expliquer. S'agit-il d'une confusion taxonomique avec *Ap. caliginosa*, d'une introduction récente avec expansion postérieure ou d'une introduction plus ancienne comme suggère son ample distribution ?

Remerciements

Nous remercions l'équipe du Département de zoologie et anthropologie de l'université de Madrid ainsi que l'équipe de l'université de Rennes pour l'appui et la coopération dans l'accomplissement de ce travail.

Références

- Álvarez J., 1971. Oligoquetosterrícolasibéricos. Megascolécidos y Glososcolécidos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Biol.* 69 : 97-114.
- Andeweg B., 2002. *Cenozoic tectonic evolution of the Iberian Peninsula, causes and effects of changing stress field*. Ph.D. Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, 178 p.
- Baha M., 1997. The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. *Trop. Zool.* 10: 247-254.
- Baha M. & Berra S., 2001. *Proselodrilus doumandjii* n. sp., a new lumbricid from Algeria. *Trop. Zool.* 14: 87-93.
- Blakemore R.J., 2007. A Series of Searchable Texts on Earthworm Biodiversity, Ecology and Systematics from Various Regions of the World – 2nd Edition Supplement. In: Kaneko N. & Ito M.T. (eds), *COE Soil Ecology*. Research Group, Yokohama National University, Japan.
- Bouché M.B., 1972. *Lombriciens de France, Écologie et systématique*. Institut national de la recherche agronomique, Paris, 671 p.
- Bouché M.B., 1975. La reproduction de *Spermophorodrilus albanianus* nov. gen., nov. sp. (Lumbricidae), explique-t-elle la fonction des spermatophores ? *Zoologische Jahrbücher Abteilung für Systematik* 102: 1-11.
- Bouché M.B., 2003. Vers de terre, de Darwin à nos jours. Un révélateur heuristique. Académie des Sciences et lettres de Montpellier. Séance du 2 juin 2003, Conférence n° 3826. Montpellier, France.
- Bouillin J. P., 1986. Le bassin maghrébin : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. *Bull Soc. Géol. France*, 8^e sér. 2 : 547-548.
- Cluzeau D., Cannavacciuolo M., Péres G., 1999. Indicateurs microbiologiques des sols : les lombriciens – Méthode d'échantillonnage dans les agrosystèmes en zone tempérée. In: 12^e Colloque viticole et œnologique, Itv (éd.), Paris : 25-35.
- Côte M., 1998. Les étages bioclimatiques des régions de l'Est algérien. *Revue Rhumel*, IST, univ. Constantine 6 : 57-71.
- Decaëns T., 2010. Macro ecological patterns in soil communities. *Global Ecol. Biogeogr.* 19, 3: 287-302.
- Díaz Cosín D.J., Trigo D. & Mascato R., 1992. Earthworms of Iberian Peninsula. Species list and some biogeographical considerations. *Soil. Biol. Biochem.* 24: 1351-1356.
- Edwards C.A. & Bohlen, P. J., 1996. *Biology and Ecology of Earthworms* (3rd ed). Chapman & Hall, London, 426 p.
- Fernández R., Almodóvar A., Novo M., Simancas B. & Díaz Cosín D.J., 2012. Adding complexity to the complex: new insights into the phylogeny, diversification and origin of parthenogenesis in the *Aporrectodea caliginosa* species complex (Oligochaeta, Lumbricidae). *Mol. Phyl. Evol.*, DOI: 10.1016/j.ympev. 2012.04.011.
- Hartensein R. & Amico L., 1983. Production and carrying capacity for the earthworm *Lumbricus terrestris* in culture. *Soil Biol. Biochem.* 15: 51-54.
- Jesús J.B., Moreno A.G. & Díaz Cosín D.J., 1981. Lombrices de tierra de la Vega de Aranjuez (España). I. Asociaciones. *Rev. Écol. Biol. Sol.* 18 (4): 507-519.
- Khalaf A.E.D. & Samir I.G., 1965. Temperature relations of three Egyptian oligochaet species. *Oikos.* 16: 9-15.
- Khalaf A.E.D. & Samir I.G., 1965. Population density and biomass of earthworms in different types of Egyptian soils. *J. Appl. Ecol.* 2: 271-209.
- Lavelle P., 1983. The structure of earthworm communities. In: Satchell J.E. (ed.), *Earthworm Ecology. From Darwin to Vermiculture*. Chapman and Hall, London: 449-466.
- Lavelle P. & Alister V., 2001. *Soil Ecology. Spain*. Kluwer Academic Publishers. 101 Philip Drive, Norwell, MA 02061, Hardback, 684 p.
- Magri D., Fineschi S., Bellarosa R., Buonamici A., Sebastiani F., Schirone B., Simeone M.C. & Vendramin G.G., 2007. The distribution of *Quercus suber* chloroplast haplotypes matches the palaeogeographical history of the western Mediterranean. *Mol. Ecol.* 16: 5259-5266.
- Mato S., Díaz Cosín D.J. & Calvín E.B., 1984. Lombrices de tierra del Bosque de los Cabaniños (Sierra de los Ancares, Lugo). *Rev. Ecol. Biol. sol* 21(1): 65-76.
- Omodeo P. & Martinucci G.B., 1987. Earthworms of Maghreb. On earthworms. In: A.M. Bonvicini Paglia I. & P. Omodeo (eds), *Selected Symposia and Monographs U.Z.I.*, 2, Mucchi, Modena : 235-250.
- Omodeo P., Rota E. & Baha M., 2003. The megadrile fauna (Annelida: Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. *Pedobiologia* 47: 458-465.
- Omodeo P. & Rota E., 2008. Earthworm diversity and land evolution in three Mediterranean districts. *Proc. Calif. Acad. Sci., Fourth Series* 59 (I, N. 5): 65-83.
- Ouahrani G., 2003. *Lombrotechniques appliquées aux évaluations et aux solutions environnementales*. Thèse de doctorat d'État. Université Mentouri, 230 p.
- Ouahrani G. & Gheribi-Aoulmi Z., 2007. Settlement of the Lumbricidae in the semi-arid region of Constantine (eastern Algeria). 3^e Intern Ologochaeta taxonom. The Environnement service of the Ministry of Agriculture. Advances in Earthworms Taxonomy II. (Annelida: Oligochaeta). Proceedings of the international Oligochaeta Taxonomy Meeting (3^{ed} IOTM). Platres, Cytrus, April 2nd to 6th 2007. Ed, Terry Connelly. 173 p.
- Ouahrani G. & Gheribi-Aoulmi Z., 2007. Apport des lombriciens à l'estimation des éléments traces (Cd, Cu, Pb et Zn) des sols bordant l'oued Rhumel (Constantine). *Ecologia Mediterranea* 33 : 73-84.
- Pérez Onteniente A. & Rodríguez Babío C., 2002. Three new species of earthworm (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae), from the Valencian Community, Spain. *J. Nat. Hist.* 36: 515-530.

- Qiu J.P. & Bouché M.B., 1998 a. L'interprétation des caractéristiques lombriciennes. *Documents pédozoologiques et intégrologiques* 3 : 119-178.
- Qiu J.P. & Bouché M.B., 1998 b. Révision des taxons supraspécifiques de Lumbricoidea. *Documents pédozoologiques et intégrologiques* 3 : 179-216.
- Rodríguez T., Trigo D. & Díaz Cosín D.J., 1997. Biogeographical zonation of the western Iberian peninsula on the basis of the distribution of earthworm species. *J. Biogeography* 24: 893-901.
- Rougerie R., Decaëns T., Deharveng L., Porco D., James S.W., Chang C.-H., Richard B., Potapov M., Suhardjono Y. & Hebert P.D.N., 2009. DNA barcodes for soil animal taxonomy. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 44: 789-801.
- Satchell J.E., 1967. Lumbricidae. In: A. Burges & F. Raw (eds), *Soil Biology*. Academic Press, London.
- Satyendra M. Singh., Om Prakash., Geeta R. Gangwar & Rachna, 2009. *Species richness and density of earthworms in western Uttar Pradesh, India (Oligochaeta: Megascolecidae, Octochaetidae)*. Advances in earthworm Taxonomy IV (Annelida: Oligochaeta). Proceedings of the 4th international Oligochaeta Taxonomy Meeting Diyarbakir, 20-24: 133-139.
- Sims R.W. & Gerard B.M., 1999. *Earthworms: Notes for the Identification of British Species, Synopses of the British Fauna (New Series) No. 31 (Revised)*. London, Linnean Society.
- Trigo D., 1987. *Lombrices de tierra de Portugal*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología, Universidad de Santiago, 427 p.
- Trigo D., Mascato R., Mato S. & Díaz Cosín D.J., 1988. Biogeographical divisions of continental Portugal as regards earthworm fauna. *Boll. Zool.* 55: 85-92.

Annexe 1 – Coordonnées géographiques et altitude des stations d'échantillonnage.

Appendix 1 – Coordinates and elevation of the sampling stations.

	Station	Code	Altitude (m)	Latitude N	Longitude E	Annee	Annee	Annee
						2009	2010	2011
S1	Melbou	Mb	30	36° 37' 7,89"	005° 20' 29,3"	X		
S2	Souk latnine	Sln	22	36° 38' 31,8"	005° 15' 28,3"	X		
S3	Ziama	Zm	10	36° 39' 60,3"	005° 27' 38,5"	X		
S4	El Aouana	Aw	6	36° 46' 35,0"	005° 37' 83,5"	X		
S5	Jijel	Ji	17	36°48'05.22"	005°51'42.90"	X		X
S6	Tassoust	Ts	23	36°48'36.70"	005°51'42.90"	X	X	X
S7	El kannar	Kn	16	36°49'36.71"	005°57'16.13"		X	X
S8	Beni belaïd	Bb	8	36°53'27.11"	006°08'39.17"		X	X
S9	Oued Kebir	Ok	97	36°50'08.97"	006°08'19.35"			X
S10	Belghimouz	Blg	47	36°48'47.81"	006°07'10.81"			X
S11	Oued boulaajoul	Obo	42	36°52'56.05"	006°08'37.72"		X	X
S12	El Ansar	Ans	12	36°48'11.81"	006°09'27.74"		X	X
S13	El milia	Em	106	36°45'41.06"	006°15'27.10"	X	X	X
S14	Sidi maarouf	Sm	71	36°39'09.93"	006°16'50.44"		X	X
S15	Mila	Ml	426	36°27'22.03"	006°15'47.40"	X	X	X
S16	Tassadane	Tsd	581	36°30'18.69"	005°52'01.40"			X
S17	Redjas	Rj	346	36°25'28.88"	006°06'59.56"		X	X
S18	Rouached	Rc	517	36°27'42.18"	006°02'29.51"		X	X
S19	Ferdjioua	Fr	571	36°24'53.11"	005°57'23.42"			X
S20	Athmania	Ath	757	36°14'21.97"	006°16'50.62"	X	X	X
S21	Beni hmidane	Bh	517	36°29'21.72"	006°37'12.99"			X
S22	Aïn trabe	Atr	997	36°02'47.42"	004°51'55.17"	X		
S23	Bourjbouaririje	Bba	995	36° 04' 31,0"	004° 5' 32,9"	X		
S24	Aïnagrouit	Aag	913	36° 7'36,11"	005° 5' 23,5"	X		
S25	El eulma	Eu	950	36° 09' 18,1"	005° 37' 59,6"	X		
S26	Setif	St	882	35°36'34,0"	007°43'53,4"	X		
S27	Souk hras	Sh	900	36°17'52,4"	007°53'53,14"	X		
S28	Tajnanat	Tj	828	36° 07' 29,3"	005° 01' 58,0"	X		
S29	Chelghoum	Chg	749	36°10'40,16"	006°11'32,88"	X		X
S30	Didouche	Di	745	36°26'28,64"	006°38'59,12"			X
S31	Oued seguane	Os	783	36 14' 54,0"	006° 20' 49,2"	X	X	X
S32	Constantine	Cn	819	36°18'54,58"	006°34'12,61"	X		X
S33	Azzaba	Az	38	36°44'39,2"	007°14'45,5"	X		X

S34	Collo	Co	587	36°59'03.23''	006°29'27.55''	X		X
S35	Karkra	Kr	25	36°55'34.60''	006°35'00.37''	X		X
S36	Ouledhbaba	Oh	722	36°28'06.19''	006°54'40.71''			X
S37	Lahfayer	Lh	135	36°54'06.34''	006°28'42.62''			X
S38	Annaba	An	4	36°51'52.3''	007°43'03.2''	X		X
S39	Seraïdi	Sr	729	36°55'05.58''	007°39'47.60''			X
S40	Boutelja	Bt	28	36°47'06.3''	008°12'20.4''	X		X
S41	El kala	Ek	76	36°53'36.9''	008°25'32.32''	X		X
S42	El ghorra	Eg	734	36°40'52.36''	008°28'35.97''			X
S43	Oued zenati	Ozn	669	36°19'006''	007°11'13.2''	X		X
S44	Salaouanouna	San	722	36°23'04.4''	007°14'09.1''	X		
S45	Ras El agba	Reg	798	36°22'19.8''	007°13'57.8''	X		
S46	Guelma	Gu	177	36°27'28.7''	007°31'30.7''	X		X
S47	Aïnfakroune	Af	1031	35°56'57.54''	006°54'21.33''		X	X
S48	Aïnkercha	Ak	831	35°55'45.95''	006°42'56.36''		X	X
S49	Aïnmlila	Am	763	36°03'16.26''	006°35'51.88''	X	X	X
S50	Aïnzitoune	Azt	850	35°47'43.02''	007°06'57.97''		X	X
S51	Tazougart	Taz	1114	35°22'29.54''	007°13'33.43''			X
S52	Babar	Bab	1065	35°55'05.58''	006°42'56.36''			X
S53	Tebessa	Tb	994	35°22'44.59''	008°06'18.62''	X	X	X
S54	Telaghma	TL	735	36°07'36.01''	006°22'43.20''	X		X
S55	Aïnyagout	Ayg	830	35°42'47.9''	006°20'26.3''	X		
S56	Maskana	Ms	/	35°47'38.9''	006°29'59.71''	X		
S57	Aïntouta	Att	914	35° 23' 12,16"	005° 53' 48,94"	X		
S58	Khenchela	Kh	1162	35°25'59.35''N	007°08'17.14''E		X	X
S59	Oued zarif	Ozr	1239	35°17'45.064''N	006°42'12.51''E		X	
S60	Chechar	Ch	1153	35°02'34.33''N	007°00'28.67''E		X	X
S61	El Guantra	Gun	476	35°11'38.0''	005°40'59.3''	X		X
S62	Biskra	Bsk	321	35°05'36.8''	005°35'10.1''	X	X	X

Annexe 2 – Liste des espèces lombriciennes collectées dans l'Est algérien. La catégorie écologique, les localités de présence, les types d'habitat ainsi que les étages bioclimatiques et pourcentages de dominance sont précisés pour chacune d'entre elles.

Appendix 2 – List of the earthworm species collected in Eastern Algeria. For each of them, the ecological category, the presence locality, the habitats, the bioclimatic sector and dominance percentage are specified.

Famille	Espèce	Catégorie écologique	Stations d'échantillonnage	Type d'habitat	Etage Bioclimatique	PP	PI	PB
<i>Lumbricidae</i>	1) <i>Aporrectodea trapezoides</i> (Dugès, 1828)	Anécique (très variable selon souches)	Bb, Ok, Blg, Obo, Bh, Em, Kn, Ts, Ans, Az, Mb, Slt, Zm, Aw, Eg, Kr, Oh, Sr, Lh, Ml, Rj, Di, Ath, Fr, Sm, Tsd, Gu, Os, Ozn, San, Af, Taz, Tb, TL, Ayg, Att, Bba, Ms, Sh, Tj, Ozr, Ch, Gun, Bsk.	Prairies, forêts de chêne et cèdre, champs et serres de culture	h, hm, sh, sa, sa I, sa m	40,91	57,68	52,52
	2) <i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	Endogée	Bsk, Gun, Tj, St, Ms, Eu, Att, Ayg, TL, Bab, Taz, Azt, Am, Ak, Af, Reg, Gu, Sm, Ath, Oh, Eg, Co, Mb, Eu, Blg.	Prairies, forêts de chêne et cèdre, palmeraies	h, hm, sh, sa, sa I, sa m	23,64	14,82	5,81
	3) <i>Allolobophora molleri</i> (Rosa, 1889)	Endogée	Ts, Blg, Ok, Em, Ath, Aw, Az, An, Os, Ozn, San, TL, Bba, Aag, St.	Prairies et zones marécageuses	Sa, h, sh	13,64	11,38	20,79

	4) <i>Aporrectodea monticola</i> (Pérez Onteniente & Rodríguez Babio, 2002)	Endogée	Rc, Co	Champs de culture	hm, sh, sa			
						1,82	1,96	1,74
	5) <i>Octodrilus complanatus</i> (Dugès, 1828)	Anécique	Di, Ath, Ozr, Sm	Prairies et zones riches en débris	Sh, sa, sa I, sa m			
						2,73	1,72	7,44
	6) <i>Aporrectodea carochensis</i> (Pérez Onteniente & Rodríguez Babio, 2002)	Anécique	Bt	Prairies	h			
						0,91	1,39	0,86
	7) <i>Octodrilus maghrebinus</i> , <i>Omodeo & Martinucci, 1987</i>	Endogée	Sr, Co	Forêt en mélange de chêne zeen et chêne liège	hm			
						1,82	1,31	0,77
	8) <i>Eisenia fetida</i> (Savigny, 1826)	Epigée	TL	Lisières riche en débris ménagers	sa I			
						0,91	1,06	0,94
	9) <i>Dendrobaena byblica</i> , Rosa, 1893	Epigée	Oh	Forêt de Chêne liège où un pâturage extensive de bovins	hm			
						0,91	0,90	0,15
	10) <i>Aporrectodea tetramammalis</i> (Pérez Onteniente & Rodríguez Babio, 2002)	Anécique	Co, Af.	Prairies humides	hm, sa I			
						1,82	0,33	0,42
	11) <i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	Epigée	Em	Oliveraie	h			
						0,91	0,16	0,19
	12) <i>Proctodrilus antipae</i> (Michaelsen, 1891)	Endogée	MI	Prairies	h			
						0,91	0,16	0,19
	13) <i>Octolasion lacteum</i> (Örley,	Endogée	Kr	Prairie humide	hm			
						0,91	0,08	0,15
	14) <i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	Endogée	Em	Oliveraie	h			
						0,91	0,08	0,11
	15) <i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigny, 1826)	Anécique	Mb	Champs et serres de cultures	h			
						0,91	2,21	2,91
<i>Megascolecidae</i>	16) <i>Microscolex dubius</i> (Fletcher, 1887)	Endogée	Co, Kr, Fr.	Lisières et jachères	hm, sa			
						2,73	3,68	2,44
	17) <i>Microscolex phosphoreus</i> (Dugès, 1837)	Endogée	Chg, Em, Fr	Lisières	h, sa			
						2,73	0,41	0,09
<i>Hormogastridae</i>	18) <i>Hormogaster redii</i> , Rosa, 1887	Endogée	Sr	Lisières près d'un peuplement de chêne zeen	hm			
						0,91	0,65	2,50