

Perception et popularité des vers de terre avant et après Darwin

E. Blanchart⁽¹⁾, G. G. Brown⁽²⁾, S. S. Chernyanskii⁽³⁾, P. Deleporte⁽⁴⁾, C. Feller⁽¹⁾ et F. Goulet⁽⁵⁾

- (1) IRD (Institut de Recherche pour le Développement), UR 041, Laboratoire MOST, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, France
- (2) Embrapa Soja, C.P. 231, Londrina, PR, 86001-970, Brésil
- (3) Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119899, Russie
- (4) UMR6552 CNRS - Université Rennes I, Station Biologique, 35380 Paimpont, France
- (5) INRA-SAD/UMR Innovation, 2 place Pierre Viala, 34360 Montpellier cedex 1, France

RÉSUMÉ

En 1881, environ 20 ans après la publication de « De l'origine des espèces » et 6 mois avant sa mort, Charles Darwin, le célèbre naturaliste anglais publie son dernier ouvrage. Succès de librairie aussi considérable que son ouvrage majeur, le dernier livre de Darwin n'en est pas moins caractérisé par un sujet perçu à cette époque comme insignifiant, ce qui a certainement ajouté à son succès. Cet ouvrage traite en effet des vers de terre et s'intitule « La formation de la terre végétale par l'action des vers de terre avec des observations sur leurs habitudes ». Ce sujet, pour le moins surprenant de la part de ce grand naturaliste, va pourtant, comme ses autres ouvrages, révolutionner notre perception de la nature et favoriser le développement de disciplines comme la pédologie et la biologie des sols. Dans cet ouvrage, Darwin explique et décrit en détail (mesures à l'appui) comment les vers de terre affectent la pédogenèse et les processus d'altération, la différenciation d'horizons du sol et la formation de la « terre végétale », la fertilité des sols, le cycle global érosion-sédimentation, l'enfouissement des vestiges archéologiques. Cet ouvrage a modifié notre perception des vers de terre. Bien que pendant la période antique, les vers de terre aient été considérés comme des animaux utiles et respectés, ils ont par la suite été plutôt perçus comme des animaux nuisibles qu'il fallait éliminer des champs. Avec Darwin, les vers de terre sont redevenus « les amis de l'homme ». Pourtant, au cours du xx^e siècle, avec le développement de la chimie, les potentialités des vers de terre vis-à-vis de la fertilité des sols ont été ignorées et il faudra attendre les années 60-70 pour qu'enfin des études leur soient consacrées et leurs rôles reconnus. Ils sont notamment devenus les symboles d'une agriculture propre et durable.

Mots clés

Vers de terre, Charles Darwin, biologie du sol, pédologie

SUMMARY**PERCEPTION AND POPULARITY OF EARTHWORMS BEFORE AND AFTER DARWIN**

In 1881, about 20 years after the publication of « *On the origin of species* » and six months before dying, the famous English naturalist Charles Darwin, published his last book. Though his last book was as successful as his main publication, it was nonetheless characterized by a subject considered to be of small importance at that time, which probably increased its literary success. This book, which actually dealt with earthworms, was entitled "The formation of vegetable mould through the action of worms with some observations on their habits". This subject, which was a highly surprising one for this great naturalist, will however, change our perception of nature and favor the development of disciplines like pedology and soil biology. In his last book, Darwin explains and describes (with measures to prove it) how "worms" affect soil formation and alteration processes, soil horizon differentiation and formation of "vegetal mould", soil fertility, erosion-sedimentation cycle, burial of archeological remains. This book has changed the way earthworms are considered.

In classical Babylonian, Egyptian and Greek times, earthworms were considered as useful animals. Their role on the fertility of the Nilotic valley's soil was so important that Cleopatra decreed earthworms sacred animals, to be revered and protected by all the subjects. Relationships between earthworms and humans are thus very old. Nevertheless the antiquity perception of earthworms has not survived. From antiquity to Darwin's times, not much information is available on earthworms. During this period, most persons considered earthworms garden pests, undesirable animals that needed elimination from the soil. Even today, some traditional societies consider earthworms as pests. One of the rare written works describing earthworms as beneficial for soil fertility is that from White in 1779.

Darwin's book confirmed White's statements, and must be considered a turning point in history regarding work on earthworms and the perception on their importance. Nevertheless many scientists were quick to criticize Darwin's conclusions and promptly began research to disprove them. One of them was the famous German soil physicist E. Wollny, whose results finally proved Darwin was correct. The topic only began to be considered in other parts of the world after the 1930's.

Today it is well recognized that earthworms are important agents for the maintenance of "healthy soils", and that they act as indicator of environmental quality. Moreover the resurgence of interest in organic farming, agroecology and "biological" agriculture in recent years has brought Darwin's book and earthworms back into the limelight.

Key-words

Earthworms, Charles Darwin, soil biology, pedology

RESUMEN**PERCEPCIÓN Y POPULARIDAD DE LAS LOMBRICES ANTES DE DARWIN**

En 1881, 20 años después de la publicación de "del origen de las especies" y 6 meses antes de su muerte, Charles Darwin, el famoso naturalista inglés publica su última obra. Suceso de librería tan considerable que su obra mayor, el último libro de Darwin está caracterizado por un tema que se percibe como insignificante, lo que añadió a su suceso. En esta obra se trata en efecto de las lombrices y ella se intitula "la formación de la tierra vegetal por el acción de las lombrices con observaciones de sus costumbres". Este tema, por lo menos sorprendiendo de parte de este gran naturalista, va, con todo, como sus otras obras, revolucionar nuestra percepción de la naturaleza y favorecer el desarrollo de disciplinas como la pedología y la biología de los suelos. En esta obra, Darwin explica y describe en detalle (con medidas en apoyo) como las lombrices afectan la pedología y los procesos de alteración, la diferenciación de los horizontes del suelo y la formación de la "tierra vegetal", la fertilidad de los suelos, el ciclo global erosión – sedimentación, el enterramiento de los vestigios arqueológicos. Este libro modificó nuestra percepción de las lombrices. Aunque durante el periodo antiguo, se consideraba las lombrices como útiles y respetadas, se percibió después más bien como animales perjudiciales que se necesitaban eliminar de los campos. Con Darwin, las lombrices volvieron a ser "amigos del hombre". Sin embargo, en el curso del siglo veinte, con el desarrollo de la química, se ignoraron las potencialidades de las lombrices frente a la fertilidad del suelo y se necesita esperar los años 60 – 70 para que finalmente se los consagraron estudios y se reconoció su papel. En particular, pasan a ser símbolos de una agricultura limpia y sostenible.

Palabras clave

Lombrices, Charles Darwin, biología del suelo, pedología

« **L**a formation de la terre végétale par l'action des vers de terre avec des observations sur leurs habitudes » a été le dernier livre publié par Charles Darwin (en 1881), peu de temps avant sa mort (1809-1882).

Le livre illustre l'importance de l'activité des vers de terre dans une grande variété de thèmes : la pédogenèse et les processus d'altération, la différenciation d'horizons du sol et la formation de « terre végétale » (à travers un brassage répété du sol et l'incorporation de matières organiques), l'effet du fouissage et du rejet de turricules (bioturbation) sur la fertilité du sol et la croissance des plantes, l'enfouissement de matières organiques et l'enrichissement du sol en éléments minéraux, le cycle global érosion-sédimentation avec des transferts hydriques et aériens de fines particules de sol ramenés en surface par les vers de terre (Darwin avait même mis au point un simulateur de pluie!) et la protection par enfouissement des vestiges archéologiques. Les observations, mesures et schémas (notamment ses profils pédologiques) réalisés par Darwin ont considérablement fait progresser la science du sol et favoriser la biologie des sols en tant que discipline (Feller *et al.*, 2000 et 2003). Le livre de Darwin traitait aussi de « l'intelligence » des vers de terre, sujet qui souleva l'intérêt des lecteurs et qui contribua grandement à son succès (Darwin, 1888).

Ce livre peut être considéré comme un grand succès de librairie. Quelques 3500 copies furent vendues au bout d'un mois et 8500 copies après 3 ans, ce qui constitue une performance similaire à celle réalisée par son ouvrage de référence « De l'origine des espèces ». Un journaliste écrivit même qu'avec Darwin « les vers de terre étaient devenus les amis de l'homme » (Darwin, 1888). Pourtant, en dépit du succès initial, le livre ne connut jamais, au cours du *xx*^e siècle, la popularité acquise par d'autres livres de Darwin et il fut grandement ignoré par les scientifiques et le grand public. Les raisons de ce dédain sont expliquées dans cet article qui concerne principalement la perception des vers de terre par les hommes, avant et après Darwin.

Pour plus d'informations sur le rôle des vers de terre en pédologie, écologie du sol, géologie, agronomie, éthologie et archéologie, on peut se référer aux articles de Feller *et al.* (2003), Crist (2003), Johnson (2002) et Brown *et al.* (2004). Le livre de Darwin a été réédité en français en 2001 dans la collection des œuvres de Charles Darwin, sous la direction de Patrick Tort.

DARWIN DÉBUTE ET TERMINE SA CARRIÈRE AVEC LES « VERS »

Bien que le livre ne fût publié qu'en 1881, l'intérêt de Darwin pour les vers de terre et leurs influences sur le sol commença environ 45 ans plus tôt, en 1837. C'est un an après le retour de son voyage autour du monde à bord du *Beagle*, lors d'une visite chez l'un de ses oncles maternels (Josiah Wedgwood) qu'il connut sa première expérience scientifique avec les vers de terre. Son

oncle l'emmena voir des champs où du calcaire, de la marne brûlée et des cendres avaient été placés à la surface du sol quelques années plus tôt (Darwin, 1838). Ces matériaux étaient enfouis à quelques centimètres sous la surface du sol et l'oncle pensait que les vers de terre en étaient responsables. Bien que son oncle pensât que Darwin ne prendrait pas au sérieux ces « choses triviales » (Desmond & Moore, 1992), Darwin n'hésita pas, quelques semaines plus tard (1^{er} novembre 1837), à présenter une conférence « Sur la formation de l'humus » devant la Société Géologique Royale, à Londres. L'exposé fut publié dans les *Annales de la Société Géologique*; c'était la première publication de Darwin sur le sujet (Darwin, 1838). Dans cet article, Darwin discute de la façon dont les fragments de marnes, les cendres et autres débris déposés à la surface du sol ont été recouverts, en quelques années, et se retrouvent disposés de façon régulière en une couche, à une profondeur de quelques centimètres sous la surface du sol. Ces observations constituent la première tentative d'une différenciation d'un profil de sol et du processus de la formation d'une stone-line, plaçant ainsi Darwin comme l'un des précurseurs de la science du sol et de la pédologie (Feller *et al.*, 2003). Il démontra de façon convaincante que les vers de terre ont une capacité exceptionnelle à déplacer de grandes quantités de sol et qu'ils jouent un rôle majeur dans la formation du sol (Johnson, 2002). Pourtant, les collègues géologues de Darwin ne partagèrent pas son enthousiasme sur le sujet, espérant quelque chose de plus grandiose qu'un discours « sur les vers » (Desmond & Moore, 1992). Darwin abandonna quelque peu le sujet au cours des 30 années suivantes, publiant seulement deux articles (Darwin, 1840, 1844). Ce n'est qu'en 1869 qu'il publia à nouveau un article sur les vers de terre (Darwin, 1869) et entre 1871 et 1880, les vers de terre devinrent son principal sujet de recherche (Graff, 1983). Une abondante correspondance fut échangée entre Darwin et des collègues en Angleterre ou à l'étranger et des expériences et observations de terrain furent menées au cours de ces 10 années, notamment avec l'aide de trois de ses fils dans le but de rassembler l'information nécessaire pour rédiger son ouvrage sur les vers de terre (Graff, 1983; Desmond & Moore, 1992).

L'ouvrage fut publié le 10 octobre 1881, 6 mois environ avant sa mort. Ainsi Darwin débuta et termina sa longue carrière scientifique avec les « vers ».

POPULARITÉ DES VERS DE TERRE AVANT ET APRÈS DARWIN

L'importance des vers de terre pour les sols et la société a évolué au fil du temps, d'une reconnaissance profonde jusqu'à un dédain ou une ignorance marquée. En fait, la perception des vers de terre par les hommes modernes a été complètement modifiée par les travaux de Darwin. Historiquement, trois périodes concernant la popularité des vers de terre peuvent être distinguées : (i) l'Antiquité, (ii) avant Darwin et (iii) après Darwin.

Perception des vers de terre dans le monde antique

Aux temps de la Grèce antique, le mode de vie et l'utilisation des vers de terre étaient bien connus et Aristote les appelait « les intestins de la terre », probablement en raison du fait qu'ils vivent et se déplacent dans la terre, tout en la « digérant » (Minnich, 1977 ; Kevan, 1985). À l'époque Babylonienne, ils étaient utilisés en médecine contre les lumbagos (Michaelson, 1928) et dans l'Empire Égyptien, ils servaient d'indicateurs météorologiques (Righi, 1997). De plus, l'importance des vers de terre dans la vallée du Nil était reconnue, à tel point que Cléopâtre (69-30 BP) décréta le ver de terre un animal sacré devant être révééré et protégé par tous les sujets (Minnich, 1977) (c'est sans doute la seule fois dans l'histoire où les vers de terre ont été élevés à un rang aussi haut). Les Égyptiens avaient interdiction de les retirer de la terre d'Égypte et les agriculteurs ne devaient pas les déranger sous peine d'offenser le Dieu de la fertilité. Plus récemment, un rapport de l'USDA Department of Agriculture montre à travers des recherches menées dans la Vallée du Nil Blanc au Soudan, que la grande fertilité des sols de cette vallée est due au travail des vers de terre : chaque année (au cours des 6 mois d'activité), les vers de terre rejettent 120 tonnes/acre (soit environ 300 tonnes/ha) de turrucules (soit 10 fois plus que ce qui est observé dans les sols agricoles d'Amérique et d'Europe). On pense aussi que certains prêtres égyptiens passaient beaucoup de temps à étudier les vers de terre et leur travail. Les relations entre les populations humaines et les vers de terre sont donc anciennes. Malheureusement, les témoignages de cette vision antique n'ont pas survécu.

Perception des vers de terre entre l'Antiquité et Darwin

De l'Antiquité à l'époque de Darwin, de rares informations sur les vers de terre sont disponibles (Agricola, 1549 cité par Kevan, 1985), excepté quelques descriptions anecdotiques sur leur utilisation, leur activité et leur taxonomie (Kevan, 1985 ; Righi, 1997). Tout au long du XIX^e siècle et jusqu'au début du XX^e siècle, la plupart des gens considéraient les vers de terre comme nuisibles, des animaux indésirables qui devaient être éliminés du sol (White, 1789 ; Chateaufort, 1844 ; Walton, 1928 ; Graff, 1983). Par exemple, dans le Cours Complet d'Agriculture de Rozier (Vol. 11, supplément, p. 53, 1805) représentant la synthèse des connaissances sur le sujet à cette époque, la section « Vers » présente un long article traitant notamment de l'aspect nuisible des vers de terre et des moyens pour les éliminer (Feller *et al.*, 2000, 2003) : « Chaque cultivateur... connaît les dommages que les vers font aux semences... il est donc nécessaire de connaître les moyens de s'en débarrasser ». Il fournit donc une liste des moyens permettant de retirer les vers de terre du sol et de les détruire ; par exemple : les collecter la nuit, en silence, à l'aide d'une lanterne ; enfoncer un bâton dans le sol et l'agiter de façon à ce que les vers

de terre sortent ; verser sur le sol une infusion préparée avec des feuilles de différentes espèces pour les faire sortir... Parmi d'autres, il est préconisé à ce sujet l'utilisation de feuilles de noyers (Anonyme, 1788). Dans le même article, Rozier mentionne toutefois quelques utilisations bénéfiques des vers de terre, notamment pour certaines médecines, comme aliments de certains peuples indiens ou encore comme appâts pour la pêche. Paoletti *et al.* (2002) ont montré récemment la haute valeur nutritive des vers de terre et leur importance dans la nourriture des Amérindiens du Bassin du fleuve Alto Orinoco au Venezuela. Pourtant, encore aujourd'hui, certaines sociétés traditionnelles (comme certains groupes indigènes du Mexique) considèrent les vers de terre comme nuisibles (Ortiz *et al.*, 1999).

Darwin lui-même mentionne les critiques émises par d'Archiac (1847) qui considéraient les théories de Darwin sur la formation de la terre végétale comme valides uniquement pour « les prairies basses et humides... mais pas pour les champs cultivés, les forêts et les prairies hautes ». Fish (1869) a aussi rejeté les idées des premiers articles de Darwin : « considérant leur faiblesse et leur taille (des vers de terre), le travail qu'ils sont censé avoir accompli est pour le moins stupéfiant ». Ces critiques ont été traitées par Darwin dans son ouvrage (1881, p. 20-21) et la plupart des critiques ultérieures à sa publication ont été discutées dans des lettres ou ont fait l'objet de nouvelles études (Wollny, 1890).

Avant Darwin, l'importance des vers de terre dans la fertilité des sols n'était donc pas prise en compte excepté par quelques rares naturalistes. L'un d'entre eux était Gilbert White (1789) qui, environ 30 ans avant la naissance de Darwin, écrivit une lettre à l'Honorable Daines Barrington (20 mai 1777) : « Les vers semblent être les grands promoteurs de la végétation, qui pourrait croître, mais difficilement sans eux, puisqu'ils creusent, perforent et allègent le sol et le rendent perméable aux pluies et les fibres de plantes en croissant sur un nombre infini d'agrégats de terre appelés turrucules de vers de terre qui étant leurs excréments est un engrais pour les graines et les plantes... Les jardiniers et les fermiers expriment leur haine des vers de terre ; les premiers car ils rendent leur marche difficile et leur donnent beaucoup de travail ; et les seconds car, comme ils le croient, les vers mangent leur blé vert. Mais ces hommes trouveraient que la terre sans vers de terre deviendrait vite froide, dure et vide de fermentation et en conséquence stérile ».

Ce passage ne semble pas avoir été connu de Darwin qui ne le mentionne pas dans son ouvrage. Néanmoins, Darwin confirma les dires de White et son livre doit être considéré comme un tournant historique de la perception de l'importance des vers de terre (au moins par la plupart des jardiniers et la communauté scientifique). Ses nombreuses lettres écrites après la publication du livre attestent aussi de la grande popularité de son travail à cette époque.

Perception des vers de terre après Darwin

Bien que familier des travaux de son collègue allemand V. Hensen (1877), Darwin ne connaissait pas les travaux du forestier danois P.E. Müller (1878) qui attribuait aussi aux vers de terre une réelle importance dans la fertilité du sol et la formation de l'humus (cf. Feller *et al.*, ce numéro). Après la publication du livre de Darwin, plusieurs scientifiques comme le célèbre physicien des sols et éditeur de la revue *Forschungen Geb. Agricultur Physik*, l'Allemand E. Wollny, s'empressèrent de le critiquer (Wollny, 1882) et mirent en place des recherches pour contrer les conclusions de Darwin. Malgré tout (et fort heureusement), les résultats obtenus par Wollny prouvèrent que Darwin avait raison, montrant les effets positifs des vers de terre sur les rendements, en pot, de différentes plantes (Wollny, 1890). Des recherches menées par d'autres chercheurs européens suivirent de près celles de Wollny (Feller *et al.*, 2003). Pourtant les recherches et observations de Darwin n'eurent que de très faibles retentissements sur l'agriculture de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e siècle. Les raisons sont complexes : l'une des principales raisons est que l'agriculture à cette époque était très liée à la chimie, suite à la publication en 1840 de l'ouvrage de Liebig « *Chimie appliquée à la Physiologie végétale et à l'Agriculture* ». À l'époque de la publication de l'ouvrage de Darwin, l'influence de Liebig était à son zénith et la théorie de l'humus n'avait plus cours ; il faudra attendre 1940 pour voir apparaître le terme « *organic farming* » (Feller *et al.*, 2003). Après les Européens, les vers de terre ne commencèrent véritablement à être considérés par les scientifiques d'autres parties du monde qu'à partir des années 1930-1940 (USA et Chine) et 1950 (Nouvelle-Zélande et Inde) (Feller *et al.*, 2003).

Depuis, des milliers d'articles ont été publiés sur le sujet et leur nombre continue d'augmenter de façon exponentielle (Satchell, 1992). Ces articles confirment la plupart des conclusions de Darwin, même si dans certains cas ils montrent quelques-unes des faiblesses de son travail (Feller *et al.*, 2003). D'une façon générale, les idées de Darwin concernant la valeur des vers de terre pour les sols et la biogéosphère ont été largement acceptées, mais la plupart des sujets soulevés dans son livre n'ont toujours pas été correctement abordés (Feller *et al.*, 2003 ; Crist, 2003).

Aujourd'hui, il est bien connu que les vers de terre sont des agents importants de la « *santé des sols* », et qu'ils agissent comme des indicateurs de la qualité de l'environnement (Paoletti, 1999 ; Spurgeon *et al.*, 2003). L'intérêt croissant (et relativement récent) pour l'agriculture biologique (ou organique), dans laquelle les vers de terre jouent un rôle important vis-à-vis de la fertilité du sol, ont ramené Darwin et les vers de terre sous les feux de la rampe. Plus encore, l'agriculture dite de « *conservation* » basée sur l'abandon du labour et la pratique du semis direct sous couverture végétale (SCV), fait de l'action des vers de terre l'un de ses piliers agronomiques. Cette forme d'agriculture motorisée, initiée dans les années 60 sur le continent américain, a été développée en réponse aux graves problèmes d'érosion des sols liés à l'intensification des travaux du sol préparatoires aux semis.

Dans ces systèmes, les vers de terre remplacent le labour dans sa fonction d'aération du sol, d'entretien de la macroporosité et d'enfouissement de la matière organique. Conscients de l'importance de cette faune endogée dans la réussite agronomique de ces systèmes, les agriculteurs concernés ont alors fait des vers de terre un véritable symbole du SCV. Ainsi se sont créées des associations, des fondations d'agriculteurs pratiquant le SCV, tel le « *Clube da Minhoca* » (littéralement « *Club du ver de terre* ») au Brésil dans les années 70 (Raunet, 2003), ou plus récemment la Fondation Nationale pour une Agriculture de Conservation des Sols (FNACS) en France, arborant comme logo une coupe de sol montrant deux vers de terre autour des racines d'une plantule. Chez ces agriculteurs français se revendiquant d'une agriculture plus proche de la vie du sol, les vers de terre et plus généralement la faune du sol sont alors personnalisés, idéalisés, mythifiés dans les discours (Goulet, 2004). Ainsi, l'esthétique du sol colonisé par les vers de terre est soulignée (« *Quand un sol est brun et plein de vers de terre, c'est un signe de bonne santé. [...] C'est quand même beau* »), et le rapport à la nature, usuellement entrevu en agriculture sous l'angle de la domination de l'homme grâce à la technique, est reconsidéré (« *vivre en harmonie avec la faune et la flore du sol qui travaillent pour nous* »).

Les idées exprimées par Darwin dans son livre, telles que « *les vers ont joué un rôle dans l'histoire du monde, plus important que ce que la plupart des gens peuvent le supposer* » (p. 145) ont par la suite été utilisées dans des dessins animés (par exemple *Far Side cartoons* ou la bande dessinée de Larson, 1998) ou dans des récits de science-fiction. Une des meilleures descriptions fictives des vers de terre est donnée dans le célèbre ouvrage écologique « *Dune* » de Frank Herbert (1965, ici édition française de 2002) dont l'action se situe dans un monde de vers des sables géants (*Sandworm*). Dans ce roman, les vers des sables remplissent des fonctions similaires à celles des vers de terre. De plus, sans vers des sables, il n'y a pas de vie possible sur *Dune*. En tant que régulateurs majeurs de l'intégrité écologique globale de la planète *Dune*, ils créent le sable animal, au même titre que les vers de terre fabriquent l'humus sur la planète Terre. Ils sont les amis des *Fremens* et sont traités comme des dieux. Les vers de sable déterminent la fertilité à la fois d'un point de vue agricole et humain. L'ensemble du sable de la planète *Dune* est considéré comme ayant été formé/transformaté par les vers géants. Les vers produisent un élément de bien-être, négociable dans tout l'empire, quelque peu analogue au vermicompost considéré comme un produit de valeur de l'activité des vers de terre. De plus, la mort des vers de sable conduit à la vie un peu comme les vers de terre, à travers leur vie et leur mort, entraînent la formation de l'humus et la fertilité des sols qui constituent la base de la productivité végétale et animale sur Terre. Les vers géants de cette fiction contemporaine assurent donc un minimum de conditions pour rendre une planète ingrate de plus en plus vivable.

CONCLUSIONS

Pour la plupart des gens, spécialement au temps de Darwin (et même encore aujourd'hui), les vers de terre sont des animaux plutôt désagréables, visqueux, étranges, aveugles, sourds et insensibles, de peu d'utilité (excepté comme appâts pour la pêche), et en général nuisibles notamment en raison de leurs disgracieux turricules de surface. Darwin a permis de restaurer le caractère utile et bénéfique des vers de terre, leur attribuant intelligence et bienfaisance.

Pourtant, en dépit du grand nombre de connaissances accumulées depuis Darwin sur les vers de terre et la reconnaissance formelle de leur importance pour le sol et la société, il reste beaucoup de découvertes nouvelles et importantes à faire. Les aspects comportementaux et physiologiques continuent d'intéresser les scientifiques et des questions simples comme : « *Que mangent-ils ?* » « *Quelle quantité de turricules produisent-ils ?* » « *Où vivent-ils ?* » « *Quel est leur effet sur les sols et les plantes ?* » restent sans réponse précise pour de nombreuses espèces de vers de terre (Brown *et al.*, 2000). Considérant que moins de 50 % des espèces de vers de terre sont identifiées, soit 3 600 espèces inventoriées à l'heure actuelle (Reynolds, 1994 ; Fragoso *et al.*, 1997) et que seule une douzaine d'espèces ont été étudiées en détail, il reste un énorme travail innovant, audacieux et détaillé, à faire sur le long terme.

Comme le souligne en 1985 Marcel Bouché, alors secrétaire du Comité de Zoologie du Sol de l'Association Internationale de Science du Sol, dans son avant-propos du célèbre livre de Ken Lee (1985) : « *L'humanité connaît très peu de choses de ses plus proches commensaux. Nous sommes ignorants de l'activité nocturne, cachée, souterraine de la biomasse la plus importante qui partage avec nous la surface de la terre... Utilisant des méthodes physiques et chimiques de plus en plus puissantes, nous avons décidé de remodeler le paysage, de perturber les sols, de pulvériser des produits chimiques, de libérer des fumées et des eaux usées... ignorant le principal animal qui habite les environnements que nous dégradons... Si nous comparons, par exemple, l'importance accordée à l'ornithologie et le grand nombre d'ornithologues étudiant 1 kg d'oiseaux par hectare, avec le nombre extrêmement limité de chercheurs intéressés par des centaines ou des milliers de kg par hectare de vers de terre, alors nous pouvons conclure que notre connaissance des écosystèmes est fondamentalement déformée par notre perception « épigée » de la nature et notre ignorance de la vie « endogée ».*

Darwin nous a ouvert la voie. Suivons ses pas !

BIBLIOGRAPHIE

- Agricola (=Bauer) G., 1549 - De Animantibus Subterraneis Liber. Basileae (=Basel). Frobenium et Epicopium. 79+(8)+(18)+(3)+(1) pp. [Autre édition 1558 : De Ortu et Causis Subterraneorum]. (cité par Kevan, 1985).
- Anonyme, 1788 (ou 7^e année) - Moyens de détruire une partie des vers de terre dans des couches, des planches et autres petites portions de jardin. In « Bibliothèque Physico-Economique, Instructive et Amusante », Tome 1, p. 174. Buisson Librairie, Paris, 459 p.
- Archiac, E.J.A.D. St. Simon d', 1847 - Histoire des Progrès de la Géologie 1, pp. 223-224.
- Brown G.G., Barois I., Lavelle P., 2000 - Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology* 36, pp. 177-198.
- Brown G.G., Feller C., Blanchart E., Deleporte P., Chernyanskii S.S., 2004 - With Darwin, earthworms turn intelligent and become human friends. *Pedobiologia* 47, pp. 924-933.
- Chateauneuf M. de, 1844 - La nouvelle maison rustique, encyclopédie-manuel de toutes les sciences et de tous les arts, dont un habitant de la campagne, propriétaire, fermier, cultivateur, peut tirer parti, soit pour son utilité, soit pour son agrément. Tome 2, 3^e édition, Lebaillly, Paris, 368 p.
- Crist E., 2003 - Concerned with trifles? A geophysiological reading of Charles Darwin's last book. In: *Scientists on Gaia 2*, MIT Press, Cambridge, pp. 3-8.
- Darwin Ch., 1838 - On the formation of mould. *Proceedings of the Geological Society of London* 2, pp. 574-576.
- Darwin Ch., 1840 - On the formation of mould. *Transactions of the Geological Society of London* II, Series 5 (III), pp. 505-509.
- Darwin Ch., 1844 - On the origin of mould. *Gardener's Chronicle and Agricultural Gazette* 14, 218 p.
- Darwin Ch., 1869 - The formation of mould by worms. *Gardener's Chronicle and Agricultural Gazette* 20, 530 p.
- Darwin Ch., 1881 - The formation of vegetable mould through the action of worms with some observations on their habits. John Murray ed., London, 298 p.
- Darwin Ch., 2001 - La formation de la terre végétale par l'action des vers avec des observations sur leurs habitudes. Traduction d'Aurélien Berra, Coordination de Michel Prum, préface de Patrick Tort, Institut Charles Darwin International, Editions Syllepse, Paris, 179 p. + annexes.
- Darwin F., 1888 - The life and letters of Charles Darwin, including an autobiographical chapter. 3 Vols. John Murray, London.
- Desmond A., Moore J., 1992 - Darwin. Life of a tormented evolutionist. Penguin Books, London.
- Feller C., Brown G.G., Blanchart E., 2000 - Darwin et le biofonctionnement du sol. *Étude et Gestion des Sols* 7, pp. 395-402.
- Feller C., Brown G.G., Blanchart E., Deleporte P., Chernyanskii S.S., 2003 - Charles Darwin, earthworms and the natural sciences: various lessons from past to future. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99, pp. 29-49.
- Fish D.T., 1869 - A chapter on worms. *Gardener's Chronicle and Agricultural Gazette*. 17th April, pp. 417-418.
- Fragoso C., Brown G.G., Patrón J.C., Blanchart E., Lavelle P., Pashanasi B., Senapati B., Kumar T., 1997 - Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of earthworms. *Applied Soil Ecology* 6, pp. 17-35.
- Goulet F., 2004 - Dynamiques techniques et apprentissages en non-labour et couvertures végétales : une approche intégrant agronomie et sociologie dans deux petites régions françaises (Touraine et Drôme). *Mémoire CNEARC*, Montpellier, pp. 62-65.
- Graff O., 1983 - Darwin on earthworms - the contemporary background and what the critics thought. In: Satchell, J.E. (Ed.), *Earthworm Ecology: From Darwin to Vermiculture*. Chapman and Hall, London, pp. 5-18.

- Hensen V., 1877 - Die Thätigkeit des Regenwurms (*Lumbricus terrestris* L.) für die Fruchtbarkeit des Erdbodens. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie* 28, pp. 354-364.
- Herbert F., 2002 (1^{ère} édition anglaise en 1965) - Le cycle de Dune. Dune, Tomes 1 et 2. Robert Laffont éd. Collection Science Fiction, Paris, 349 et 410 p.
- Johnson D.L., 2002 - Darwin would be proud: Bioturbation, dynamic denudation, and the power of theory in science. *Geoarchaeology* 17, pp. 7-40.
- Kevan D.K.McE., 1985 - Soil zoology, then and now - mostly then. *Quaestiones Entomologicae* 21, pp. 371-472.
- Larson G., 1998 - There's a hair in my dirt! A worm's story. Harper Collins, New York.
- Lee K.E., 1985 - Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press, Sydney. 411 p.
- Liebig J. von, 1840 - Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. Vieweg u.S., Braunschweig.
- Michaelsen W., 1928 - Oligochaeta. In: Mill P.J. (Ed.), *Hanbuch der Zoologie*, Vol. 2 (2). Walter der Gruyter, Berlin.
- Minnich J., 1977 - The earthworm book: How to raise and use earthworms for your farm and garden. Rodale Press, Bethlehem.
- Müller P.E., 1878 - Studier over Skovjord. I. Om Bøgemuld od Bøgermor på sand og Ler. *Tidsskrift for Skovbrug* 3, pp. 1-124.
- Ortiz B., Fragoso C., Mboukou I., Pashanasi B., Senapati B.K., Contreras A., 1999 - Perception and use of earthworms in tropical farming systems. In: Lavelle, P., Brussaard, L., Hendrix, P.F. (Eds.), *Earthworm management in tropical agroecosystems*. CAB International, Wallingford, pp. 239-252.
- Paoletti M.G. (Ed.), 1999 - Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes: Practical use of invertebrates to assess sustainable land use. Elsevier, Amsterdam.
- Paoletti M.G., Buscardo E., VanderJagt D.J., Pastuszyn A., Pizzoferrato L., Huang Y.S., Chuang L.T., Millson M., Cerda H., Torres F., Glew R.H., 2002 - Nutrient content of earthworms consumed by Ye'Kuana Amerindians of the Alto Orinoco of Venezuela. *Proceedings of the Royal Society, London*, B, 433, pp. 1-9.
- Potter D.A., 1991 - Earthworms, thatch, and pesticides. *USGA Green Section Record* 29, pp. 6-8.
- Raunet M., 2003 - L'histoire du semis direct au Brésil. CIRAD-CA, Montpellier.
- Reynolds J.W., 1994 - Earthworms of the world. *Global Biodiversity* 4, pp. 11-16.
- Righi G., 1997 - Minhocas da América Latina: Diversidade, função e valor. In: *Anais do 26º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. SBCS, Rio de Janeiro, CD-Rom, pp. 1-27.
- Rozier J-B.F. dit l'Abbé, 1796 - Cours complet d'agriculture théorique, pratique, économique et de médecine rurale et vétérinaire. 12 Vols., Rue et Hôtel Serpente, Paris.
- Satchell J.E., 1992 - Take the money-call the tune. *Soil Biology & Biochemistry* 24, pp. 1193-1196.
- Spurgeon D.J., Weeks J.M., van Gestel C.A.M., 2003 - A summary of eleven years progress in earthworm ecotoxicology. *Pedobiologia* 47, pp. 588-606.
- Walton W.R., 1928 - Earthworms as pests and otherwise. *USDA Farmer's Bulletin* N° 1569, Washington, D.C.
- White G., 1789 - The natural history of Selborne. Benjamin White, London.
- Wollny E., 1882 - Besprechung von Ch. Darwin "Die bildung der ackerde...etc." deutsch von V. Carus, Stuttgart 1882. *Forschungen Geb. Agricultur Physik* 5, pp. 50-55.
- Wollny E., 1890 - Untersuchungen über die beeinflussung der ackerkrume durch die thätigkeit der regenwurmer. *Forschungen Geb. Agricultur Physik* 13, pp. 381-395.

