

# REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (3<sup>e</sup> SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BRÉGUET ET CHARLES RICHET

3<sup>e</sup> SÉRIE — 2<sup>e</sup> ANNÉE (PREMIER SEMESTRE).

NUMÉRO 3

21 JANVIER 1882

## ZOOLOGIE

### La formation de la terre végétale par l'action des vers (1).

Dans l'introduction du livre que nous résumons ici, M. Charles Darwin s'excuse d'avoir consacré tout un volume à l'étude d'un animal qui peut au premier abord paraître insignifiant. Certaines observations, déjà anciennes, l'amènent à penser que l'œuvre des vers était considérable dans la nature, si l'on faisait intervenir le facteur le plus important peut-être des problèmes géologiques : le temps. Comme le remarque l'auteur, il est assez malaisé de se faire une idée exacte des effets d'une cause continuellement agissante et cette incapacité a souvent retardé le progrès scientifique : on l'a vu dans le cas de la géologie et, plus récemment, dans celui du principe de l'évolution.

M. Darwin s'est exclusivement occupé dans cet ouvrage du rôle joué par les vers dans la formation du sol, les changements de la surface et la dégradation de la terre. Les célèbres expériences de M. Pasteur ont montré que ces animaux peuvent, dans certaines circonstances, propager des maladies infectieuses en ramenant à la surface des germes virulents.

On se rappelle qu'à la ferme de Rosières des moutons furent atteints de fièvre charbonneuse pour avoir brouté l'herbe qui poussait sur une fosse où des animaux charbonneux avaient été enfouis douze ans auparavant.

M. Pasteur, dans la séance du 20 novembre 1880, a également cité le cas d'un troupeau de 500 moutons dont 499 moururent pour avoir été couchés dans leur stable sur de la terre apportée d'un endroit où des bêtes étaient enterrées depuis fort longtemps.

Bien que les observations de M. Darwin n'aient pas porté sur ce côté de la question, elles jettent cependant une vive lumière sur la façon dont les vers apportent à la surface les

particules enfouies à une profondeur relativement considérable. Il n'est pas douteux, après les avoir lues, que les mesures adoptées pour l'enfouissement des corps infectés ne soient absolument inefficaces, puisque les vers, après un temps plus ou moins long, peuvent ramener les germes infectants à portée de l'homme ou des animaux.

H. G.

## I.

## HABITUDES DES VERS.

Les vers de terre sont distribués sur le monde sous forme de genres peu nombreux qui ont entre eux une grande ressemblance extérieure. Les espèces anglaises de lombrics n'ont jamais été soigneusement classées. Eisen en compte huit en Scandinavie et Hoffmeister donne le même chiffre pour l'Allemagne.

Les vers abondent en Angleterre sur beaucoup de points. Leurs déjections se voient en nombre considérable sur les vaines pâtures et les dunes crayeuses ; elles recouvrent presque toute la surface quand le sol est pauvre, le gazon court et mince. Ils sont d'ailleurs presque aussi nombreux dans certains parcs de Londres où l'herbe pousse bien, où le sol semble riche. Dans un même champ, les vers peuvent être beaucoup plus abondants sur certains points que sur d'autres, sans qu'il y ait de différence visible dans la nature du sol. Ils abondent dans les cours pavées aux abords des maisons et l'on en a vu pénétrer jusque dans les caves humides. Sur les chemins secs, de sable ou de gravier, où la bruyère seule peut pousser, avec le genêt, la fougère, la mousse et les lichens, on ne trouve que très peu de vers. Mais dans beaucoup de parties de l'Angleterre, la surface des sentiers qui traversent une bruyère se recouvre d'un gazon fin et court. Sur ceux-là, les déjections de vers se rencontrent souvent.

Une couche, si mince qu'elle soit, de terre fine, qui retient

(1) The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits, by Charles Darwin, L. L. D., F. R. S. London, John Murray, 1881.

sans doute longtemps l'humidité, est en tout cas, comme je le crois, nécessaire à leur existence; la simple compression du sol semble leur être favorable jusqu'à un certain point, car ils pullulent souvent dans les anciens chemins de gravier et les sentiers à travers champs.

Sous les grands arbres on ne trouve que peu de déjections pendant certaines saisons de l'année, sans doute parce que toute l'humidité a été absorbée par les racines. En effet, ces endroits se recouvrent de déjections après les grosses pluies d'automne.

Dans les montagnes des Galles et dans les Alpes les vers sont rares en beaucoup d'endroits, ce qui est dû peut-être à la proximité des roches sèches jaunies, où les vers ne peuvent creuser leurs trous en hiver de façon à ne pas être gelés. On en a cependant rencontrés à de grandes altitudes sur les monts Nilgère et l'Himalaya.

Les vers de terre peuvent être considérés comme des animaux terrestres, quoique, dans un sens, ils soient sensé aquatiques, comme les autres membres de la grande classe des annélides. M. Perrier a trouvé que l'exposition à l'air sec d'une chambre pendant une seule nuit leur était fatale.

Plusieurs grands vers complètement submergés dans l'eau. Pendant l'été, quand le sol est sec, ils pénètrent à une profondeur considérable et cessent de travailler, comme en hiver quand le sol est gelé. Leurs habitudes sont nocturnes; on les voit, la nuit, ramper en grand nombre, mais ordinairement avec leur queue fixée dans les trous. Par l'expansion de cette partie de leur corps et avec l'aide des soies courtes et légèrement pectinées dont ils sont armés, ils adhèrent si fortement au sol qu'on peut rarement les en détacher sans les mettre en pièces. Pendant le jour, ils restent dans leurs trous, excepté pendant la saison d'accouplement; alors, ceux qui habitent des trous voisins exposent à l'air la plus grande partie de leur corps, aux premières heures du matin. Il faut aussi en excepter les individus malades, qui sont généralement attaqués par les larves parasites d'une mouche; ces individus sortent pendant le jour et meurent à la surface. Après les fortes pluies succédant à un temps sec, on voit parfois sur le sol un nombre surprenant de vers morts. Je crois que ce sont des vers déjà malades et que leur mort a été simplement hâtée par la submersion du sol.

On a dit souvent que les vers bien portants ne quittent jamais complètement leurs trous, même la nuit; mais c'est une erreur. La nuit, après de fortes pluies, la pellicule de boue ou de sable fin qui recouvre les chemins de gravier est souvent soigneusement lissée par leurs traces. Ces traces s'éloignent parfois jusqu'à 15 mètres de l'orifice des trous. Jamais je n'en ai vu deux qui se dirigeassent vers le même orifice et il est peu probable qu'un vers puisse retrouver le chemin de son trou après l'avoir une fois quitté.

Martin affirme que les vers restent souvent presque immobiles pendant des heures, immédiatement au-dessous de l'orifice de leur trou. J'ai vérifié le fait avec des vers conservés dans des pots. Cette habitude est cause que les oiseaux en détruisent d'innombrables quantités. Il n'est pas probable que

les vers se comportent de cette façon pour respirer l'air frais, car nous avons vu qu'ils pourraient vivre longtemps sous l'eau. Je crois qu'ils recherchent plutôt la chaleur, surtout le matin; nous verrons plus loin qu'ils tapissent souvent l'orifice de leurs trous avec des feuilles, apparemment pour empêcher leurs corps de se trouver en contact direct avec la terre froide et humide. On dit qu'ils ferment entièrement leurs trous pendant l'hiver.

*Structure.* — Le corps d'un grand ver est composé de 100 à 200 anneaux ou segments presque cylindriques. Le système musculaire est bien développé. Les vers peuvent ramper en arrière aussi bien qu'en avant, et, à l'aide de leur queue, qu'ils fixent, ils peuvent se retirer dans leurs trous avec une rapidité extraordinaire. La bouche est située à l'extrémité antérieure du corps et pourvue d'une petite projection qui sert à la préhension. Intérieurement, derrière la bouche, se trouve un solide pharynx, poussé en avant quand l'animal mange et qui correspond, suivant Perrier, à la trompe des autres annélides. Le pharynx conduit dans l'œsophage, à la partie inférieure duquel se trouvent, de chaque côté, trois paires de grosses glandes qui sécrètent une quantité surabondante de mucus ou de chair. Ces glandes calcaires sont vraiment remarquables, car on ne connaît rien de pareil chez aucun autre animal. Dans la plupart des espèces, l'œsophage, en s'élargissant, forme un jabot au-dessus du gésier. Ce dernier organe est revêtu d'une membrane épaisse et liège et entouré de muscles, faibles dans le sens longitudinal, mais puissants dans le sens transversal. D'après Perrier, la trituration de la nourriture doit être surtout effectuée par cet organe, car les vers ne possèdent ni dents ni mâchoires. On trouve généralement dans le gésier et les intestins des grains de sable et de petites pierres, de 1/20 à un peu plus de 1/10 de pouce de diamètre, qui servent sans doute à triturer leur nourriture. Le gésier s'ouvre dans l'intestin, qui aboutit en droite ligne à l'anus. L'intestin présente la structure remarquable, appelée typhlocoele, c'est-à-dire un intestin dans un intestin; Claparède a montré que cette structure consiste en un repli longitudinal profond des parois, à l'aide duquel s'obtient une surface absorbante étendue.

Le système circulatoire est bien développé. Les vers res pirent par la peau. Les deux sexes sont réunis dans le même individu, mais deux individus s'accouplent. Le système nerveux est assez complet et les deux ganglions cérébraux, presque confondus, sont situés très près de l'extrémité antérieure du corps.

*Sens.* — Les vers sont dépourvus d'yeux et j'ai cru d'abord qu'ils étaient tout à fait insensibles à la lumière. Hoffmeister nie le fait, mais il admet qu'il faut un certain temps pour que l'action s'en fasse sentir. L'expérience n'a prouvé, en effet, que la lumière affecte les vers par son intensité et sa durée. L'extrémité antérieure du corps, seule, est affectée. Comme ces animaux sont privés d'yeux, nous devons supposer que la lumière traverse la peau et excite en quelque manière les ganglions cérébraux.

Quoiqu'on ne puisse dire que les vers soient doués de la vision, leur sensibilité à la lumière leur permet de distinguer

le jour de la nuit et d'échapper ainsi à beaucoup de dangers. Leur confinement dans leurs trous pendant le jour semble être desormais, cependant, une action habituelle : des vers, gardés dans des plateaux de verre recouverts de papier noir se retirent chaque nuit dans leur trou.

Les vers semblent être moins sensibles à une chaleur rayonnante modérée qu'à une lumière brillante. Ils sont sensibles aux basses températures, comme le prouve leur confinement dans leurs trous pendant les gelées.

Ils ne possèdent pas de sens de l'ouïe. Bien qu'indifférents aux oscillations de l'air qui sont perceptibles pour nous, ils sont extrêmement sensibles aux vibrations d'un objet solide. Quand on plaçait sur un piano un pot renfermant deux vers que le son avait laissés tout à fait indifférents, certaines notes les faisaient rentrer instantanément dans leurs trous.

Leur corps tout entier est sensible au contact. Une légère bouffée d'air de la bouche les fait battre en retraite à l'instant. De tous leurs sens, celui du toucher, en comprenant dans ce terme la perception d'une vibration, semble être le plus hautement développé.

Le sens de l'odorat se réduit apparemment chez les vers à la perception, faible d'ailleurs, de certaines odeurs. L'odeur du tabac, du parfum de mille-fleurs, de l'acide acétique, les laisse indifférents. Il n'en est pas de même quand on emploie des feuilles de chou ou des morceaux d'oignons que les vers dévorent avec délices. Ils finissent toujours par les découvrir, si bien enterrés qu'ils soient.

On peut supposer que tous les animaux qui se nourrissent de substances variées possèdent le sens du goût et c'est certainement le cas avec les vers. Ils aiment beaucoup les feuilles de chou et il semble qu'ils peuvent distinguer entre elles les différentes variétés, mais peut-être cela est-il dû à la différence de texture. Au milieu de feuilles d'espèces diverses, ils s'attaquent toujours à leur nourriture favorite, la feuille de celeri, de carotte, etc. Suivant M. Bridgman, les feuilles à demi décomposées du *Pélor* versent sont particulièrement goûtées par les vers.

Qualités sociales. — Il y a peu à dire sur ce sujet. Nous avons vu qu'ils sont timides. On peut douter que la douleur qu'ils ressentent soit en rapport avec les contusions qui l'expliquent. Ils doivent jouir du plaisir de manger si l'on en juge par leur avidité pour certaines nourritures. Leur passion sexuelle est assez forte pour l'empêcher un certain temps sur leur crainte de la lumière. Ils ont peut-être une trace de sentiment social, car ils rampent, sans se troubler, les uns sur les autres et restent parfois en contact. Suivant Haffner, ils passent l'hiver isolément ou roulés en boules avec d'autres au fond de leurs trous. Bien que les vers soient dépourvus si complètement de plusieurs organes des sens, cela n'exclut pas nécessairement l'intelligence, comme nous le savons par le cas de Laura Bridgman; nous avons vu que, quand leur attention est engagée, ils négligent des impressions auxquelles sans cela ils eussent été sensibles. Or l'attention indique la présence d'un esprit de quelque espèce. Ils sont aussi beaucoup plus facilement excités à certains moments qu'à d'autres. Ils accomplissent quelques actions ins-

tinctivement. C'est ainsi que l'espèce des *Pericheta* rejette ses déjections de façon à construire des tours, que les trous du ver commun sont revêtus de terre fine et souvent de petites pierres, et que les orifices sont tapissés de feuilles. Un de leurs instincts les plus forts est la fermeture de l'orifice de leurs trous avec différents objets; les très jeunes vers eux-mêmes agissent de cette façon. Cependant un certain degré d'intelligence semble, comme nous le verrons plus loin, être déployé dans cette opération, résultat qui n'a plus surpris que tout autre en ce qui concerne les vers.

Nourriture et digestion. — Les vers sont omnivores. Ils avalent une énorme quantité de terre, dont ils extraient toute la matière digestible qu'elle peut contenir. Ils consomment aussi un grand nombre de feuilles à demi pourries et même de feuilles fraîches.

Léon Frédéricq affirme que le fluide digestif des vers est de même nature que la sécrétion pancréatique des animaux supérieurs.

Les feuilles fraîches ou à demi pourries que les vers veulent dévorer sont tirées dans l'orifice de leurs trous à une profondeur d'un à trois pouces et sont alors humectées d'un fluide sécrété. On a supposé que ce fluide servait à hâter leur décomposition, mais j'ai trouvé qu'il n'en était rien. Il agit en tout cas sur les feuilles fraîches d'une façon très remarquable : il les tue promptement et les décolore. Il agit également sur les granules d'amidon à l'intérieur des cellules; ces granules disparaissent dans les parties affectées par le fluide.

Cette sécrétion étant alcaline, et agissant à la fois sur les granules d'amidon et sur le contenu protoplasmique des cellules, nous pouvons déduire qu'elle ressemble en nature, non à la salive, mais à la sécrétion pancréatique et nous savons par Frédéricq qu'une sécrétion de cette nature se trouve dans les intestins des vers. Les feuilles sont donc partiellement digérées avant d'être introduites dans le canal alimentaire. Je ne connais pas d'autre cas de digestion extra-stomacale; le cas qui s'en rapproche le plus est celui des plantes comme la drosera et la diode, chez lesquelles la matière animale est digérée et convertie en peptone non dans un estomac, mais à la surface des feuilles.

Glandes calcifères. — Ces glandes sont au nombre de trois paires qui, dans le ver commun, débouchent dans le canal alimentaire en avant du gésier, et postérieurement à celui-ci dans *Turocheta* et, quelques autres genres. Les deux paires postérieures sont formées par des lamelles qui, suivant Chaparède, sont dérivées de l'oesophage. Ces lamelles sont revêtues d'une couche cellulaire pulpeuse, dont les cellules extérieures sont libres et au nombre infini. Si l'on écrase une de ces glandes, il en sort une quantité de matière blanche pulpeuse, qui n'est autre que ces cellules libres dont le diamètre est très faible. Elles contiennent un peu de matière granuleuse excessivement fine. Insolubles dans l'éther, elles se dissolvent avec effervescence dans l'acide acétique; l'osulate d'ammoniaque, ajouté à la solution, donne un précipité blanc. Nous pouvons en conclure qu'elles contiennent du carbonate de chaux.

Les deux glandes antérieures ont une forme un peu diffé-

rente de celle des quatre postérieures : elles sont plus ovales. Elles en diffèrent aussi en ce qu'elles contiennent généralement plusieurs petites, ou deux ou trois plus grandes, ou une seule concrétion très grande de carbonate de chaux, allant jusqu'à 1 millimètre 1/2 de diamètre. Les grosses concrétions sont rondes ou ovales et presque polies extérieurement ; leur structure est plus ou moins cristalline. On ne peut se figurer comment elles s'échappent des glandes, mais le fait est qu'on les trouve souvent dans le gésier, les intestins et les déjections des vers.

Les concrétions sont formées par la chaux contenue dans les cellules calcifères libres qui tapissent les lamelles. A mesure que les petites concrétions augmentent de volume, elles arrivent en contact et s'unissent, englobant ainsi les lamelles désormais sans fonction ; on peut suivre de cette manière la formation des concrétions plus grosses. Cette opération, on ignore absolument pourquoi, prend régulièrement place dans les deux glandes antérieures et rarement dans les quatre postérieures. Norton dit que ces glandes disparaissent en hiver et j'en ai vu quelques exemples.

En ce qui concerne la fonction des glandes calcifères, il est probable qu'elles servent principalement d'organes de sécrétion et secondairement qu'elles assistent la digestion. Les vers consomment beaucoup de feuilles tombées et l'on sait que la chaux s'accumule dans les feuilles dans une proportion qui va, pour certaines espèces, jusqu'à 72 pour 100. Les glandes calcifères sont faites pour débarrasser les vers de l'excès de cette matière. D'autre part les feuilles, pendant leur décomposition, engendrent en abondance différentes espèces d'acides groupés sous le nom d'acides de l'humus, agissant fortement sur le carbonate de chaux. Chez les vers, qui se nourrissent de ces feuilles, le contenu des intestins est acide et la matière évacuée, les déjections le sont également. Il semble probable que les innombrables cellules calcifères, versées par les quatre glandes postérieures dans le canal alimentaire, servent à neutraliser plus ou moins les acides engendrés par les feuilles à demi pourries. Elles peuvent aussi aider, comme le prétend Gaperède, à la trituration de la nourriture ; mais je suis d'avis, avec Perrier, que ce n'est là qu'un usage secondaire, ce but étant déjà atteint par les pierres qu'on trouve généralement dans le gésier et les intestins des vers.

Les vers saisissent les feuilles et les autres objets, non seulement pour s'en servir comme nourriture, mais pour boucher l'orifice de leurs trous ; c'est là un de leurs plus forts instincts. Ils tirent aussi dans leurs trous des feuilles et des pétales de beaucoup d'espèces, quelques pédoncules de fleurs, des brindilles décomposées, des morceaux de papier, des plumes, des flocons de laine, des crins de chevaux. Beaucoup de ces objets ne sont pas rongés par eux.

La feuille, ainsi entraînée à une petite profondeur dans un trou cylindrique, est nécessairement fort repliée et froissée. Quand une nouvelle feuille est tirée, c'est extérieurement à la première et toutes finissent par ne plus faire qu'un corps. Les vers remplissent les interstices entre les feuilles avec la

terre visqueuse et humide qu'ils rejettent et de cette façon l'orifice des trous est entièrement bouché.

A défaut de feuilles, de pétales, etc., ils protègent souvent l'orifice de leur trou à l'aide de petites tas de pierres qu'ils tirent par suction. L'avantage qu'ils ont à remplir ainsi leurs trous ou à les recouvrir de feuilles est douteux ; ils n'agissent pas ainsi quand ils rejettent beaucoup de terre, car alors leurs déjections leur servent à recouvrir l'orifice. On peut supposer que le bouchage sert à empêcher l'irruption de l'eau dans les trous, à dérober ceux-ci à la vue des scolopendres, à permettre aux vers de tenir impunément la tête au niveau du sol, enfin, et c'est mon opinion, à s'opposer à l'entrée de la couche d'air inférieure, refroidie par la radiation de la nuit.

*Intelligence déployée dans le bouchage des trous.* — Le tableau ci-dessous résume les nombreuses observations que j'ai recueillies sur la manière dont les vers tirent différentes espèces d'objets dans l'orifice de leurs trous. Les chiffres donnent la proportion pour cent.

NATURE DE L'OBJET.	TIRÉS		
	DANS LES TROUS PAR LE MÔMENT.	PAR LA MAIN.	PAR LA MAIN.
Feuilles de différentes espèces . . . . .	80,2	11	9,8
Feuilles de tilleul, à base large et sommet pointu . . . . .	79,9	17	4,0
Feuilles d'un labrador, à base sans étroit et parties plus étroites que le sommet . . . . .	63,0	30	37,0
Feuilles de rhubarbe, à base souvent plus étroite que le sommet . . . . .	31,0	*	95,0
Feuilles de pin, consistant en deux aiguilles, s'écartant d'une base commune . . . . .	*	*	100,0
Pétales d'une rhinocéros, un peu pointus au sommet, décomposés à la base . . . . .	75,0	*	24,0
Feuilles de fêve, dont la base épaisse sert souvent de nourriture . . . . .	66,5	*	61,5
Feuilles de schisme, extrêmement minces, sautant vers le sommet et courbant peu au bouchage des trous . . . . .	61,0	*	27,0
Triangles de papier de deux formes (larges et étroits) . . . . .	60,0	15	55,0
Triangles de papier, larges . . . . .	50,0	25	15,0
Triangles de papier, étroits . . . . .	55,0	14	21,0

Si nous considérons ces différents cas, nous pouvons difficilement échapper à la conclusion que les vers montrent un certain degré d'intelligence dans leur manière de boucher les trous.

Chaque objet particulier est saisi d'une manière trop uniforme et pour des causes que nous comprenons généralement, pour que ce résultat soit attribué au simple hasard. Si quelques objets ont été tirés par le bout le plus large, c'est probablement parce que dans certains cas le travail était moindre. Sans doute les vers sont conduits par l'instinct à boucher leurs trous, et on aurait pu s'attendre à ce qu'ils fussent amenés par l'instinct à la meilleure façon d'agir dans chaque cas particulier, indépendamment de l'intelli-

gence. Nous voyons combien il est difficile de juger si l'intelligence entre en jeu, car on peut parfois penser que les plantes même sont dirigées ainsi; par exemple, lorsque des feuilles détachées dirigent de nouveau leurs surfaces supérieures vers la lumière par des mouvements extrêmement compliqués et par le plus court chemin.

Avec les animaux, des actions qui semblent dues à l'intelligence peuvent être accomplies grâce à des habitudes héréditaires sans intelligence, quoique acquises à l'origine par celle-ci. L'habitude peut aussi avoir été acquise par la conservation et la transmission des variations progressives de quelque autre habitude, et dans ce cas, l'habitude nouvelle aura été acquise indépendamment de l'intelligence dans tout le cours de son développement.

Il n'y a pas d'improbabilité *a priori* que les vers aient acquis des instincts spéciaux par l'un ou l'autre de ces deux moyens. Néanmoins il est incroyable que des instincts se soient développés concernant des objets, tels que les feuilles et les pétioles de plantes étrangères, absolument inconnus des ascendants des vers qui agissent de la manière indiquée. Leurs actions d'ailleurs ne sont pas si invariables, si inevitables que le sont la plupart des instincts véritables.

Comme les vers ne sont pas guidés par des instincts spéciaux dans chaque cas particulier, bien que possédant un instinct général pour boucher leurs trous, comme d'un autre côté le hasard est écarté, la conclusion la plus probable semble être qu'ils essayent de plusieurs manières différentes de tirer les objets et qu'ils y réussissent enfin d'une manière ou de l'autre. Mais il est surprenant qu'un animal aussi bas placé dans l'échelle qu'un ver ait la capacité d'agir de cette façon, alors que beaucoup d'animaux plus élevés ne la possèdent pas.

M. Romanes, qui a spécialement étudié l'esprit des animaux, croit que nous ne pouvons strictement supposer l'intelligence qu'en voyant un individu profiter de sa propre expérience. Or, si les vers essayent de tirer les objets dans leurs trous, d'une façon d'abord et puis d'une autre, jusqu'à ce qu'enfin ils réussissent, ils profitent, au moins dans chaque cas particulier, de l'expérience. D'autre part, j'ai acquis la conviction qu'habituellement les vers n'essayent pas de tirer les objets de beaucoup de façons différentes, ce qui semble indiquer qu'au lieu de se mettre à l'œuvre, ils doivent acquérir quelque notion de la forme générale de l'objet, probablement en le touchant en beaucoup d'endroits avec l'extrémité antérieure de leur corps, qui leur sert d'organe tactile. S'il en est ainsi, s'ils possèdent la faculté, si rudimentaire qu'elle soit, d'acquérir quelque notion de la forme d'un objet et de celle de leur trou, ils méritent d'être appelés intelligents, car ils agissent à peu près de la même manière que le ferait un homme dans des circonstances semblables.

Cette conclusion paraîtra peu probable à chacun, mais on peut douter que nous connaissions assez le système nerveux des animaux inférieurs pour justifier notre défiance à cet égard.

*Manière dont les vers creusent leurs trous.* — Le creusement a lieu de deux manières : en écartant la terre dans

tous les sens et en l'avalant. Dans le premier cas, le ver introduit l'extrémité antérieure de son corps, allongée et amincie, dans quelque petite crevasse, et alors, comme le remarque Perrier, le pharynx est poussé en avant dans cette partie, qui se gonfle en conséquence et écarte la terre de toute part.

Ce moyen étant impraticable dans les terrains compacts, les vers sont obligés alors d'avalier la terre pour excaver leurs trous. Certains auteurs doutent qu'ils l'avalent jamais dans ce seul but; mais, comme on trouve de leurs déjections sur les sables les plus arides et les plus dépourvus de matière nutritive, il faut bien admettre l'existence du fait. D'un autre côté, il me semble certain qu'ils avalent une quantité de terre considérable, dans le but d'en extraire la matière nutritive qu'elle peut contenir. Si la terre était avalée alors seulement que les vers approfondissent leurs trous ou en font de nouveaux, les déjections ne seraient rejetées qu'accidentellement; or, en beaucoup d'endroits, on peut voir chaque matin des déjections fraîches et la quantité de terre rejetée du même trou, pendant plusieurs jours successifs, est considérable. Cependant les vers ne s'enfoncent pas à grande profondeur, excepté quand le temps est très sec ou intensément froid.

Les vers abondent parfois dans des endroits où ils ne peuvent que très rarement ou jamais obtenir des feuilles mortes ou fraîches; par exemple, sous le pavement des cours bien balayés où des feuilles ne tombent que rarement. Mon fils Horace en a trouvé jusque sous le pavement de pierre d'une cave extrêmement humide, où il est peu probable qu'ils aient jamais pu se procurer des feuilles.

Des exemples nombreux ne permettent guère de douter que les vers avalent la terre, non seulement pour faire leurs trous, mais aussi pour se nourrir. Hensen, cependant, conclut de ses analyses de l'humus que les vers ne pourraient probablement pas vivre de la terre végétale ordinaire, quoiqu'il admette qu'ils puissent se nourrir jusqu'à un certain point avec le terreau de feuilles. Cependant les vers devaient évidemment la viande crue, la graine et les vers morts et le terreau ordinaire ne peut manquer de contenir beaucoup d'œufs, de larves et de petites créatures mortes ou vivantes, des spores de plantes cryptogamiques et de micrococci, tels que ceux qui donnent naissance au salpêtre. Ces organismes divers, en même temps que quelque cellulose contenue dans les feuilles ou racines non entièrement décomposées, pourraient bien expliquer les grandes quantités de terreau avalées par les vers.

*Profondeur à laquelle les vers pénètrent; construction de leurs trous.* — Bien que les vers vivent d'ordinaire près de la surface, ils pénètrent cependant à une profondeur considérable pendant les sécheresses et les grands froids prolongés.

Les trous s'enfoncent perpendiculairement ou, plus souvent, un peu obliquement. On dit qu'ils bifurquent parfois, mais je ne l'ai jamais vu, si ce n'est dans les sols récemment remués et près de la surface. Ils sont généralement, et comme je le crois, invariablement, tapissés d'une couche mince de fine

terre foncée, rejetée par les vers, de sorte qu'ils doivent d'abord être creusés sur un diamètre un peu plus grand. Les parois des nouveaux trous sont souvent semées de petits globules de terre rejetée, encore molle et visqueuse, lesquels, semble-t-il, sont répandus de tous côtés par le ver tandis qu'il monte ou descend dans son trou. Le revêtement ainsi formé devient très compact et très uni quand il est presque sec, et s'adapte exactement au corps du ver. Les petites soles réfléchies qui se projettent par rangées sur tous les côtés du corps ont ainsi un excellent point d'appui, et le trou se peute parfaitement au mouvement rapide de l'animal. Le revêtement semble aussi renforcer les parois et peut-être empêcher-t-il le ver d'être écrasé. Les trous ne sont donc pas de simples excavations et peuvent plutôt être comparés à des tunnels revêtus de ciment.

L'office des trous, outre cela, est souvent tapissé de feuilles. Les vers restent souvent longtemps à l'entrée, apparemment pour chercher la chaleur, et la disposition en forme de panier des feuilles empêcherait leur corps de se trouver en contact direct avec la terre froide et humide.

Les trous qui s'enfoncent profondément dans le sol se terminent généralement, ou du moins souvent, par une petite excavation ou chambre, où, suivant Haffmeister, un ou plusieurs vers passent l'hiver roulés en boule. Le fond des trous est tapissé de petites pierres, avales sans doute, et qui doivent avoir pour but d'empêcher le contact avec le sol environnant; ce contact gênerait peut-être la respiration qui n'a lieu que par la peau.

Le ver, après avoir avalé de la terre, soit pour faire son trou, soit pour s'en nourrir, gagne bientôt la surface pour vider son corps. La terre rejetée est entièrement mélangée aux sécrétions intestinales, qui la rendent visqueuse. En séchant elle devient dure. Quand la terre est très liquide, elle est rejetée par petites saignées, et quand elle ne l'est pas autant, par un mouvement peristaltique lent. Elle n'est pas rejetée indifféremment d'un côté ou de l'autre, mais avec un certain soin, d'abord d'un côté et puis de l'autre, la queue faisant presque l'office de truelle. Aussitôt qu'un petit tas est formé, le ver s'élève, apparemment dans l'intérêt de sa sûreté, de projeter sa queue au dehors et la matière terreuse est poussée au travers de la masse molle déjà déposée. L'office du même trou sert à cette fin pendant un temps considérable et les déjections, dans certains cas, forment des anses volumineuses en forme de tour.

Les vers ne rejettent pas toujours leurs déjections à la surface du sol; ils les déposent parfois dans quelque cavité, sous des pierres, ou dans leurs propres trous abandonnés, mais seulement près de la surface et dans les terrains fraîchement remués.

*Distribution des vers.* — Les vers de terre se rencontrent dans toutes les parties du monde et quelques genres sont répandus sur une zone immense. Ils habitent les îles les plus isolées, abondent en Islande et ont été reconnus dans les Indes occidentales, à Sainte-Hélène, à Madagascar, à la Nouvelle-Calédonie et à Taïti. On ignore absolument comment ils atteignent ces îles. Ils sont aisément tués par l'eau salée et

il ne semble pas probable que des jeunes vers, ou leurs œufs, puissent être transportés dans la terre adhérent aux pattes ou au bec des oiseaux terrestres. La terre de Ketchikan, où Ray Lankester les a rencontrés, n'est d'ailleurs habitée en ce moment par aucun oiseau de terre.

Comme nous nous occupons surtout ici de la terre rejetée par les vers, j'ai prélevé quelques faits sur ce sujet en ce qui concerne les contrées élaigées. Les vers rejettent des déjections en abondance aux États-Unis, dans le Venezuela, et même dans le climat sec de la Nouvelle-Galles du Sud. Au Bengale, sous un climat chaud et humide, les déjections abondent presque partout, dans les jungles comme sur les terrains ouverts. Quand l'eau se retire des rizières, toute la surface est couverte de déjections ressemblant à des tours, avec un passage au centre.

Tous les renseignements que j'ai pu me procurer à cet égard montrent que les vers exécutent un travail considérable, en amenant de la terre fine à la surface dans la plupart des contrées du monde, sinon dans toutes, et sous les climats les plus différents.

### II.

#### QUANTITÉ DE TERRE FINE AMENÉE PAR LES VERS À LA SURFACE.

Notre but principal, en nous livrant à ces recherches, était d'apprécier la quantité de terre qui est amenée par les vers à la surface et est ensuite dispersée plus ou moins complètement par la pluie ou le vent. On peut y arriver par deux méthodes; en mesurant la vitesse avec laquelle des objets laissés à la surface sont enterrés, et plus exactement en pesant la quantité aperçue dans un temps donné.

Voici les résultats de quelques observations.

Près de Moor Hall, dans le Staffordshire, une couche d'une épaisseur moyenne de 0,22 pouce a été annuellement apportée par les vers et tendue sur la surface du champ observé.

Dans un autre champ, la couche annuelle est de 0,21 pouce. L'épaisseur de la couche varie naturellement beaucoup avec la nature du sol et les conditions plus ou moins favorables où se trouvent les vers. L'action de ceux-ci est assez puissante pour transformer absolument l'aspect des champs les plus arides. Les pierres, même d'un volume considérable, s'enfoncent peu à peu dans le sol, grâce à l'affaissement des trous pratiqués au-dessous d'elles et à l'enfouissement produit par les déjections accumulées à leurs côtés.

Hensen a calculé que dans un espace mesuré il devait exister 123 000 vers vivants par hectare, ou 52 767 par acre. Ce dernier poids de vers pèserait 356 livres en pesant un gramme pour poids moyen d'un ver. D'après le même auteur, la terre rejetée par chaque vers ne serait que d'un demi-gramme par jour. Ce chiffre nous paraît beaucoup trop faible, en égard au poids des déjections recueillies à l'orifice d'un seul trou. Ce poids va parfois jusqu'à près de 4 onces. Le docteur King a tiré des vers de Nice que les déjections en forme de tour, produites en un an sur un acre, pesaient 14, 56 tonnes.

Une dame, sur l'exactitude de laquelle je puis implicitement compter, m'offrit de recueillir pendant un an toutes les déjections rejetées sur deux grands carrés séparés, près de Leith Hill Place, dans le Surrey. La quantité recueillie fut cependant quelque peu moindre que celle rejetée à l'origine par les vers, car une bonne partie de la terre la plus fine est délayée et emportée toutes les fois que des déjections sont rejetées pendant ou peu après une pluie abondante. De petites portions adhéraient aussi aux brins d'herbe voisins, et il fallait trop de temps pour détacher chacun d'eux. Sur un sol sableux, comme dans le présent exemple, les déjections sont sujettes à s'émettre après un temps sec et des particules furent souvent perdues de la sorte. La dame fut absente occasionnellement pour une semaine ou deux, et pendant ce temps les déjections doivent avoir subi une perte encore plus grande par leur exposition aux intempéries. Ces pertes furent cependant compensées jusqu'à un certain point, car on recueillit les déjections pendant quatre jours de plus que l'année sur un carré; et pendant deux sur l'autre.

Le 9 octobre 1879, un espace fut choisi sur une large terrasse couverte de gazon, qui avait été fauchée et ratissée pendant plusieurs années. Cette terrasse faisait face au sud et était ombragée par des arbres pendant une partie du jour. Elle avait été fermée, un siècle au moins auparavant, par une grande accumulation de fragments de grès, petits et gros, mélangés à de la terre sablonneuse et tassés de niveau. Il est probable qu'elle fut d'abord protégée en se couvrant de gazon. Cette terrasse, à en juger d'après le nombre des déjections, n'était pas très favorable à l'existence des vers, en comparaison des champs voisins et d'une terrasse supérieure. Il était même surprenant qu'autant de vers qu'on en voyait passent y vivre, car en creusant un trou dans cette terrasse, la terre végétale noire, avec le gazon, n'avait que quatre pouces d'épaisseur et reposait sur une surface unie de sel sableux légèrement coloré, avec de nombreux fragments de grès. Avant qu'aucune déjection fût recueillie, toutes celles qui existaient précédemment furent soigneusement enlevées. Le dernier enlèvement eut lieu le 14 octobre 1871. Les déjections furent alors bien séchées devant un feu; elles pesaient exactement 3 livres et demie, ce qui donnerait, pour un acre de terre semblable, 7,56 tonnes de terre sèche annuellement rejetée par les vers.

Le second carré fut marqué sur une vaine pâture non clôturée, à une hauteur d'environ 700 pieds au-dessus de la mer, située à peu de distance de Leith Hill Tower. La surface était couverte d'un gazon court et fin et n'avait jamais été troublée par le main de l'homme. Le lieu choisi ne semblait pas particulièrement favorable ou défavorable aux vers; mais j'ai souvent remarqué que les déjections sont spécialement abondantes sur les vaines pâtures, ce qui peut s'attribuer peut-être à la pauvreté du sol. La terre végétale avait ici entre trois et quatre pouces d'épaisseur. Comme cet endroit était à quelque distance de l'habitation de la dame, les déjections ne furent pas recueillies à des intervalles aussi rapprochés que celles de la terrasse et la perte de fines terre pendant les temps pluvieux doit avoir été plus grande que

dans le premier cas. De plus, les déjections étaient plus sèches et en les recueillant pendant les temps secs, elles tombaient parfois en poussière, ce qui en fit perdre beaucoup. Il est donc certain que les vers amènent à la surface beaucoup plus de terre qu'on n'en recueillait. La dernière levée fut faite le 27 octobre 1871, c'est-à-dire 267 jours après que le carré eut été marqué et débarrassé de toutes les déjections précipitantes. Les déjections recueillies, après avoir été bien séchées, pesaient 7,45 livres, ce qui donnerait, pour un acre de la même espèce de terrain, 14,1 tonnes de terre sèche rejetée annuellement.

Les vers vivent principalement dans le terrain superficiel qui a d'ordinaire de 4 à 16 et même 12 pouces d'épaisseur, et c'est ce terrain qui passe périodiquement par leur corps et est amené à la surface. Les vers, cependant, pénètrent parfois dans le sol à une profondeur beaucoup plus grande, et ils ramènent alors la terre de cette profondeur; cette opération a lieu depuis des périodes d'années innombrables. La couche superficielle de terrain fléatit donc par atteintes, quoique avec une lenteur de plus en plus grande, une épaisseur égale à la profondeur où pénètrent les vers, si d'autres influences opposées n'étaient à l'œuvre et n'emportaient à un niveau plus bas une partie de la terre fine amenée continuellement à la surface. Le sol s'accroît pourtant réellement, quoique à un faible degré, par l'opération des vers; mais leur besogne principale est de séparer les particules plus fines des plus grosses, de mélanger le tout à des débris végétaux et de le saturer de leurs sécrétions intestinales.

Quand on considère l'enfouissement des petits objets et l'affaissement des grandes pierres laissées à la surface, le grand nombre de vers qui vivent dans une étendue de terrain modérée, le poids des déjections rejetées par l'orifice d'un seul trou, le poids de toutes les déjections rejetées dans un temps connu sur un espace mesuré, on ne peut douter que les vers ne jouent un rôle important dans la nature.

### III.

#### DE RÉF. JONÉ PAR LES VERS DANS L'ENFOUISSEMENT DES ANCIENNES CONSTRUCTIONS.

Les archéologues ignorent probablement combien ils doivent aux vers pour la conservation de beaucoup d'objets anciens. Les pièces, les ornements d'or, les instruments de pierre, etc., laissés à la surface du sol, seraient infailliblement recouverts en peu d'années par les déjections des vers et seront de la sorte sûrement préservés jusqu'à un moment où, à quelque époque future, la terre sera retournée. Les objets isolés ne sont pas seuls dans ce cas; le pavement et les restes de beaucoup d'anciennes constructions, en Angleterre ont été si bien recouverts, en grande partie par l'action des vers, qu'il a fallu dans ces derniers temps différents hasards pour les découvrir.

Nous ne parlons par ici des énormes couches de décombre, de plusieurs mètres d'épaisseur, sur lesquelles reposent beaucoup de villes, telles que Rome, Paris et Londres, et

dont les plus basses ont une grande antiquité; celles-là ne sont en aucune façon l'œuvre des vers. Si nous considérons la quantité de matière apportée chaque jour dans une grande ville pour la construction des maisons, le chauffage, le vêtement et la nourriture, et la quantité relativement faible qu'on en emportait autrefois, alors que les routes étaient mauvaises et que l'enlèvement des bones ne se faisait guère, nous serons de l'avis d'Élie de Beaumont qui disait à ce propos : « Pour une voiture de matériaux qui en sort, on y en fait entrer cent. » Nous ne pouvons négliger non plus les effets du feu, la démolition des vieux bâtiments et le transport des décombres dans l'espace libre le plus proche.

*Abbaye de Beaulieu, Hampshire.* — Cette abbaye fut détruite par Henri VIII et il n'en reste aujourd'hui qu'une portion du mur de la petite nef du sud. On croit que le roi fit enlever la plus grande partie des pierres pour bâtir un château; il est certain en tout cas qu'elles ont été enlevées. La position du transept fut reconnue il y a peu de temps, grâce à la découverte des fondations, et la place en est aujourd'hui marquée par des pierres plantées dans le sol. A l'endroit où s'élevait autrefois l'abbaye, s'étend aujourd'hui une surface recouverte d'un gazon serré qui ressemble sous tous les rapports au reste du champ. Le gardien, un vieillard très avancé en âge, affirme que la surface n'a jamais été nivelée de son temps. En 1853, le duc de Buccleuch fit creuser trois trous dans le gazon, à quelques mètres l'un de l'autre et à l'extrémité occidentale de la nef; l'ancien pavement en maçonnerie de l'abbaye fut ainsi découvert. Ces trous furent plus tard entourés d'une maçonnerie et protégés par des trappes afin de préserver le pavement et de l'examiner au besoin rapidement. Lorsque mon fils William observa l'endroit, le 5 janvier 1872, il trouva que le pavement, dans les trois trous, se trouvait à des profondeurs de 6 3/4, 10 et 11 1/2 pouces au-dessous de la surface voisine, couverte de gazon. Le vieux gardien l'assura qu'il était souvent forcé d'enlever des déjections de vers du pavement et qu'il l'avait fait six mois auparavant. Mon fils réunit toutes celles de l'un des trous dont la surface était de 5,32 pieds carrés; elles pesaient 7,97 onces. En supposant que cette quantité se fut accumulée en six mois, l'accumulation en un an, sur un yard carré 91 cent, cub., est de 1.68 livre. Ce chiffre, quoique considérable, n'est que peu de chose relativement à ce qui est souvent rejeté dans les champs et les pâturages. Quand je visitai l'abbaye, le 22 juin 1877, le vieillard me dit qu'il avait nettoyé les trois environ un mois auparavant; mais une bonne quantité de déjections avait été rejetée depuis. J'ai quelque soupçon qu'il s'imaginait balayer les pavements plus souvent qu'il ne le faisait en réalité, car les conditions, sous plusieurs rapports, étaient très défavorables à l'accumulation d'une quantité, même modérée, de déjections. Les carreaux, assez larges, avaient 5 1/2 pouces carrés, et le mortier qui les réunissait était intact en beaucoup d'endroits, de sorte que les vers ne pouvaient ramener la terre du dessous qu'en certains points. Les carreaux reposaient sur un lit de ciment et les déjections consistaient, pour une bonne part (dans la

proportion de 19 à 20), en particules de mortier, en grains de sable, en petits fragments de roche, de brique ou de carreaux; de telles substances ne pouvaient guère être agréables et encore moins nutritives pour les vers.

Mon fils creusa des trous en plusieurs endroits à l'intérieur des anciens murs de l'abbaye, à une distance de plusieurs yards des carreaux maçonnés décrits ci-dessus. Il ne trouva pas de carreaux, bien qu'on sache qu'il en existe ailleurs, mais il arriva, dans un des trous, au béton sur lequel les carreaux avaient reposé autrefois. Le terreau fin, au-dessous du gazon, sur les parois des trous, variait en épaisseur de 2 à 2 3/4 pouces et reposait sur une couche de 8 3/4 à 11 pouces d'épaisseur, formée de fragments de mortier et de débris de pierre, avec des interstices remplis d'un terreau noir compact. Dans le champ voisin, à une distance de 20 yards de l'abbaye, la fine terre végétale avait 11 pouces d'épaisseur.

Nous pouvons conclure de ces faits qu'au moment où l'abbaye fut détruite et les pierres enlevées, une couche de décombres fut balayée sur toute la surface, et qu'ensuite que les vers purent traverser le ciment décomposé et pénétrer entre les carreaux, ils remplirent lentement les interstices des décombres supérieurs avec leurs déjections, qui s'accumulèrent plus tard sur toute la surface avec une épaisseur de près de 3 pouces. Si nous ajoutons à cette dernière quantité le terreau qui se trouve entre les fragments de pierres, nous trouvons que 5 ou 6 pouces de terreau ont dû être apportés de dessous la brique et les carreaux. Ceux-ci se sont donc affaissés à peu près de cette quantité. La base des colonnes des bas-côtés est aujourd'hui enterrée sous le gazon et le terreau. Il n'est pas probable qu'elles aient été minées par les vers, car leurs fondements ont sans doute été posés à une profondeur considérable. Si elles ne se sont pas affaissées, les pierres dont les colonnes étaient construites ont dû être enlevées à un niveau plus bas que l'ancien pavement.

Beaucoup d'observations minutieuses et prolongées m'ont convaincu que les vers ont joué un rôle considérable dans le recouvrement et la disparition des anciennes constructions romaines ou autres en Angleterre, mais il n'y a pas de doute que la dénudation du sol sur les terres voisines plus élevées et le dépôt de poissière n'aient également aidé largement l'œuvre du recouvrement. La poissière a pu s'accumuler partout où d'anciens murs renversés s'élevaient un peu au-dessus de la surface alors existante et fournissaient ainsi quelque abri. Le pavement des salles, des halls et des corridors anciens s'est généralement affaissé, en partie à cause du tassement du sol, mais principalement à cause du travail souterrain des vers, et l'affaissement a communément été plus grand au milieu que près des murs. Les murs eux-mêmes, chaque fois que leurs fondements ne se trouvent pas à une grande profondeur, ont été pénétrés et minés par les vers et se sont affaissés en conséquence. L'affaissement indéfini ainsi causé explique probablement les grandes fissures qu'on peut voir dans beaucoup de murs anciens, aussi bien que leur inclinaison sur la perpendiculaire.

## IV.

## L'ACTION DES VERS DANS LA GÉNÉRATION DE LA TERRE.

Personne ne doute qu'autrefois notre monde fut composé de roches cristallines et que c'est à leur désintégration sous l'action de l'air, de l'eau, des changements de température, des cours d'eau, des vagues de la mer, des tremblements de terre et des éruptions volcaniques que nous devons nos formations sédimentaires; celles-ci, solidifiées et parfois recristallisées, ont souvent été de nouveau désintégrées. On entend par désintégration le transport de cette matière désintégrée à un niveau inférieur.

Dans toutes les contrées humides, même modérément, les vers aident l'œuvre de la désintégration de plusieurs manières. La terre végétale a tout entière passé plusieurs fois par leur corps. Cette terre ne diffère du sous-sol que par sa couleur foncée et l'absence de fragments de pierre — quand ceux-ci sont présents dans le sous-sol — plus gros que ceux qui peuvent passer par le canal alimentaire d'un ver. La couleur foncée du terrain est due évidemment à la présence de matières organiques décomposées, quoiqu'en faible proportion cependant; dans les pâturages les plus anciens il n'y a pas grand excès de cette matière, malgré la décomposition continue des racines et des tiges souterraines et l'addition éventuelle de fumier. Sa disparition est due sans doute en grande partie à ses élévations répétées à la surface dans les déjections des vers.

Les vers, d'un autre côté, ajoutent largement à la matière organique du sol par le nombre étonnant de feuilles à demi décomposées qu'ils tirent dans leurs trous, à une profondeur de deux à trois pouces. Cette opération donne à la terre végétale sa couleur foncée uniforme.

Les différents acides de l'humus, qui semblent, comme nous l'avons vu, être engendrés dans le corps des vers pendant l'opération de la digestion, et leurs sels acides, jouent un rôle important dans la désintégration des différentes espèces de roches. La combinaison d'un acide et d'une base est beaucoup facilitée par l'agitation; cette condition est parfaitement réalisée pour les particules de pierre et de terre dans les intestins des vers, pendant la déjection, et il faut se rappeler que la masse entière du terrain d'un champ passe en peu d'années par leurs canaux alimentaires. La matière désintégrée vient ainsi s'ajouter sans cesse au sol déjà formé.

Comme les vers tapissent leurs trous avec leurs déjections et que ces trous pénètrent à une profondeur qui dépasse parfois 6 pieds, une petite quantité des acides de l'humus agit sur les roches sous-jacentes. L'épaisseur du sol tend ainsi, lentement, mais continuellement, à s'accroître; mais à un moment donné l'accumulation même arrête la désintégration des roches. En effet, les acides de l'humus sont surtout engendrés dans la couche supérieure de terre végétale et comme ils sont très instables, ils sont sujets à se décomposer avant d'atteindre une grande profondeur. De plus, une couche épaisse de sol empêche l'action du froid et le libre accès de l'air.

Non seulement les vers aident indirectement à la décomposition chimique des roches, mais il y a de bonnes raisons de croire qu'ils agissent de même d'une manière directe et mécanique sur les particules plus petites, qui subissent dans le gélér une trituration et une usure grâce auxquelles elles se réduisent en poudre fine. Cette trituration est plus importante au point de vue géologique qu'il ne le semble au premier abord, car M. Sorby a clairement montré que les moyens ordinaires de désintégration, c'est-à-dire l'eau courante et les vagues de la mer, agissent avec d'autant moins de force sur les fragments de roche que ceux-ci sont plus petits. N'oublions pas non plus, en considérant la force que les vers exercent en triturant les particules de roches, qu'il est suffisamment prouvé que sur chaque acre de terre suffisamment humide, et pas trop sablonneuse ou rocheuse pour que les vers puissent s'y établir, un poids de plus de dix tonnes de terre passe annuellement par leur corps et est apporté à la surface. Le résultat, pour un pays de la grandeur de la Grande-Bretagne et pour une période modérément longue dans le sens géologique, telle qu'un million d'années, ne peut être insignifiant. Les dix tonnes de terre doivent être multipliées d'abord par le nombre d'années ci-dessus, et puis par le nombre d'acres abondamment fournis de vers. En Angleterre et en Écosse, la terre cultivée et favorable à leur existence a été estimée au delà de 32 millions d'acres. Le produit est de 320 millions de tonnes de terre.

En étudiant la désintégration aérienne, il m'a longtemps semblé, comme aux autres, qu'une surface de niveau, ou très légèrement inclinée, couverte de gazon, ne pouvait subir aucune perte, même pendant un long laps de temps. L'action des vers cependant rend la chose possible. Les déjections nombreuses rejetées pendant la pluie ou peu de temps avant une pluie abondante, parcourent une courte distance sur une surface inclinée. De plus, une grande partie de la terre, finement pulvérisée, se délaye complètement. Pendant un temps sec, les déjections se divisent en petites boules qui roulent souvent par leur poids le long des pentes. Cela doit surtout arriver quand elles sont poussées par le vent ou heurtées par un animal, si petit qu'il soit. Un vent fort chasse d'ailleurs toutes les déjections devant lui, même sur un champ de niveau, pendant qu'elles sont molles; il en est de même pour les boulettes quand elles sont sèches. Si le vent souffle dans la direction d'une surface inclinée, la descente des déjections est beaucoup aidée.

Les déjections, quand elles viennent d'être rejetées, sont visqueuses et molles; pendant la pluie, au moment où les vers semblent les rejeter de préférence, elles sont encore plus molles, ce qui m'a fait penser quelquefois que les vers devaient alors avaler beaucoup d'eau. Quoiqu'il en soit, la pluie, même quand elle n'est pas très forte, rend, si elle dure longtemps, les déjections récentes à demi fluides; sur un terrain de niveau, elles s'étendent alors en disques minces, circulaires et plats, exactement comme le ferait du miel ou du mortier très mou, en perdant toute trace de leur structure vermiforme.

Mon fils Georges a recherché la quantité de terre rejetée

qui coulait annuellement sur une pente moyenne de 9° 26'; il a trouvé que le tiers de la quantité totale amenée à la surface descendait d'un pouce le long de la pente. En rapprochant cette donnée du poids de terre amené à la surface, on trouve que sept livres parcourent annuellement une ligne de cent yards de longueur sur une pente ayant l'inclinaison ci-dessus. Cette quantité est faible, mais nous devons songer que de nombreuses vallées découpent la plupart des pays, et que de la terre descend nécessairement le long de leurs versants. Pour chaque cent yards de longueur de vallée avec la pente indiquée plus haut, 488 pouces cubiques de terre humide, pesant au delà de 23 livres, atteindraient annuellement le fond où s'accumulera dans le cours des siècles un lit épais d'alluvion.

## V.

## CONCLUSION.

Les vers ont joué dans l'histoire du monde un rôle plus important que ne le supposent au premier abord la plupart des gens. Dans presque tous les pays humides, ils sont extraordinairement nombreux et possèdent, eu égard à leur grosseur, une grande force musculaire. Dans plusieurs parties de l'Angleterre, un poids de plus de dix tonnes (19 516 kilogrammes) de terre sèche passe annuellement par leur corps et est amené à la surface sur chaque acre de terre, de sorte que toute la couche superficielle de terre végétale passe par leur corps dans le cours de peu d'années. Grâce à l'affaiblissement des anciens trous, le terrain exécute un mouvement lent, mais constant, et les particules qui le composent sont ainsi frottées l'une contre l'autre. Par ces moyens, de nouvelles surfaces sont continuellement exposées à l'action de l'acide carbonique dans le sol et des acides de l'humus qui semblent agir plus énergiquement encore dans la décomposition des roches. La production des acides de l'humus est probablement activée pendant la digestion des nombreuses feuilles à demi décomposées que consomment les vers. Ainsi les particules de terre, formant le terrain superficiel, sont soumises à des conditions éminemment favorables à leur décomposition et à leur désintégration. De plus, les particules des roches plus tendres éprouvent un certain degré de trituration mécanique dans la gélér musculaire des vers, dans lequel de petites pierres agissent à la façon des meules.

Les déjections finement pulvérisées, quand elles sont amenées à la surface dans un état d'humidité, s'écoulent, par les temps pluvieux, le long de toutes les pentes modérées; les particules plus petites sont entraînées très loin par les eaux même, sur une surface doucement inclinée. Les déjections, quand elles sont sèches, s'émoussent souvent en petits grains arrondis qui peuvent rouler le long de toutes les surfaces en pente.

Lorsque le terrain est tout à fait de niveau et couvert d'herbages, lorsque le climat est humide et que le vent ne peut soulever que peu de poussière, il semble à première vue impossible qu'il puisse y avoir aucune dénudation

aérienne. Cependant les déjections de vers sont emportées dans une direction uniforme, surtout quand elles sont humides et visqueuses, par les vents dominants qui sont accompagnés de pluie. Ces différentes causes s'opposent à ce que le terrain superficiel s'accumule sur une grande épaisseur, et une couche épaisse de terrain arrête de plusieurs façons la désintégration des roches et des fragments de roches sous-jacentes.

Le transport des déjections de vers, par les moyens ci-dessus, conduit à des résultats qui sont loin d'être insignifiants. On a vu qu'en beaucoup d'endroits, une couche de terre, de 4,2 pouces d'épaisseur, est amenée annuellement, par acra, à la surface; et si une petite portion de cette couche coule, roule, est charriée, même à courte distance, sur toutes les surfaces inclinées, ou qu'elle subisse à beaucoup de reprises l'action du vent dans une même direction, l'effet dans le cours des âges sera considérable. On a trouvé, par des mesures et le calcul, que, sur une surface possédant une inclinaison moyenne de 9° 26', 3,4 pouces cubiques de terre rejetée par les vers parcourraient une ligne horizontale d'un yard de longueur; de sorte que 289 pouces cubiques parcourent une ligne de 100 yards. Cette dernière masse, à l'état humide, pèserait 11 livres 1/2. De cette manière un poids considérable de terre descend continuellement le long des deux versants de chaque vallée et finira par en atteindre le fond. Finalement cette terre sera transportée par les cours d'eau des vallées dans l'Océan, le grand réceptacle de toute la matière provenant de la dénudation de la terre. On sait, par la quantité de sédiment déversée annuellement dans la mer par le Mississippi, que son énorme surface d'assèchement doit s'abaisser, en moyenne, de 4,9263 pouce par an, et cela suffirait pour qu'en quatre millions et demi d'années, toute la surface d'assèchement s'abaissât au niveau de la mer. Ainsi donc, si une faible fraction de la couche de terre fine, de 6,2 pouces d'épaisseur, que les vers amènent annuellement à la surface, est emportée au loin, il doit nécessairement en résulter de grands effets pendant une période qu'aucun géologue ne considère comme extrêmement longue.

Les archéologues doivent de la reconnaissance aux vers, qui protègent et conservent, pendant une période indéfiniment longue, tous les objets non susceptibles de se décomposer qui tombent à la surface de la terre, en les enterrant sous leurs déjections. C'est également de cette façon que beaucoup d'élegants pavements en mosaïque et d'autres restes anciens ont été préservés, quoique sans doute, dans ces différents cas, les vers aient été largement aidés par la terre appétée des champs voisins, spécialement des champs cultivés, par le vent ou l'eau. Les anciens pavements de mosaïque ont, cependant, souvent souffert d'un affaiblissement inégal, dû au travail souterrain inégal des vers. Les anciens murs massifs eux-mêmes peuvent être minés et s'affaïsser; aucune construction n'est à l'abri sous ce rapport, si les fondations ne se trouvent à six ou sept pieds de la surface, c'est-à-dire à une profondeur où les vers ne peuvent travailler. Il est probable que beaucoup de monolithes et cer-

leurs murs anciens se sont renversés parce qu'ils étaient minés par les vers.

Les vers préparent le sol d'une manière nouvelle pour la croissance des plantes à racines fibreuse et les semis de toute espèce. Ils exposent périodiquement le terrain à l'air et le laissent de telle sorte qu'il ne peut y entrer de pierres plus grosses que celles qu'ils peuvent avaler. Ils valent le tout justement, comme un jardinier qui prépare un sol fin pour ses plantes de choix. Ainsi travaillé, il est prêt à recevoir l'humidité et à absorber toutes les substances solubles, aussi bien qu'à l'expiration de la nitrification. Les moments d'assèchement, les parties dures des insectes, les coquilles des mollusques-terrestres, les feuilles, les brindilles, etc., sont tous entrés en peu de temps sous les déjections accumulées des vers, et sont ainsi amenés, dans un état de décomposition plus ou moins avancée, à portée des racines des plantes. Les vers tirent également dans leurs trous un nombre infini de feuilles mortes et d'autres débris de plantes, en partie pour boucher les trous, en partie comme nourriture.

Les feuilles qui servent à ce dernier usage, après avoir été déchirées en petits fragments, partiellement digérées et saturées avec les sèves riches en azote et en acides, sont mélangées à une grande quantité de terre. Cette terre forme l'humus riche et de couleur brune que recouvre presque partout la surface de la terre d'une couche ou couverture assez bien marquée. Vos Messrs plaça deux vers dans un vase de 18 pouces de diamètre, rempli de sable sur lequel on étendit des feuilles seches; celles-ci furent bientôt entrainées dans les trous jusqu'à une profondeur de 2 pouces. Après six semaines écoulées, une couche presque uniforme de sable d'un centimètre d'épaisseur, fut couverte en humus après avoir passé par les canaux alimentaires de ces deux vers. Quelques personnes croient que les trous de vers, qui pénètrent presque perpendiculairement le sol jusqu'à une profondeur de 5 ou 6 pieds, aident essentiellement à le drainer; il ne faut pas oublier toutefois que les déjections visqueuses accumulées sur l'orifice des trous empêchent en tout ou en partie l'introduction directe de l'eau de pluie dans ces trous. Ils laissent l'air pénétrer profondément dans le sol. Ils facilitent aussi beaucoup la pénétration des sucs de grande matière qui se nourrissent avec l'humus dont les trous sont revêtus. Beaucoup de graines doivent leur germination aux déjections qui les ont recouvertes; d'autres, entrées à une profondeur considérable sous les déjections accumulées, n'y restant jusqu'au moment où, découvertes par accident, elles se mettent à germer.

Les vers sont pour nous pourvus d'organes des sens, car on ne peut dire qu'ils soient; tout au plus peuvent-ils distinguer entre l'ombre et la lumière; ils sont complètement sourds et n'ont qu'un odorat très faible; le sens du toucher seul est bien développé. Ils ne peuvent donc apprendre que peu de choses du monde extérieur et il est surprenant qu'ils déploient quelque habileté en tapissant leurs trous de leurs déjections et de feuilles, et, dans le cas de quelques espèces, en bouchant avec leurs déjections des constructions en forme

de tours. Il est beaucoup plus surprenant encore qu'ils montrent apparemment un certain degré d'intelligence, au lieu d'une impulsion purement aveugle et instinctive, dans leur manière de boucher l'orifice de leurs trous. Ils agissent à peu près de la même façon qu'un homme qui aurait à former un tube cylindrique avec différentes espèces de feuilles, des papiers, des triangles de papier, etc., car ils saisissent commodément ces objets par leurs extrémités pointues. Pour les objets minces, cependant, un certain nombre sont tirés par leur bout le plus large. Ils n'agissent pas d'une même manière invariable dans tous les cas, comme le font la plupart des animaux inférieurs; ainsi ils ne tirent pas les feuilles par leur queue, à moins que la base du limbe ne soit aussi étroite ou plus étroite que le sommet.

Quand nous jetons les yeux sur un large espace couvert de gazon, nous devons nous rappeler que l'égalité de sa surface, dont sa beauté dépend en grande partie, est due surtout à ce que toutes ses irrégularités ont été lentement nivelées par les vers. Il est merveilleux de penser que toute la terre superficielle qui recouvre cet espace a passé et passera de nouveau, dans le cours de peu d'années, par le corps des vers. La charue est une des plus anciennes et des plus précieuses inventions de l'homme; mais longtemps avant qu'elle eût été inventée, la terre, en fait, était régulièrement labourée et elle continuait à être par les vers. On peut douter qu'il y ait beaucoup d'autres animaux qui aient joué, dans l'histoire du monde, un rôle aussi important que ces créatures d'organisation inférieure. Quelques autres animaux cependant, d'organisation plus basse encore, ont accompli un travail beaucoup plus remarquable en construisant des récifs et des îles incommensurables au sein des vastes océans; mais leur travail est presque confiné dans la zone tropicale.

CHARLES DARWIN.

(Traduit et révisé par HENRI GUYON.)

## CHIMIE

TRAVAUX DE CHIMIE

DE M. BEAUMELOU

### Les matières explosives (1).

II.

VOIES DES RÉACTIONS EXPLOSIVES.

§ 1. — Origine des réactions.

Il s'agit maintenant de définir la transformation chimique de la matière explosive, au double point de vue de son origine et de sa vitesse.

1. — Parlons d'abord de l'origine, c'est-à-dire des conditions qui déterminent le commencement de la réaction. Celle-

(1) Voy. le *Bulletin scientifique* du 7 novembre 1881, p. 106.