

**La formazione di terriccio per i vermi, con osservazioni
sulle abitudini di questi,**

(The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits)

di

CARLO DARWIN,

riassunto dal **Dr. R. F. Solla.**

„The plough is one of the most ancient and most valuable of man's inventions; but long before he existed the land was in fact regularly ploughed, and still continues to be thus ploughed by earth-worms.“

Darwin.

Dovendo tenere, per caso, sott'occhio alcuni mesi di continuo dei vermi in vasi di terra, Darwin dedicò infine ad essi maggior attenzione e preleggeva già nell'anno 1837 nella società geologica di Londra una nota „sulla formazione del terriccio“¹⁾, esponendo alcune idee sull'apparente interrimento di pezzi di scoria che giacevano dapprima sulla superficie di alcuni campi. Nonostante le obiezioni suscitategli contro da Wegdwood, D'Archiac e Fish, Darwin continuò ed ampliò i suoi studi e li raccolse nell'opera recente²⁾, sulla quale mi permetto di riferire per sommi capi, intendendo di render di pubblica ragione un altro campo d'indagine del sommo naturalista, tanto più, inquantochè, come egli stesso osserva, quest'argomento venne finora poco curato³⁾.

Precedono due capitoli circa le nozioni sulle abitudini dei lombrici, che vengono aumentate non inconsiderevolmente per nuove osservazioni fatte dall'autore. Questi vermi pluviali sono sparsi su tutta la terra, ma abitano specialmente i terreni coperti di erba, ai quali non manchi l'umido, anche se questi terreni si trovano a considerevoli altezze⁴⁾; all'incontro non troviamo segni di presenza di questi individui ai piedi di grandi alberi in un tempo dove le radici

assorbono tutta quanta l'umidità del terreno, mentre si rinvengono copiosi escrementi di lombrici sotto gli stessi quando attaccano le continue piogge autunnali. Privi dell'umidità essi non possono sussistere e si scavano, durante l'estate, sempre più profondi tubi al termine dei quali passano in uno stato letargico come nell'inverno quando il terreno è gelato: possono perdurare però anche mesi (Perrier) di continuo sotto acqua. La loro vita è eminentemente notturna, ma essi non abbandonano tanto di rado, come si credeva, i loro tubi, che anzi si scorge la fina sabbia su strade ghiaiose segnata, alla mattina dopo una pioggia caduta durante la notte, dei tratti percorsi da quelli su di essa; ma non sempre le orme rimaste riconducono allo stesso tubo donde partirono.

Questi vermi sono privi dell'organo della vista, nè sembrano di venir troppo offesi dalla luce se non in quanto che questa può cagionare calore, pel quale gli animali sono più sensibili, e precisamente nelle parti anteriori del loro corpo, là dove risiedono i gangli cerebrali. Qualora essi se ne stanno intenti a tirar foglie nei tubi od a divorarle, la loro sensazione non percepisce i raggi di luce nemmeno se cadono concentrati da una grande lente su di essi. Anche nella copulazione sono insensibili alla luce, cosicchè passano anche due ore fuori dei loro tubi esposti alla luce mattutina; Hoffmeister ritiene per contro che la luce disgiunga due individui accoppiati. Tanto, ritiene però Darwin, possiedono questi lombrici di sensazione da distinguere fra giorno e notte, e ciò pel loro bene poichè fuggono così le insidie dei tanti nemici (averla, merlo) che li estraggono senza remissione dai loro tubi quando, specialmente al mattino, il desiderio di calore li spinge sino alla bocca delle loro dimore sotterranee⁵).

Il senso dell'udito manca del tutto a questi esseri animali, ma se l'oscillazione dell'aria per suono qualunque è ad essi indifferente, non lo è così l'oscillazione del terreno sul quale si trovano. Due vermi, portati presso un pianoforte non si mossero, per quanto forte si suonasse, ma posti, coi loro vasi, sull'istrumento stesso, essi si ritirarono precipitosamente nei loro tubi, al toccare di un solo tasto, tanto nel basso come negli acuti⁶). — Molto sensibili sono dessi ad ogni agitar d'aria; il semplice alito li fa rintanare, e questo probabilmente a tutela della fina sensibilità posta nelle loro estremità anteriori, per la qual mercè essi descrivono, fissi colle loro code ancora nei tubi, colla loro metà superiore dei cerchi nell'aria, tastando la loro vicinanza.

Del senso dell'olfato non si può dire ch'esso non sia sviluppato, ma sembra adattato anzi all'economia dell'animale. I lombrici rimasero indifferenti agli odori di tabacco, di mille-fleurs, di paraffina ed in parte anche dell'acido acetico; ma essi seppero trovare i punti dove Darwin aveva sotterrato pezzetti di foglia di cavolo o di cipolla, subitochè il terreno che li ricopriva non era sodo di tanto, da non lasciar trapelare gli odori. Anzi questi vermi si lasciarono guidare sempre dall'odorato alla presenza dei bocconi più prediletti (sedani, carote) e scielsero fra diversi pezzi di vegetali, dei quali essi si pascono, nascosti nel terreno; lasciando divedere così che anche il loro gusto è sviluppato⁷).

E non soltanto le foglie, ma anche altre parti vegetali servono di nutrimento ai lombrici, e spesso questi assorbono anche cibi animali, prediligendo fra questi il grasso crudo e non disprezzando nemmeno i propri simili, se sono periti. Cibo più solito sono però le foglie di varie piante ch'essi tirano nell'interno dei loro tubi, col secondo intento, di otturarne gli orifizi.

Circa 1—3" (ingl.) nell'interno dei tubi, vengono ricoperte le foglie di un umore segregato dagli animali stessi, di natura alcalina⁸), che non facilita, come si riteneva, la decomposizione del tessuto fogliare⁹). Le foglie, più o meno fresche, deperiscono e si scolorano in breve, al contatto con questo umore segregato. In pieno si dimostrarono gli stessi effetti di un imbrunimento come lo si ottiene sotto l'influenza di sugo pancreatico, con e senza timolo, oppure in una soluzione semplice di timolo. Sulle foglie d'un'edera, che per la loro consistenza coriacea non potevano venir attaccate dai lombrici, rimasero segnati, dopo quattro giorni i tratti dove avevano strisciato i vermi, ed offrivano l'aspetto di corrosioni prodotte dalla larva d'un minuto insetto. L'analisi microscopica constatò che nè l'epidermide nè le altre pareti cellulari erano perforate, i granelli di clorofilla erano scolorati e nell'interno delle cellule a palizzata o del mezzofillo non si trovava che una massa granulosa, sbricciolata: tutto questo, probabilmente, per trasudazione dell'umore segregato oltre l'epidermide delle cellule. — L'umore che i vermi stillano sulle foglie influisce anche sui grani amilacei nell'interno delle cellule, sciogliendoli e facendoli svanire per questo modo. L'eguale soluzione dei grani d'amido viene effettuata dall'umore pancreatico, e non mai dall'umidità del terreno, come lo provarono gli esperimenti. — Tutto questo c'induce a credere che le foglie vengono digerite in parte, prima di passare nello stomaco

dei vermi; qualcosa di analogo si troverebbe forse ancora nel regno vegetale, cioè nelle foglie della *Dionaea* e *Drosera* che digeriscono alla superficie la sostanza animale, assorbendola sotto forma di peptone.

Pressochè nella metà inferiore dell'esofago trovansi una serie di glandole calcifere: 2 anteriori, maggiori, ovali e 4 posteriori, ricche di vasi sanguigni, contenenti concrezioni calcaree, che svaniscono per lo più nella stagione invernale, sortendo in modo ancor oscuro dalle glandole stesse, dimodochè se ne trovano i pezzetti sparsi, parte nel ventricolo, parte nell'intestino e vengono espulsi, occasionalmente cogli escrementi. — Varie sono le opinioni sulla funzione di queste glandole calcifere; io citerò qui il passo dell'autore stesso in proposito (Orig. pag. 49), che le riguarda come organi di escrezione e secondariamente come suppletorí alla digestione. „I vermi divorano molte foglie cadute, ed è noto che il calcio vien accumulato continuamente nell'interno delle foglie, sino a tanto che queste stanno attaccate alla pianta, anzichè venir assorbito dal fusto e passare nelle radici come le altre sostanze organiche ed anorganiche¹⁰). Si osservò che la cenere d'una foglia d'acacio conteneva nientemeno che 72% di calcio. I vermi pericolerebbero perciò di venir riempiti di questo elemento, ove non possedessero un mezzo speciale adatto allo sceveramento di esso; e le glandole calcifere si dimostrano ben accomodate a questo scopo. Quei vermi che vivono nell'umo sopra la creta hanno i loro intestini spesso così ripieni di questa sostanza che gli escrementi sono pressochè bianchi. Qui è chiaro l'eccesso di sostanza calcarea; cionnullameno contenevano molti vermi raccolti in tali siti altrettante cellule calcifere libere nelle rispettive glandole, ed anche le concrezioni erano tante e tali come nelle glandole dei vermi che vivevano in terreni contenenti poco o nessuna calce; questo lascia travedere che il calcio è una escrezione, non una secrezione, che travasa ad uno scopo speciale nell'esofago“. — Ma è ancora un'altra buona ragione, che ci dimostra lo scopo di questa calce nelle rispettive glandole, alla quale Darwin sembra molto inclinato, cioè la contribuzione data da questi organi alla digestione. Le foglie producono nella loro decomposizione una quantità di vari acidi, compresi per acidi uminici, i quali diverrebbero liberi nella cavità esofagea. Ei sembra adunque molto probabile che le tante cellule calcifere prodotte dalle quattro glandole posteriori nel canale esofageo servano a neutralizzare più o meno questi acidi. Che queste concrezioni agiscano come mole e sminuzzino i cibi, come lo ritiene Claparède, non sembra verosimile al

nostro autore, che si associa anzi all'idea di Perrier, cioè che la detta funzione venga eseguita da altre pietruzze nel ventricolo e nell'intestino dei vermi.

La maniera nella quale i lombrici otturano, a propria difesa, i tubi da essi abitati dimostra evidentemente che questi animalletti nonostantechè di sviluppo molto inferiore possiedono una buona dose d'intelligenza. Poichè dessi non tirano le foglie verso l'interno, come porta il caso, ma scielgono fra queste alcune che vengono internate colla cima (i percenti maggiori), altre colla base (pressochè i minimi percenti) ed alcune ancora in metà cosicchè devono arricciarsi. Troppo a lungo sarebbe lo specificare tutti gli esperimenti tentati dall'esimio naturalista per accertarsi della giustezza delle sue idee su questo rapporto; dirò soltanto che, ad alcuni vermi vennero offerte foglie di piante d'altro paese anzichè patrie, cosicchè non era istinto quello che guidava gli animalletti a disporre le foglie a loro sconosciute in modo utile; le foglie di tre specie di *Pinus* che com'è noto sono addoppiate, congiunte alla base, vennero parte attaccate con lacca-lacca, parte cucite anche all'apice e poi messe a discrezione dei lombrici; ma cionnullameno i vermi le tiravano nell'interno dei loro tubi dalla parte basale. Ed altri consimili esperimenti vennero tentati con pezioli soltanto e poi con cartoncini di carta: in tutti i casi agivano i vermi in maniera da averne il loro profitto¹¹). — Questo sembrerà a taluni improbabile, ma quanto ne sappiamo noi del sistema nervoso presso gli animali inferiori per poter giustificare la nostra diffidenza naturale contro una tale deduzione?¹²).

Il modo col quale i vermi si mettevano in possesso delle foglie vien descritto brillantemente, e credo di non poterlo tacere affatto. Lasciando a parte le foglie tenere delle quali i lombrici stracciavano o succhiavano via frammenti, prendevano dessi lo stretto orlo della foglia fra le due labbra, e per offrire una resistenza al labbro inferiore veniva protesa, come osservò già Perrier, la grossa solida faringe. Trattandosi invece di oggetti larghi e lisci, il modo di procedere era differente. La parte anteriore del corpo, giunta a contatto coll'oggetto, veniva ritirata in maniera da sembrar tronca; ritirandosi o gonfiandosi la faringe veniva prodotto poi un vacuo privo d'aria, col qual mezzo restavano uniti animale ed oggetto¹³). — Lo stesso può avvenire anche sotto acqua, come un lombrico asportò benissimo un pezzo di cipolla. —

Essendochè questi animali sono privi di denti, si può ritenere

che essi succhino il parenchima delle foglie anteriormente rammollite, lasciando sempre indietro le coste di esse. Non tutte le foglie vengono mangiate da essi, le foglie di edera vengono assorbite solo localmente; quelle dei pini, del tiglio e simili non vennero toccate e servirono soltanto ad otturare gli orifici dei tubi.

L'otturazione degli orifici, sia con foglie o sia anche con sassolini che vengono portati in prossimità dei tubi, probabilmente per la facoltà succhiatoria¹⁴), e poi accatastati sull'orlo, può avere il compito di difesa non solo contro animali insidiatori o contro l'infiltramento dell'acqua piovana, ma possibilmente anche contro l'internarsi di una colonna d'aria fredda nei tubi. Così sarebbe da spiegarsi il perchè i vermi tappezzino di foglie propriamente le parti superiori dei loro tubi e la poca cura che dimostravano i vermi tenuti in cattività in una stanza calda nel riparare i loro tubi¹⁵). — Di notte tempo vengono aperti i tubi nuovamente e gli animali ne sortono.

Onnivori come sono, non deve sorprenderci il rilevare che i lombrici fanno passare spesso anche terreno pel loro canale intestino, e ciò, come pare, a due scopi: l'uno al fine di scavarsi nella terra i propri tubi, l'altro onde estrarne le parti nutritive che vengono assimilate. — In quanto allo scavamento, questo non va congiunto con un obbligatorio inghiottimento di parti di terra, ma i vermi si vedono obbligati a mangiarne quando il terreno è più o meno compatto, mentre in terreno soffice dessi protendono la loro estremità anteriore, debolmente ritratta e con faringe gonfiata spingendola come un cuneo fra i briccioli della terra. Il terreno ingoiato veniva espulso poi, volta per volta, all'apertura dei tubi. L'ingoiamento di terreno allo scopo di approfondire i tubi vien provato dai casi, in cui cogli escrementi uscivano alla luce del dì anche parti di terreno, di date profondità ch'erano tutt'altro che nutritive, come sabbia, gesso oppure granelli di quarzo, micasciste e simili. L'idea stessa che non dappertutto ed in qualunque profondità il terreno cederà alla semplice pressione della faringe, perora con molta probabilità per un passaggio di terra scavata dai vermi oltre il canale intestinale di questi. — Si ritiene inoltre che l'inghiottimento di terreno serva in parte come modo di alimentazione agli animali, quantunque Claparède ponga in dubbio questa ammissione. Darwin cercò di venire in chiaro di questo argomento tentando varî esperimenti. Mi restringo a citare soltanto l'ultimo punto portato in difesa dell'asserzione che i vermi vivano, almeno per un lungo periodo esclusivamente delle sostanze organiche con-

tenute nel terreno che ingoiano. Il Dr. King comunicò al nostro autore di aver trovato presso Nizza un numero straordinario (5—6 per piede quadrato) di masse d'escrementi, inviandogli alcuni esemplari di vermi ch'egli riteneva autori delle dette masse¹⁶). Queste hanno l'aspetto di torri, a base più stretta della cima, alte da 2½ a 3 e più pollici, con circa 1" di diametro. Il loro colore è giallo chiaro, dato da una terra contenente sostanze calcaree, che dopo aver passato l'intestino animale si tiene unita con forza considerevole. Nel mezzo di queste masse corre un tubo cilindrico adattato alle dimensioni corporali dei vermi, che salgono per esso all'insù onde venir a depositare nuove porzioni di terriccio ingoiato alla sua superficie. Ma di foglie non si trova un segno in queste masse, nè il Dr. King ne vide mai traccia che fosse stata tirata nell'interno dei tubi. E se i vermi avessero abbandonato i loro tubi per andarne in cerca, dovrebbe esserne rimasta un'impronta sulle parti superiori, sino a tanto che erano molli. Più probabile sembra perciò che i vermi si nutrivano delle sostanze organiche del terreno soltanto. Si ponga mente a quanto fu detto più sopra, che i lombrici non dispregiano alimento animale, e noi sappiamo che il terriccio comune abbonda anzi in molti casi di uova o di larve d'insetti, anche di simili animali, vivi e morti; simili organismi ai quali s'associano ancora le spore di fungilli, di *Micrococcus* e sim., indi radici ed altre parti vegetali marcite, si comprenderà allora perchè venga inghiottita dai vermi una tale quantità di umo.

I tubi che si lascerebbero paragonare a gallerie (tunnel) rivestite di cemento, arrivano sino ad una profondità di 6—7" (in media però 3—4"); s'internano perpendicolarmente o più spesso ancora obliquamente nel terreno, ma non seguono sempre la retta, sibbene la direzione del loro corso è interrotta parecchie volte. Da taluni si ritiene che questi tubi si ramifichino; Darwin non ebbe occasione di accertarsene, all'infuori dei terreni di recente scavati ed in prossimità alla superficie. Essi sono, probabilmente senza eccezione, rivestiti d'un debole strato di terra fina, oscura, evacuata dai vermi stessi, che diviene compatta e liscia nell'asciugarsi. L'orifizio dei tubi è foderato, nella maggior parte dei casi, di foglie, talvolta però si estende questa tappezzatura sino a 4 e 5" probabilmente allo scopo d'impedire che il corpo degli animali venga ad immediato contatto colla terra fredda ed umida. I tubi vengono inoltrati, nei freddi inverni o nelle estati asciutte, sino a maggiori profondità. Il termine di questi tubi si compone sempre

di un piccolo ampliamento, di una cella, nella quale i vermi passano l'inverno, secondo l'opinione di Hoffmeister, singolarmente o parecchi insieme raggomitolati in una palla. L'interno di questa cella è sempre tappezzato di pietrine aguzze, di pezzetti di vetro, di semi e c. v., probabilmente per impedire anche qui un contatto fra animale e terreno il quale potrebbe difficoltà la respirazione, essendochè questa viene eseguita soltanto per l'epidermide.

Un tubo, abbandonato che sia, decade entro breve tempo, ed in pieno per i processi fisici del terreno dipendenti da cause atmosferici. — Pure venne osservato parecchie volte da Darwin e da T. H. Farrer¹⁷⁾ che i vermi prediligevano sempre i loro tubi, anzi dimostravano una certa costanza nel ritornare ai tubi vecchi che ei custodivano coll'ammucchiare sugli orifici pietre, fusticini o foglie. —

Quello che è da ascrivere all'attività dei lombrici, è la quantità di terra che passato il loro canale digestorio vien portata per essi alla superficie del terreno, cosicchè dessi mentre distruggono là, fabbricano altrove, mentre contribuiscono in un punto al sotterramento di monumenti, di edifizii, ricuoprono, o lasciano al vento di cuoprire, sparpagliando la terra da essi scavata, più o meno estese pianure che erano prima sterili o ricoperte solo d'un debole strato umino. Inoltre la terra, dopo aver percorso il canale interno dei vermi è ridotta tutta a minuzzoli, e contiene poi, nel sortire, delle sostanze utili alla vegetazione, cosicchè i lombrici rendonsi inoltre utili pel concime del quale provvedono anche il terriccio da essi preparato. In molte parti dell'Inghilterra vengono a passare circa 10,516 kilogr. di terra asciutta per *acre*, annualmente pell'intestino di questi anellidi per essere poi deposti alla superficie, cosicchè tutto lo strato superficiale di territorio vegetale passa nel giro di pochi anni, nuovamente pel loro corpo. Pel cedimento dei vecchi tubi sotterranei la terra viene a stare in un continuo movimento; se anche questo sarà lento, non sarà però indifferente e condurrà ad una confricazione delle particelle che lo compongono. In seguito a tutti questi processi giungeranno continuamente nuovi strati di terreno a contatto coll'anidride carbonica e cogli acidi uminici, che sembrano di essere più efficienti ancora nella decomposizione delle rocce. La produzione degli acidi uminici viene accelerata, probabilmente nella digestione delle tante foglie semidecomposte che servono di pasto ai lombrici, e così sono le particelle dello strato umino superficiale esposte a condizioni, eminentemente favorevoli alla loro decomposizione e disintegrazione. Le

particelle di rocce meno dure vengono oltracciò sottoposte allo sminuzzamento nei ventricoli che contengono piccole pietruzze.

Gli escrementi portati alla superficie sono ancora umidi, cosicchè vengono facilmente lavati dall'acqua in giornate piovose; altrimenti si rasciugano, induriscono, ma non già senza essersi uniti solidamente alle altre particelle espulse già prima, e costruiscono così delle formazioni, ben conosciute e spesse sugli stradoni dei giardini o delle campagne, alle quali Darwin dà il nome di „torri“. In esse mantengono per lo più gli escrementi, la forma di ritorti cordoni cilindrici, come quando escono dall'intestino, e nel mezzo resta aperto il tubo centrale pel quale il verme viene alla cima a deporre nuove parti di terra ingoiata. — Simili masse di escrementi, o torri, sono visibili, per frequente e relativamente gigantesca presenza, su varî punti della terra, così: negli Stati Uniti d'America, nella provincia di Venezuela¹⁸), persino nel New-South-Wales, dove il clima è asciutto; l'autore riporta un'incisione d'una simile torre raccolta a Calcutta con $3\frac{1}{2}$ “ altezza e $1\frac{1}{3}$ “ diametro¹⁹). — Il peso di 22 simili masse era di 35 gr., di cui una sola arrivava a 44.8 gr. — Queste masse vengono deposte — a Calcutta — entro una o tutt'al più due notti, pel corso di forse soli due mesi quando la temperatura, dopo i periodi piovosi, è fresca, ed i vermi abitano una profondità di circa 10“ sotto terra²⁰). — Dal Dr. King vennero trovati ad un'altezza di 7000', sull'altipiano di Nilgiris nell'India meridionale copiosi ammassi di escrementi, cinque dei quali, alquanto attaccati dalle atmosferili e dopo esser stati ben asciugati al sole pesavano in media 89.5 gr.; il più grande fra di essi aveva 123.14 gr. di peso. Essi erano duri e perfettamente compatti; la grossezza dei singoli escrementi che li componevano era di circa 1“, ma, umidi ancora, subirono una piccola cessione che li fuse assieme a formare una colonna di masse piatte, una sovrapposta all'altra.

Dai molti esempi citati da Darwin riguardo alla quantità di terreno portato dai lombrici dal fondo alla superficie della terra, e calcolata secondo la celerità colla quale oggetti abbandonati sul terreno vennero sotterrati e più precisamente pesando la quantità di terra scavata entro un dato termine, scelgo due soli a completare questa relazione.

Sur un terreno dapprima paludoso, vennero praticati, dopo 15 anni che era guadagnato alla coltura, degli scavi; lo strato d'erba aveva lo spessore di $\frac{1}{2}$ “ e sotto di esso si vedeva terriccio dell'altezza di $2\frac{1}{2}$ “, senza che contenesse frammenti di sorta; sotto

di questo terriccio veniva uno strato umino grosso $1\frac{1}{2}$ " con frammenti di marne cotte e rosse, di scoria carbonica e qualche ciottolo di quarzo bianco. Alla profondità di $4\frac{1}{2}$ " s'incontrò la torba del terreno primiero, con formazioni quarzitiche. Le marne e la scoria erano stati coperti adunque nel corso di 15 anni d'uno strato di $2\frac{1}{2}$ " di terriccio, eccettuata la zolla erbosa. Dopo 6 anni e $\frac{1}{2}$ questo campo venne visitato nuovamente, e i frammenti in parola trovavansi ora a 4—5" sotto la superficie; in questo frattempo era stato aggiunto al livello della terra uno strato di terriccio dello spessore di $1\frac{1}{2}$ "²¹⁾.

Il secondo caso viene riportato da un terreno asciutto, sabbioniccio, del tutto differente dal testè descritto. Il campo (intorno l'abitazione dell'autore a Kent) è gessoso; per diruzione prodotta dalle intemperie si formò uno strato di argilla rossa, compatta, ricca di silice (flint), sulla quale si depose uno strato di terriccio alla superficie soltanto nei punti che servirono lungo tempo alla pastura. Li 20 Dec. 1842 venne sparso su un tratto di questo campo, che aveva servito sicuramente trenta anni come pascolo, del gesso sbriciolato, allo scopo di osservare il suo interrimento. Dopo ventinove anni, nel Novembre 1871, venne scavata una fossa su questo campo e si potè seguire a 7" sotto la superficie, tanto a destra che a sinistra della fossa, una linea di piccoli noduli bianchi: il terriccio, eccetto la zolla erbosa, era stato accatastato dunque colla celerità media di 0.22" per anno. Ad 11—12" sotto il livello del terreno s'incontrò appena lo strato d'argilla rossa. Ma i pezzi di gesso avevano subito durante quei 29 anni un mutamento tale che apparivano tutti arrotondati come la ghiaia portata dall'acqua probabilmente per ineguale corrosione per la pioggia, ed in seguito all'attacco degli acidi uminici e dell'anidride carbonica²²⁾ nonchè da ultimo, per azione delle radici vegetali, come venne dimostrato da Sachs su lastre di marmo.

Come in questo secondo esempio i pezzetti di gesso sparsi sul terreno vennero a stare ad una discreta profondità sotto il suo livello per formazione e gradato aumento di terriccio sopra di essi²³⁾, così avviene che anche pezzi di pietre maggiori, e persino colonne o lapidi calano lentamente sempre più giù nella terra. Diffatti se un sasso irregolare giace sul terreno, troveremo ben presto che gli spazi liberi fra esso ed il suolo vengono riempiti dai lombrici coi loro escrementi, di maniera che sollevando dopo alquanto tempo il sasso, si vedrà tutta l'impronta della sua faccia

inferiore sul terreno. Terminato che abbiano i vermi di empire tutti gli spazi detti essi cominciano a deporre i loro nuovi escrementi tutto all'intorno del sasso, e se vi si aggiunge un cedimento del terreno pel cadere insieme dei tubi scavati sotterranei, i sassi entreranno allora debolmente nel terreno, ed i vermi potranno continuare a deporre sempre nuovo terriccio tutto a lui dintorno, come ne vengono riportati varî esempi da Darwin. Se però il sasso è tanto grande che il terreno che vien coperto da lui resta asciutto, inaridisce, allora il sasso non s'interrerà, finchè un simile terreno non corrisponda alle condizioni di vita dei nostri animali.

Un esempio basti a dilucidare quanto fu detto sull'interramento. Presso Leith Hill Place esisteva una fornace di calce che venne poi distrutta, il materiale ne fu asportato meno tre pezzi più grandi di pietra quarzitea che avevano da servire per qualche scopo ma vennero poi dimenticati. Un pezzo aveva la lunghezza di 64", era largo 17" e grosso 9—10". Un vecchio lavorante si ricordava che questi tre pezzi erano stati abbandonati sopra macerie. Trentacinque anni più tardi si recò Darwin sopra luogo e vide le tre pietre, tutto all'intorno zolla erbosa e terriccio. Egli fece scavare il pezzo del quale ho dato le dimensioni, e trovò sotto di esso realmente le macerie, ma tutto all'intorno erasi formato terriccio che raggiungeva il suo massimo spessore ai lati del sasso stesso, dove contava 4" al disopra del terreno circostante; la base del sasso era di 1—2' approfondita sotto il livello del terreno.

Prendendo a base 1 *yardo* quadrato d'un terreno gessoso al fondo d'una vallata, e raccogliendo qui tutti gli escrementi formati dai lombrici, destinandone poi, in istato semi-asciutto, il peso, Darwin calcola che — posti soltanto sei mesi di attività produttiva per questi esseri — i lombrici deporrebbero 8,387 funti di escrementi per *yardo* quadrato, ossia 18,12 tonnellate per *acre* all'anno. Le masse espulse da questi animali coprirebbero, in un anno, ove venissero estese uniformemente sul terreno, la superficie di quest'ultimo nello spessore di 0.09612" o dietro un secondo calcolo, di 0.1524". Dove però hassi da riguardare che questi escrementi, anche finamente sfregolati, non sono tanto compatti come il terriccio; dall'umo salgono, quando viene bagnato, senza fine bolle di aria, e di più l'umo vien percorso da molte fine radici, cosicchè bisognerebbe fare una riduzione di circa $\frac{1}{16}$ (dietro calcolo) nelle cifre indicate e riportare l'aumento di terriccio dopo dieci anni, in numeri arrotondati, nell'un caso ad 1" nell'altro ad 1 $\frac{1}{2}$ ". —

Nel quarto cap. del suo libro si estende Darwin sulle ruine di antiche dimore romane che vennero interrate buona parte per azione dei lombrici, così una villa romana nelle pasture di Abinger che veniva a trovarsi, in singoli punti, anche a 16" sotto il livello del terreno, senza far calcolo di quella parte di terriccio che sarà stata lavata via dalla pioggia e sparpagliata dal vento. Qui avevano i vermi sottominato il suolo sotto del lastrico e le mura dell'antica villa e non contenti di ciò avevano perforato anche la malta fra pietre greggie delle mura, nonchè il cemento del lastrico. Similmente vennero sotterrati gli avanzi di un'altra villa romana a Chedworth, Gloucestershire, sulla quale cresceva già da tempi lontani un bosco; un'altra villa venne scoperta nel 1880 a 3—4 piedi sotto il terreno a Brading sull'isola di Wight, dove si rinvenne anche una moneta datante dal 337 d. Cr.: il princ. di Wellington fece scavare a Silchester, Hampshire, le ruine d'una cittadella romana, e per ultimo è fatta menzione degli scavi a Wroxeter in Shropshire, al sito dell'antico Uriconium, colle rispettive notizie sulle varie profondità alle quali si trovarono gli avanzi dell'antico luogo.

Ancora attualmente ponno avvenire visibili smosse di fabbricati per cedimento di terreno in causa del lavoro dei vermi sotto di esso, e Darwin riporta il caso che ebbe luogo in un corridoio moderno il quale cedette nel mezzo, com'è anzi solito, che tutti questi fabbricati si sprofondino prima nel mezzo che lateralmente sotto delle mura. — L'abbazia di Beaulieu in Hampshire è un esempio di moderno interrimento; essa venne distrutta da Arrigo VIII, e più tardi, nel 1853 il duca di Buccleugh facendo scavare tre fosse sotto il terreno giunse presto a scuoprire il lastrico dell'abbazia, essendochè questa è ricoperta tutt'all'intorno di un piano di vegetazione. Le tre fosse lasciano vedere il pavimento dell'abbazia alla profondità di $6\frac{3}{4}$ " , 10" e $11\frac{1}{2}$ " ; sul pavimento sono assai spesso accatastati mucchi di escrementi dei lombrici, e questi escrementi, osservati più davvicino sono composti in gran parte di pezzi di malta, granelli di sabbia, scheggie di pietre corrispondenti al sostrato inferiore sul quale poggiano i mattoni ond'era lastricata l'abbazia; sostanze che di certo non sono nutritive e forse anche meno ancora grate ai lombrici.

Se buona parte di questi edificii venne sotterrata per i vermi, non bisogna dimenticare poi che anche scarafaggi terrestri, le talpe, i topi di campagna ed altri animali ancora avranno contribuito

qualche poco allo smuovimento del terreno ed in certi casi, specialmente dove trattavasi di valli chiuse, il terriccio sarà stato aumentato da terra che franò o venne portata dall'acqua giù dai monti e colassopra si depose. Pavimenti, lastricati e simili parti dei vecchi edifizii si sprofondarono probabilmente anche per sedimentazione del terreno, e causarono poi i crepacci nelle muraglie.

Ma se i lombrici approfondano gli avanzi d'antichi tempi sempre più sotto il terreno coll'accatastarvi sopra del terriccio da essi prodotto, dessi contribuiscono non poco anche alla denudazione della superficie terrestre, e ciò per varî modi. Questo non è il luogo di ricordare le denudazioni e quanto di terra solida asportarono nel corso di secoli i marosi fragentisi agli scogli, oppure la pioggia che lavò giù da somme vette parti di terreno od i venti che ne sparpagliarono i minuzzoli²⁴); io mi proverò a riprodurre in brevi cenni quanto di denudazioni superficiali Darwin mette a spese dei vermi terrestri ed il modo come ciò abbia luogo.

I lombrici hanno dato in tutti i paesi umidi, o mediocrementemente, un aiuto non inconsiderevole all'asportazione di terreno; il terriccio che cuopre la superficie è di un colore bruno e contiene piccoli briccioli di pietra perchè passarono ripetutamente pel sistema digestorio degli animali. Ma in paesi caldi ed asciutti, l'umo deve venir aumentato per strati di polvere che trasportati sull'ali dei venti da lungi vengono a poggiarsi su di esso, e possono raggiungere, come nella Cina, uno spessore di parecchie centinaia di piedi. Altri punti consimili sarebbero le pianure del La Plata, l'Egitto, i paesi meridionali della Francia²⁵). Il colorito bruno del terriccio è probabilmente conseguenza della ricca quantità di sostanze organiche in decomposizione, quantunque in debole quantità; la parte di carbonio che diviene libera e tenta di ossidarsi nel terreno non è però piccola, specialmente nella torba, e lo sparire di sostanze organiche dal terriccio viene facilitato di molto, passando questo continuamente pel canale digestorio dei lombrici. Mentre però le sostanze organiche formantisi nel terreno per marcimento delle radici o per concime vanno sparendo nel modo indicato, i vermi ne introducono sempre nuove quantità col tappezzare di foglie le pareti interne dei loro tubi. Ma queste foglie, servendo anche di nutrimento agli animali producono nell'interno dei loro intestini degli acidi che hanno apparentemente le stesse proprietà come gli acidi liberi nell'umo²⁶), essi disossidano o sciolgono l'ossido di ferro, come sciolgono gli acidi azo-uminici di Théward il silicio

colloide in proporzione relativa al loro per cento di azoto. Probabilmente contribuiscono anche i lombrici alla formazione di questi acidi, poichè il Dr. H. Johnson riscontrò, coll'analisi di Nessler 0.018% di ammoniaca nei loro escrementi.

La combinazione d'un acido con una base viene facilitata col movimento, nè noi avremo da cercar a lungo un movimento nel terreno, se riflettiamo che tutta la massa di terriccio su di un campo passa dopo pochi anni nuovamente l'interno dei lombrici; di più, i vecchi tubi crollano, e sempre nuove masse di escrementi vengono portate alla superficie, l'attrito fra le singole particelle di terreno basterà ad allontanare il più fino strato di sostanza decomposta che si fosse formato alla superficie, e per questa continua decomposizione chimica nel suolo cerca la terra di aumentare il suo volume.

I lombrici vi concorrono però anche in via meccanica e più diretta. Il ventricolo di questi animali è dotato di vigorosi muscoli ricoperti d'una membrana chitinoso, circa dieci volte più grossi dei muscoli longitudinali, e di energica contrazione²⁷). Come però gli struzzi e simili uccelli ingoiano delle pietre a facilitare lo sminuzzamento dei cibi, così vediamo anche questi vermi ingoiare quantità di pietruzze acute o pezzi di vetro tagliente, probabilmente al medesimo scopo. In 25 fra 38 ventricoli sezionati si trovarono oltre alle concrezioni calcaree anche granelli di sabbia, frammenti di vetro ecc., nè si può ritenere che gli animali avessero inghiottito inscientemente questi oggetti, poichè vedemmo che il loro gusto è abbastanza raffinato. — È però naturale che nel processo di sminuzzamento nel ventricolo anche queste parti solide verranno diminuite sempre più ed arrotonderanno le loro scabrosità, come lo si può constatare osservando gli escrementi²⁸).

Il modo e la quantità di frizione di particelle minerali ingoiate è visibile specialmente ai luoghi dove stavano anticamente edifici, come nelle ville romane sotto il suolo attuale, annoverate più sopra, dove i lombrici forarono i loro tubi persino nel cemento del lastrico e nelle muraglie, ed oltre a questi cita Darwin altri esempi ancora di frammenti di mattoni, di scaglie di pietra gessosa o calcarea, di epoca recente, rese rotonde, probabilmente per confricamento nell'interno del ventricolo. — Se calcoliamo che per la forza distruttiva usata dai vermi sulle rocce in un terreno che sia abbastanza umido e non troppo sabbioniccio, ghiaioso o sassoso, cosicchè i vermi possano abitarlo, ogni anno verrà asportato per ogni

acre di terreno il peso di 10 tonnellate di terra pel loro corpo alla superficie, il risultato sarà enorme in un periodo di tempo che potrassi geologicamente dire breve, come un milione d'anni.

Osserviamo ora, con questi dati alla mano alcuni punti speciali in natura, dove ha luogo una riduzione dell'aspetto alla superficie per i lombrici. Vediamo dapprima un piano coperto di erbosa zolla. Si crederebbe, pensando soltanto alle cause atmosferici distruggenti, che una tale superficie fosse la meno esposta a denudazioni, e risentisse un cambiamento soltanto dopo una lunga epoca. Ciò non è giusto, i lombrici che abitano quel terreno portano grandi quantità di terra dal fondo alla superficie, e se il piano è ogni poco inclinato, gli escrementi, espulsi poco prima o durante una pioggia vengono lavati e distrutti da questa e portati dall'acqua sempre più giù lungo il pendio. Se gli escrementi sono stati deposti in tempo secco, cosicchè ebbero occasione di ammucchiarsi e consolidarsi, allora essi rotolano, spesso pel proprio peso o mossi dal vento oppure urtati da qualche animale, giù pel declivio sino a che una o l'altra causa li arresta. Il Dr. King trovò sul pendio del monte sulla strada di Corniche presso Nizza (con inclinazione da 30—60°) parecchie sporgenze in forma di dighe o valli, che esaminate più davvicino altro non erano se non masse di escrementi dei lombrici che rotolate dall'alto erano state interrotte nel loro corso da mucchi di *Anemone hortensis*, e ferme là sbarravano la strada alle altre che rotolavano dietro di loro, e così aumentava sempre più la quantità fermata a mezzo monte. Un'eguale origine hanno anche quei tanti margini sporgenti di terra che si trovano spesso sparsi orizzontalmente su declivi ripidi di montagne coperte di vegetazione. Si ritenevano questi margini sporgenti per tracce segnate dagli animali durante il pascolo, a proprio sostegno, e diffatti gli animali ne fanno uso andando in cerca delle aromatiche piante che servono loro di cibo, ma la causa formatrice di queste sporgenze è ben differente. Già la presenza di eguali margini sporgenti di terra sulle montagne dell'Imalaja e sugli Atlanti sembravano formazioni strane, non trovandosi in quelle regioni animali domestici ed essendo esiguo anche il numero delle belve, e queste se anche pascolano sui monti a modo dei nostri animali da pastorizia, pascolano di notte e forse useranno anche di quei margini sporgenti. La loro origine sembra essere la medesima pella quale si formavano dighe sul pendio presso Nizza, soltanto che il tutto è più in grande. Si può osservare che dove la roccia è esposta i margini sporgenti sono assai irrego-

lari; dove il pendio diventa più dolce cessano le sporgenze pressochè affatto e dove questo è ripido, diventano perfettamente regolari. —

All' espulsione gli escrementi sono sempre molli, tenaci e attaccaticci, ma lo sono in grado ancor maggiore se il tempo è piovigginoso. La pioggia, quandanche non cada impetuosa, purchè continui per alquanto tempo, li rende semi-liquidi ed essi si estendono sulla superficie terrestre in larghe e piatte, ma basse deposizioni, pressochè circolari, come si estenderebbe il mele o la malta troppo acquigna. Questi dischi di escrementi, che hanno perduta la loro forma di tubulazioni cilindriche, possono aver anche un foro nel loro mezzo, ma questo venne praticato allora da un altro lombrico che volle interrarsi proprio su quel punto; a sua posta deposita costui in seguito la terra ingoiata e forma una torre in modo consueto sopra del disco di escrementi dell' altro. Ma se colla pioggia va congiunto anche vento, allora vediamo portati lungi gli escrementi dal luogo dove ebbero la loro origine fino a che giungono in un posto dove si trovino a riparo del vento. Lo stesso avviene anche se vento soltanto soffia sulla superficie, solamente che, quando vi si associa anche la pioggia gli escrementi vengono in parte denudati, e Darwin confronta il loro aspetto allora a masse di rocce fregate da ghiacciai, in miniatura. Se il vento arriva in possesso di masse già asciutte ed indurite allora le riduce in minuzzoli e porta i briccioli per lunghi tratti seco fino a che questi arrivano in luogo più difeso dove vengono deposti o fermati fra sassi. Non di rado gli escrementi, mentre vengono accatastati dagli animali attorno gli orifici dei loro tubi sotterranei, si attaccano a fili di erba e questi ultimi, o talvolta anche foglie, vengono contesti così nella massa degli escrementi; per questi è allora più certa una resistenza contro il vento.

La denudazione che viene prodotta per tal modo sui nostri campi non sembra gran fatto sensibile nel corso di decenni, poichè noi vediamo sempre ancora scabrosità che attendono di venir levigate, ma non è più insensibile se le decine di anni aumentano e divengono decine di secoli. Già Playfair ne presarguiva il vero quando, nel 1802, scriveva²⁹): „noi abbiamo nella costante presenza d' uno strato umino alla superficie terrestre una prova dimostrativa della denudazione delle rocce che prosegue senza interruzione“.

Dopo molte osservazioni trovò Darwin che anche su campi che prima avevano servito alla coltura, e ne portano i segni in

solchi e rilievi, ora però servono alla pastura, quei rilievi spariscono sempre più e si mettono a livello coi solchi qualora il suolo è inclinato (e ciò per azione dei lombrici, più o meno) ma restano conservati per molto tempo in quei campi che hanno superficie piana. Le condizioni sono pressochè le medesime come nei campi di vegetazione, più sopra già osservati.

Osservando però le azioni su terreni cretacei bisogna giungere ad una conclusione che la maggior parte di terriccio derivante dagli escrementi vien lavata giù dalle acque e si raccoglie, per lo più, alla base dei terreni che offrono allora l'aspetto di essere tutti denudati; qualche altra parte arriva ad internarsi nelle fessure del terreno stesso. Una produzione di nuova sostanza terricciosa, viene effettuata per soluzione della creta sotto influenza di cause atmosferici e di altri simili agenti. Mentre però su alcuni punti di questi terreni cretacei gli escrementi dei lombrici contengono sostanze calcari, sono le masse escrete su altri punti tutte nericie e non sviluppano punto gas col trattamento di acidi. Quale sia la causa perchè i vermi inghiottano ed asportino in un punto la creta, in un altro all'incontro no, Darwin nol potè eruire. —

Se d'una parte gli archeologi tributano molto ai lombrici perchè sotterrando conservano gli avanzi di remoti tempi, dall'altra non è poco quanto questi animali fanno per l'economia rurale, rendendo il terreno morbido ed adatto ad uno sviluppo d'ogni specie di seminato trattenendo di pari passo anche parte d'umidità che serve a sciogliere le sostanze minerali nel suolo che forniscono l'alimento alle piante; cosicchè anche in questi piccoli ed inferiori esseri della natura noi scorgiamo i ministri che contribuiscono la loro parte — e non poco — all'eterne leggi di trasformazione della materia che signoreggiano il creato.

Annotazioni.

¹⁾ „On the formation of mould“, letta il 1.^o Novembre 1837 e pubblicata nelle „Transactions Geologic. Soc.“ Vol. V, pag. 505.

²⁾ London, by John Murray, 1881.

³⁾ Per brevità raccoglierò qui tutto quanto si trovi nella letteratura in proposito, come lo desumo dall'opera dell'autore. — Eisen, „Bidrag till Skandaviens Oligochaet fauna“, 1871; Hoffmeister, „Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer“, Braunschweig 1845; Perrier, „Organisation des Lombriciens terrestres“, in: Archives de Zool. expérim., tom. III, 1874; C. J. Morren, „De Lumbrici terrestris histor. natur.“, 1829. — Indi i lavori di: Bridgman & Newman, in: the Zoologist, Vol VII, 1849, pag. 2576; Claparède, „Histologische Untersuchungen über die Regenwürmer“, in: Zeitschrift für wiss. Zoologie, XIX. Bd., 1869, pag. 611; L. Frédéricq in: Archives de Zool. expérim., tom. VII, 1878, pag. 394; V. Hensen, in: Zeitschrift für wiss. Zoologie, XXVIII. Bd., 1877, pag. 364, — e per ultimo lo schizzo pubblicato da una signora nel: Gardeners' Chronicle, March 28. 1868, pag. 324.

⁴⁾ Il Dr. Mc Intosh trovò escrementi di questi vermi sul Schiehallion nella Scozia ad un'altezza di 1500' (ingl.); abbiamo notizie di eguali segni dei lombrici a 2—3000' sopra il livello del mare, presso Torino; vennero trovati anche sui monti Nilgiri nell'India meridionale e sull'Imalaya.

⁵⁾ Il ritirarsi nei tubi durante il giorno, sembra divenuto per essi un'abitudine, cosicchè anche tenuti in vasi di terra coperti di fogli di carta nera e lastre di vetro, ed esposti durante il dì ad una finestra che guardava verso Nord-Est, essi non cessarono, per una settimana di tenersi celati nei loro tubi durante il giorno. Darwin ritiene, per altri esperimenti tentati, insufficiente la quantità di luce che avrebbe potuto penetrare per le fessure fra la lastra di vetro e l'orlo dei vasi, a venir percepita dagli animali.

⁶⁾ Si crede che facendo tremare il terreno i vermi abbandonino le loro dimore per tema di essere inseguiti da talpe. Darwin battè ripetutamente, in diverse occasioni il terreno, senza che vi fossero sortiti i vermi, ma spesso era questo il caso se il terreno veniva smosso con una forca.

⁷⁾ Adduco, a maggior prova, che i vermi divorarono foglie di cavoli, di rape, del kren e di cipolla, ma lasciarono intatte quelle di timo, di salvia, d'un'artemisia e rosicchiarono soltanto qualche poco di quelle di menta.

⁸⁾ Foglie di sedani, cavoli e rape, bagnate dell'umore di alcuni lombrici in attività dimostrò su carta neutrale di tornasole, reazione alcalina, mentre un estratto acquigno delle parti superiori delle stesse foglie, non toccate dai vermi, non era alcalino.

⁹⁾ Darwin estrasse parecchie foglie dai tubi lombricoli e le tenne poi, per settimane, sotto una campana di vetro in un' atmosfera assai umida, senza che le parti bagnate dai vermi si fossero decomposte in tempo minore delle altre parti.

¹⁰⁾ De Vries, Landwirthschaftliche Jahrbücher, 1881, pag. 77.

¹¹⁾ Sorprendente è soltanto che noi troviamo tanta intelligenza in questi animali sì poco sviluppati, mentre altri superiori ne hanno di meno, com' è il caso d' una *Sphex* citato da Fabre („Souvenirs entomologiques“, 1879, pag. 168—177) che lasciò piuttosto la sua preda (una locusta) per via, dopo aver tentato indarno di trascinarla per le antenne, poi pei palpi, anzichè provarsi a tirarla per una gamba o pel tubo deferente. Così pure le formiche: esse si trovano imbarazzate di asportare un corpo qualunque ove non possono tirarlo longitudinalmente; e così altri animali più superiori ancora (uccello tessitore, scojattolo, castoro).

¹²⁾ Orig. pag. 98, dove Darwin soggiunge: „With respect to the small size of the cerebral ganglia, we should remember that a mass of inherited knowledge, with some power of adapting means to an end, is crowded into the minute brain of a worker-ant.“

¹³⁾ Secondo Claparède (op. cit., pag. 602) la struttura della faringe sarebbe adattata al succhiare.

¹⁴⁾ Per dare un' idea quanto peso possano portare questi animaletti riferirò che uno dei sassi, raccolto all' orifizio d' un tubo pesava 2 oncie (ingl.).

¹⁵⁾ Confesso però che mi è strano, come i lombrici, che conducono vita notturna, si dimostrino sensibili alla variazione nella temperatura dell' aria durante la notte.

¹⁶⁾ I vermi, vennero indicati da Perrier per varie specie di *Perichaeta*, importate da paesi orientali e naturalizzate tanto nella Liguria, come anche (secondo Perrier) nei dintorni di Montpellier ed in Algeri. Interessante è però che le masse degli escrementi in proposito erano di straordinaria rassomiglianza colle masse che vengono fabbricate da questi vermi nel loro paese natio (Calcutta).

¹⁷⁾ Che dirigeva gli scavi fatti nell' autunno 1876 sui poderi di Abinger, Surrey, di cui più sotto si terrà parola.

¹⁸⁾ Il Dr. Ernst di Caracas asserisce che questi escrementi, frequenti nei giardini e sui campi, mancano nei boschi.

¹⁹⁾ Un' altra torre aveva $2\frac{3}{4}$ “ alt. e $\frac{3}{4}$ “ diam.; di altre tre torri, misurate da John Scott contavan l' una 6 e le altre due 5“ di alt., coi rispettivi diam. $1\frac{1}{2}$ “, 2“, $2\frac{1}{2}$ “ (ingl.).

²⁰⁾ Nei boschi si trovano però masse di escrementi freschi anche durante la stagione calda.

²¹⁾ Se si ritenesse tutto lo strato di terriccio deposto nello spazio di ventun anni e mezzo per troppo poco, sarebbe da riflettere che i vermi erano dapprincipio, attesa la sterilità del terreno, in numero minore che in seguito.

²²⁾ W. Johnson, How Crops Feed, 1870, pag. 139.

²³⁾ Il prof. F. de Haast riferisce (Transactions of New Zealand Institute, Vol. XII, 1880, pag. 152) che venne trovato in uno scavo alla costa della Nuova Zelandia un letto di arnesi ed istrumenti basaltici sopra uno strato di loess e sotto uno spessore di 12“ d' umo, in un terreno di mica-sciste. Si può

ritenere con molta probabilità che gl'indigeni abbiano abbandonato in tempi remoti quegli oggetti sul suolo e che i lombrici li abbiano ricoperti, in seguito, co' loro escrementi.

²⁴⁾ Uno dei più interessanti lavori su tal proposito è quello di Ramsay, „On the denudation of South Wales etc.“, pubblicato in *Memoirs of the Geolog. Survey of Great Britain*, Vol. I, 1846, pag. 297; inoltre il trattato „On sub-aerial denudation and on cliffs and escarpments of the chalk“ di Whitaker, stampato nel „*Geological Magazine*“, Oct. & Novbr. 1867, Vol. IV, pag. 447 e 483. — Chi s'interessa per questo argomento trova appunti negli scritti seguenti: A. Tylor, on changes of the sea-level etc., in *Philosophical Magazine*, 4 Ser., Vol. V, 1853, pag. 258; Archibald Geikie, in *Transactions of the Geologic. Soc.*, Glasgow, Vol. III, pag. 153; Croll, on Geological time, 1875; indi in un lavoro comparso nella „*Nature*“, Vol. XXII, pag. 486; e nell'indirizzo di T. Mellard Reade, Address Geologic. Society, Liverpool, 1876-77.

²⁵⁾ In questo riguardo possono consultarsi, fra le altre opere: A naturalist's voyage round the world, dell'autore, poi Elie de Beaumont, *Leçons de Géologie pratique*, 1845, tom. I.

²⁶⁾ Gli acidi prodotti nell'umo trovansi citati da A. A. Julien, on the Geological action of the Humus-acids, in *Proceedings Americ. Assoc. Adv. Science*, Vol. XXVIII, 1879, pag. 311 — e, on chemical corrosion on Mountain summits, in *New-York Acad. Sc.*, Oct. 1878. 14 (citato nell'*Americ. Naturalist*). Cfr. anche Johnston, *Op. cit.* pag. 138.

²⁷⁾ Cfr. le opere cit. di Perrier e Claparède.

²⁸⁾ Vedi Morren, *Op. cit.* pag. 16.

²⁹⁾ *Illustrations of the Hultonian Theory of the Earth.*, pag. 107.
