

## Carboni fòssili delle Maremme Toscane\*

*Sui carboni fòssili delle Maremme Toscane*, di PAOLO SAVI. Pisa, Nistri, 1843.

*Esame chìmico del combustibile minerale di Montebàmboli*, di MATTEUCCI e PIRIA. — *Osservazioni di fisica terrestre*, di CARLO MATTEUCCI. — *Impronte vegetàbili osservate nel terreno carbonifero di Montebàmboli*, di PIETRO SAVI. — *Osservazioni sulla temperie del pozzo di Montemassi*, di LEOPOLDO PILLA. (*Nelle Miscellanee di chìmica, fisica e istoria naturale di Pisa*), 1843.

*Notizie geològiche sul carbon fòssile trovato in Maremma*, di L. PILLA. Firenze, 1843.

*Sur le métamorphisme des roches de sédiment*, par H. DE COLLEGNO. Bordeaux, 1842.

*Rapporto generale sulle miniere di Montemassi e Montebàmboli*, del Direttore agli Amministratori. Livorno, 1843. — *Atti relativi all'associazione per ricerca e cavamento di carbon fòssile*. Livorno, 1841.

Una notizia di gran momento, non solo per l'industria e l'opulenza nazionale, ma benanche per la scienza geològica si fu il scoprimento di copiosi letti di vero carbon fòssile nella Maremma Toscana, in un suolo tutto incrocicchiato di filoni metalliferi, a poche miglia dal mare e dalla gran via delle vaporiere, che da Marsilia e da Gènova vanno all'estremo della penisola itàlica, alla Grecia, all'Egitto.

È bene un mezzo sècolo dacché il Fabroni (1790) diede ai Toscani un'istruzione popolare sull'uso del carbon fòssile, e l'Henrion (1792) affermò in qualche parte di Toscana trovàrsene di qualità comparabile alle migliori di Newcastle e di Liegi. Una generazione indolente, troppo dissimile da' solerti suoi padri, trapassò tutta, senza curarsi degli annunciati tesori, lasciàndoli giacere fra i deserti della Maremma, contenta che sotterra rimanèssero quelle dovizie, e sopra terra vi regnasse lo squallore e la povertà.

Nel gennaio del 1839 il prof. Manteri perlustrando il paese per incarico di quel governo, s'avvenne presso la fattoria di Montebàmboli, qualche miglio a settentrione di Massa Maremmana, in alcuni affiorimenti di carbone, e ne raccolse qualche saggio; nel seguente marzo vi condusse alcuni tagli geològici d'esplorazione, sopra una linea di due miglia; e in luglio, ne rassegnò la pianta col corredo delle relative rocce.

Il gonfaloniere Lenzi, proprietario in quelle terre, aveva appena mostrato i saggi di quel combustibile ad alcuni intraprendenti persone in Livorno, che tosto si poneva mano all'impresa. I signori Demailland, Caillon e Formigli già nell'aprile stesso prendévano ad acquistare dalla mensa vescovile di Populonia e Massa, e da varie famiglie il diritto di ricercare in quei latifondi il carbone, e di estrarlo, e la servitù attiva sulla superficie per condurvi edificj e strade ed ogni altro opportuno lavoro. E proseguendo dall'una parte le esplorazioni e dall'altra gli acquisti, in quell'anno e nel seguente avevano già inoltrato considerévoli scavi, e avévano a loro disposizione, nei territorj di Massa Maremmana, Roccastrada, Campagnatico e Gavorrano, una superficie di 40 mila pètiche mètriche, ossia 12 miglia quadre italiane. Le gallerie, aperte a varie altezze in un pozzo presso Montebàmboli, avévano attraversato in più luoghi lo strato carbonifero, che dall'affiorimento indicato dal prof. Manteri discendeva a piano inclinato sotto il vicino colle. Riconosciuta la qualità, la potenza e l'andamento del depòsito, essi pensàrono tosto a chiamare in ajuto una società per azioni, onde attivare in modo proporzionato le cave, e fornirle di màchine, di edificj, e soprattutto di strade per condurre a riva di mare il carbone. L'avvallamento, sotto cui s'immerge il letto del combustibile, tende verso la marina, che giace quindici miglia discosto, tra Piobino e Grosseto, di

fronte all'isola d'Elba, il cui copioso minerale ivi si tragitta, per èsservi fuso nelle officine di Fullònica e Valpiana.

Molti conoscitori di terreni avévano già perlustrata la Maremma, e avévano accertato che la sua formazione non somiglia a quella dei terreni carboniferi dell'Inghilterra e del Belgio. Essa non è quella dei terreni *secundarj inferiori*, ma quella dei terreni *terziarj medj*; i quali non sògliono ricettar carboni fòssili, ma ligniti, opportune anch'esse a parecchi usi, non però comparàbili a quel poderoso combustibile. I vegetàbili, che, ammassati e compressi fra gli strati dei terreni più antichi, formàrono il carbon fòssile, sono ben diversi da quelli che si depòsero nei terreni più recenti in forma di lignite. I primi appartengono alla flora d'un mondo primitivo, e per lo più a gigantesche erbe marine, affollate sul fondo di basse e calde lagune; i secondi appartengono a piante ed erbe meno lussureggianti, e per lo più simili a quegli stessi àrbori ramosi e palminervi che rièmpiono tuttora le nostre selve. E coi vegetàbili vàriano anche le impronte che rimangono degli animali, e soprattutto delle conchiglie ammassate nel seno dei mari e dei laghi, che si alternarono più volte sulla faccia della terra, deponèndovi successivamente quei diversi terreni che noi calpestiamo. Quindi se si doveva prender norma da ciò che soleva riscontrarsi in Inghilterra e negli altri paesi ricchi di carbon fòssile, e s'era vero che la qualità del combustibile dipendeva in tutto dalla qualità dei terreni fra i quali èrasi deposto, la Maremma Toscana, formata o da depòsiti *terziarj*, o da depòsiti *secundarj recenti*, non poteva ricettar altro che ligniti. - Mentre adunque i trovatori del combustibile maremmano avévano bisogno che si decidesse prima di tutto s'era vero *carbone o non era*, i conoscitori dei terreni rigettàvano del tutto la questione, perché vero carbone *non poteva* essere. La controversia, come importante alla scienza e allo Stato, venne promossa nel primo Congresso tenuto dagli studiosi italiani a Pisa; ove soprattutto il naturalista cav. Paolo Savi e il chímico Giuli sostènnero l'età terziaria dei terreni toscani, e la qualità necessariamente lignitica dei combustibili nel loro seno accumulati.

L'opinione generale docilmente si conformò al giudizio d'uòmini veramente versati in queste ricerche, e veramente benemèriti della Toscana per le fatiche spese ad esplorarne le naturali dovizie. Perloché quando gli imprenditori degli scavi di Maremma tentàrono di formare una società per azioni, trovàrono le menti dubbiose e gli ànimi svogliati. Allora parve il miglior consiglio rivòlgersi ad altro paese. E prevalse la riputazione di ricchezza e di cultura che in Italia si attribuisce alla nostra Milano.

Perciò il nostro collaboratore Giulio Curioni, già noto in Toscana per ùtili consigli dati in altri simili congiunture, invitato dal sig. Ulrich di Livorno ad esaminare i campioni del combustibile di Montebàmboli, vi scontrò il color nero lucente, la frattura lamellare in un senso, concòide nell'altro, e tutte le altre apparenze d'un vero carbon fòssile di Newcastle; ne verificò il peso specifìco; osservò il suo modo d'accendersi e di fiammeggiare; ne distillò parti eguali di bitume e d'aqua; e riconobbe che l'aqua non era àcida come quella di tutte le *ligniti*, ma ammoniacale come quella di tutte le vere *carboniti*; il bitume, sottoposto ad ulterior distillazione, gli fornì la piroleina; la quale era giallògnola, simigliante al petrolio, assài volàtile, e capace di sciògliere con facilità la gomma elàstica. Incarbonito il combustibile in vasi chiusi, gli diede 61 per 100 di arso (*coke*), che apparve conglomerato, duro, poroso, lucente come acciajo. Trattato coll'òssido di piombo ridusse in metallo 28 volte il suo peso; e quindi manifestò una forza calorifica più che doppia del legno di faggio, il quale ne riduce solo 13 volte il suo peso. Finalmente rilevò che le céneri erano di 0,04, 2 per 100, e contenevano poco solfo, combinato col ferro in piriti minutissime e invisibili all'occhio, e in quantità non atta a turbare i più importanti usi industriali. Conchiudeva col dichiararlo *vero carbon fòssile*, e confrontarlo per composizione e forza calorifica ad altri più noti carboni. Compiuto così l'esame chímico, si recò nella stessa estate del 1840 a verificare la giacitura geològica e lo stato della escavazione. E trovò che lo strato del carbone aveva la potenza d'un metro e un terzo, e cresceva sensibilmente alla profondità di 35 metri, con inclinazione regolare, e buona e sòlida incassatura. Il suo rapporto venne inserito nell'*Eco della Borsa* di Milano e nel *Giornale del Commercio* di Firenze. In Milano intanto si promòssero da una commissione le prime trattative e scritture per una società d'azioni. Ma i nostri capitalisti, già per sé poco intraprendenti e poco

favorévoli agli uòmini intraprendenti, dall'una parte non potévano non dar qualche valore alle opinioni annunciate nel Congresso di Pisa dai periti di quel paese; e dall'altra non potévano non risentire quell'universale avvillimento che la repentina guerra sparse allora sull'universo commercio, e più ancora sulle troppo abusate imprese industriali.

Tutto questo però non tolse l'ànimo agli imprenditori, i quali, credendo più al giudizio favorevole d'un solo che non alla contraria prevenzione dei molti, non solo avévano inoltrato lo scavo di Montebàmboli, ma ne avévano fatto un altro assài più profondo presso Montemassi, parecchie miglia discosto, tra levante e mezzodì. E intanto giùnseno a raccògliere in Livorno stessa con più ristretto limite di contributo una società d'avviamento, da tradursi poi in società anònima di produzione, qualora l'èsito dei lavori riescisse quale si desiderava. Si ridusse perciò il primo progetto a 45 azioni da 10 mila lire ciascuna. Il denaro fu destinato a rimborsare gli imprenditori per lire 250 mila; e per altre 200 mila a continuare, per mano loro, gli scavi d'esplorazione. In caso poi di buon successo, si dovévano contribuire altre lire 900 mila, destinate a provvedere le màchine a vapore e gli altri apparati d'efficace lavoro, e le rotaje di ferro per far discèndere con minor dispendio alla marina i carboni.

La perseveranza degli escavatori, i considerévoli loro sacrificj, il manifesto interesse e desiderio del paese, e il giudizio francamente e pubblicamente recato in Milano sulla intrìnseca natura del minerale, tènnero sempre vivo il discorso, che tornò in campo nel Congresso scientifico di Firenze nel 1841, e diede impulso ai diversi scritti che in capo a quest'articolo sono citati.

Cominciò a parer ragionévole l'idèa di studiar prima d'ogni cosa la qualità del prodotto; e veramente era questa la parte da cui il senso commune voleva che si cominciasse. Il chímico Passerini, trovàtavi realmente la piroleina e la naftalina e il sopracetato ammònico, dichiarò *non potersi il combustibile di Montebàmboli distinguer chimicamente dal vero carbon fòssile*; e vi aggiunse che la maggior parte del solfo non vi si trovava in pirite, ma in solfato innocuo alle arti. Altro esame con eguale risultamento ne févero il valente fisico Matteucci e il chímico Piria, e anch'essi pubblicamente annunciarono d'avervi riconosciuto la tessitura minerale e laminosa, non fibrosa e lignea; anch'essi vi rintracciàrono indarno l'ácido ùlmico che sògliono racchiudere le ligniti, e in quella vece ne ottènnero sostanze ammoniacali; anch'essi vi riscontràrono all'incirca il 60 per 100 di arso; e trovàrono che le piriti non giungévano a formar l'1 per 100 (0,96), e che il rimanente del solfo (2,34) si trovava sott'altra forma innocua, che poco importava all'industria di determinare più precisamente. L'abondanza dell'idrògene (5,95) gli comunicava le ùtili proprietà dei carboni molto bituminosi, cioè quella di dar copiosi prodotti volàtili, atti a fornire gas illuminante, e svòlgere larga fiamma, la quale, lambendo ed abbracciando i recipienti, giova a tutte quelle operazioni che richièdono il pròssimo contatto colla fonte calorifica. Finalmente colla riduzione del piombo determinàrono il *poter calorifico* di questo carbone in confronto a molti carboni forestieri, e gli stabilirono il suo posto preciso, come segue:

S. Étienne (Treuil)	. . . .	1,96
Asturia (Oviedo)	. . . .	2,00
Autun (Épinac)	. . . .	2,06
Aubin (Bessèges)	. . . .	2,08
Belfort (Ronchamp)	. . . .	2,10
Alais	. . . .	2,13
Bouleau	. . . .	2,23
<i>Montebàmboli</i>	. . . .	2,23
Alby (Carmeaux)	. . . .	2,32
Newcastle	. . . .	2,38
Galles (Glamorgan)	. . . .	2,40

Non diversa è la descrizione che ne fece il geòlogo Pilla, il quale lo trovò corrispòndere per le cifre de' suoi componenti più che ad altro al carbone scaglioso di Glasgovia. E il chímico Gàzzeri,

per incarico superiore avèndone fatto l'esame, si credette in grado di riferir con certezza che quanto si predicava della bontà di quel prodotto *era assolutamente vero*, poiché aveva le stesse proprietà del carbon fossile di Newcastle.

I combustibili fossili, dice il sig. Gàzzeri, fòrmano colla varietà loro una lunga serie, la quale comincia dal *legno fossile*, talvolta così ben conservato da potèrsene far lavori quasi come del legno recente, e passa per molte materie alcun poco diverse, nelle quali gradatamente s'indeboliscono e finalmente spariscono affatto le proprietà del legno, e si vèngono palesando quelle del carbone sempre più evidenti, fino al carbon fossile più perfetto. Supponiamo, egli soggiunge, che composta e regolarmente ordinata l'intera serie di quelle diverse sostanze, ed invitato un uomo che abbia discernimento a ben considerarla, gli si ponga in mano un pezzo del combustibile dissotterrato a Montebamboli, e lo s'inviti a collocarlo in quel punto della serie al quale per la sua qualità gli sembrasse corrispòndere: ove possiamo noi credere ch'ei lo collocherebbe? — Non certamente fra le ligniti, ma fra le migliori qualità del carbon fossile. Ora, è egli ragionevole il supporre che a niuno dei tanti usi ai quali con somma utilità s'impiegano i combustibili fossili possa applicarsi questo, ad onta delle sue buone qualità fisiche e chímiche, e solo per le sue condizioni geològiche? E il sig. Gàzzeri non risparmia un rimpròvero a quelli «che hanno dichiarato e dichiarano, che la natura di quei terreni è tale da non potèrvisi trovare il vero carbon fossile; con che se non contràriano essi direttamente, indùcono a pòssono indurre molti a mal presagire d'un'impresa, alla quale tutti i buoni Toscani dovrebbero augurare un fortunato successo; poiché raffreddano e rendono difficile e dubitativa l'opinione, e specialmente di quelli che potrebbero in varj modi influire utilmente nella maggiore prosperità di questa preziosa industria».

— Alle quali parole del signor Gàzzeri noi faremmo plàuso; senonché non ci pare al tutto *senza peccato* egli medésimo, che in cosa di tanto momento rimase tàcito dal 1839 fino al 1843; e con questo tardo suo giudizio, comunque favorévole, non vi arrecò meglio d'un *soccorso di Pisa*. Nelle cose di pùblico interesse noi amiamo la legge greca, che comandava ai cittadini di mòversi tutti o per l'una parte o per l'altra, nella certezza che dove tutti si adòperano, l'interesse di tutti prevale, e che l'indolenza sia la più funesta delle nazionali malattie.

Intanto, benché anche questo un po' tardi, si facévano prove di qualche rilievo. Nel molino a vapore di Livorno il carbone maremmano venne alternato col carbon fossile inglese; e i proprietari, Bougleux e Comp., attestàrono che: «le combustible se comporte parfaitement tant sous le rapport de la flamme que de la durée au feu. Nous avons tenu la vapeur haute avec la plus grande facilité; seulement de temps en temps il fallait passer le râcloir dans le foyer, chose que nous attribuâmes en partie aux grilles fort serrées. Il n'a besoin que de si peu de courant d'air que nous fûmes obligés de tenir notre soupape entièrement fermée». — Una quantità di libre toscane 2900 (pari a 984<sup>ch.</sup>) durò ore 6 minuti 45 il primo giorno, e ore 6 minuti 30 il secondo; il dì seguente lo stesso peso di carbone inglese durò ore 7 minuti 10; cosicché, per la durata, il carbone toscano starebbe all'inglese all'incirca come 12 a 13.

Nell'opùscolo del prof. Leopoldo Pilla sono riferite per intero diverse lèttere di capitani e mecànici delle vaporiere francesi e napolitane, l'Eurota, il Licurgo e il Virgilio; i quali, dicendo apertamente i pregi e i difetti del carbone toscano, lo confròntano pur sempre alle buone qualità inglesi, o per lo meno alle mezzane.

- « Nous avons mêlé ce charbon avec le charbon anglais, - dice il mecànico dell'Eurota, sig. Rouzé, — et nous ne nous sommes pas aperçus qu'il ait diminué la bonté de celui-ci; — le charbon a une grande qualité, — c'est que la crasse, qui se forme, ne s'attache pas aux grilles... Il ne demande ni plus ni moins de place que le charbon anglais (cosa questa di molta importanza nei lunghi viaggi); il s'allume aussi facilement; il fait autant de flamme; mais étant plus sulfuré, il produit plus de fumée. Le charbon est collant par lui-même, et a besoin d'être tisonné souvent, ce qui n'arriverait pas si les morceaux étaient plus gros... Il ne passe pas au travers des grilles sans être bien brûlé. Il fait plus de résidu incombustible, mais moins de cendres... Supérieur aux charbons médiocres, il peut facilement être comparé avec les bons... Si vous faites faire un autre essai, faitesle faire avec du gros charbon... »

— Il capitano Levasseur del *Licurgo*, dopo aver notato a un dipresso le medésime cose, conchiude: «Il soutient la comparaison avec les charbons anglais *médiocres*». Ma vi aggiunge anche qualche osservazione che fa concepire buona speranza; ed è, che il carbone venne estratto in pezzi troppo piccoli. «Les ouvriers son novices; il ne savent ni l'entailler ni l'abattre; il a été voituré par des mauvaises routes, et par un mauvais temps».

Il direttore delle vaporiere napoletane lo trovò alquanto débole in confronto all'inglese, e trovò che la velocità del corso aveva perduto circa un miglio e mezzo per ora. — E noi, a dir vero, contiamo più su questi giudizj, men sospetti perché non del tutto favorévoli. E un combustibile può essere assai pregévole, quandanche ceda in molte parti a quello che è l'òttimo di tutti, e che perciò si fa venire molte centinaia di miglia lontano; e ogni combustibile vuol esser adoperato a suo modo; e solo dopo lunga e attenta osservazione si può determinare, e a quali usi meglio convenga, e qual maneggio richieda per esser adoperato nel modo più acconcio a svòlgere i suoi pregi, e riparare i suoi difetti.

In vista di queste prove e del voto generale dei conoscitori, anche il cav. Paolo Savi nel succitato opùscolo, pubblicato nell'anno corrente, venne a confessare: «Quantunque il carbone di Montebàmboli stia nei terreni *terziarj medj*, o *mioceni*, pure siccome esso ha tutti i caratteri del litantrace, sia per i componenti come per le proprietà, mancando infatti della potassa e dell'ácido ùlmico, essendo dotato di naftalina, dando colla distillazione principj ammoniacali, rigonfiandosi al foco, e convertendosi in un vero *coke*, mentre manda una bella ed abbondante fiamma, *dovrà esso al certo considerarsi mineralogicamente come un vero litantrace*» (pag. 44).

Con tutto ciò il cav. Paolo Savi non vuol cedere del tutto sul punto geològico; e quindi soggiunge: «Per altro il nome ai combustibili fòssili suol darsi da molti geòlogi, non solo a seconda della *natura* di questi combustibili...; ma ancora a seconda del *luogo*... E sotto questo punto di vista, quando denominar si volesse il combustibile di Montebàmboli, certamente *più non potràbbesi litantrace chiamare, ma bensì lignite* (145)... Il vero carbon fòssile non si trova che nei terreni *secondarj antichi*..., e questi terreni, oltre all'esser distinti dal posto che òccupano nella serie degli strati della terra, lo sono meglio ancora... dalle impronte delle piante... spesso perfettamente conservate negli schisti sovrapposti e sottoposti a' suoi strati, e che appartengono quasi tutte alle crittògame vascolari — Nei *secondarj superiori* vi è la *stipite*, formata quasi soltanto da avanzi di cicadèe, conifere e palme..., in piccoli e sottili depòsiti, in varj punti della formazione del macigno e dall'alberese, l'última e più recente delle nostre formazioni secondarie — Nei terreni terziarj stanno quei depòsiti carbonosi chiamati *lignite*... Ed è dietro questo che io *ho sempre sostenuto e sostengo, non esser terreni litantraciferi i carboniferi della Toscana* — Non dèvesi per altro dire, mineralogicamente parlando, che non vi è litantrace o vero carbon fòssile, l'osservazione avendo dimostrato, che i nostri terreni terziarj delle maremme racchiudono in loro... un combustibile dotato dei caratteri assegnati dai mineralogisti al vero carbon fòssile o litantrace, e che per ciò *come tale dèvesi considerare*. E siccome esso tròvasi in terreni recenti, e nella parte di quelli che fùrono modificati dagli agenti plutonj, onde determinarlo con esattezza mineralògica e geològica, credo dovere adottare il nome... di *carbon fòssile o litantrace anòmalo!*»

E così una grave e profonda questione, e di scienza, e d'industria, e di pubblica prosperità, si riduce troppo ad una questione di parole. E vorrebbe adunque il sig. cav. Paolo Savi che sui magazzini della società imprenditrice non si scrivesse «*qui si vende carbon fòssile* », ma «*qui si vende litantrace anòmalo* »?

*Anòmalo*, per quanto pare, vuoi dire *contro le règole*. Ma chi conosce così bene tutte le règole dell'universo da poter pronunciare questi giudizj? Finora il carbon fòssile fu cercato e trovato quasi solamente presso tre o quattro dei più industriosi pòpoli della terra, e perciò nei loro paesi; ma nessuno può dire in quante altre regioni del globo lo si possa trovare in processo di tempo. E se il caso ora avverato nella Maremma Toscana si ripettesse più e più volte altrove, qual sarebbe allora la règola, e quale l'eccezione?

Se il carbon fòssile di Toscana venne prodotto in un terreno terziario, mentre quello del Settentrione proviene da un fondo più antico, ciò prova che, geologicamente parlando, *la natura del*

*carbon fossile non dipende tanto dai terreni, quanto dalle piante che lo formarono, e dalle circostanze geologiche che le fecero vegetare in quei luoghi, e finalmente solo per ultimo dalla preparazione che il carbonio delle piante subì per opera delle cause geologiche posteriori.* Dunque ogni carbon fossile che lo sia chimicamente e mineralogicamente, lo è anche geologicamente, perché in prima origine deriva dal genere della vegetazione, la quale era figlia delle azioni geologiche, non ostante la differenza dei terreni.

Ed è poi vero che l'età dei terreni corrisponde così rigorosamente alla qualità dei combustibili nel loro seno racchiusi? Lo stesso sig. cav. Savi riferisce un passo del sig. Omalius d'Halloy, che nel 1841 scriveva, che il vero carbon fossile «sembra stendersi fino nei terreni terziarij, benché i combustibili di questi terreni *soient plus communément des lignites que des houilles*». E cita pure il sig. Sismonda, che nel 1842 scriveva che «*la lignite per la ricchezza della sostanza bituminosa talvolta fisicamente non si distingue dal vero litantrace*». E citò pure Brongniart, che nel 1823 descriveva quei depòsiti combustibili spesso assai potenti, che in certi luoghi hanno l'aspetto di carbon fossile, e anche del carbon fossile di buona qualità.

Dopo la questione della qualità d'un minerale vien quella della sua quantità; e il sig. cav. Savi rivolge ora su questo punto la sua opposizione. «Essendo litantraci non normali ma anòmali, è possibile che non ovunque consèrvino questa bontà, essendo conosciuto non trovarsi in generale nei terreni *mioceni* i combustibili se non nella parte inferiore, e pròssima al contatto dei terreni secondarij... v'è poco a sperare di trovare altri strati inferiori... Essendosi deposti in distinti e non meno estesi bacini, e forsanche quando il fondo del mare era tormentato, non si può sperare che abbiano quelle grandi dimensioni... Essendo sollevati dalle rocce ignee, v'è a temere interruzione negli strati — Tuttavia essendo provato che in Toscana, particolarmente meridionale, le azioni che convertirono le ligniti in litantrace agirono sopra una grandissima estensione di paese, e questa conversione è avvenuta in tutti i punti fin qui saggiati, si può sperare di trovar *buon carbone in qualunque punto*. Quando altri non si rinvenissero, questi sono belli e grossi da alimentare *lungo tempo* una vantaggiosa escavazione; ed è probabile che *aumentino in potenza* coll'internarsi verso il centro del bacino, il pozzo di Montebamboli essendo vicino al margine... Ogni bacino è molto esteso. In valle di Bruna sembra vasto, non si vedendo altre apparenze superficiali di carbone, specialmente da scirocco a grecale, e niun colle secondario che mostri limitarlo. Pòssono esser lavorabili *due miglia nella linea di direzione, e un miglio e mezzo nella linea d'inclinazione*. Nella val di Cornia, che è più sconturbata, parmi gli strati pòssano essere *un miglio in direzione e uno e mezzo in inclinazione*; s'estendono certamente assai più, ma temo siano separati, quantunque contigui».

Prima di tutto, anche parlando solo della val di Cornia, ossia di Montebamboli, l'estensione concessa dal cavalier Savi essendo di quattro e più milioni di metri quadri (4,147,000), e i due strati sommando alla grossezza di quasi due metri, e il peso specifico essendo a un dipresso 1,25, si avrebbero all'incirca cento milioni di quintali mètrici, che pòssono darne 60 di *coke*; il qual *coke* in Milano vale 15 lire al quintale mètrico. Lasciamo agli amatori di recar a termine il conto delle perdite e delle spese e della quantità che non si può estrarre. E rimane ancora a valutarsi il carbone di val di Bruna, ossia di Montemassi, a cui il cav. Savi concede una superficie doppia di questa. E qui si vede con qual latitudine s'iano ad intendersi le espressioni dell'altro illustre geòlogo che disse: «*On aurait tort de s'exagérer l'importance pratique de ces combustibles. Le terrain tertiaire moyen ne se trouve en Toscane qu'en lambeaux peu étendus; il est à craindre que l'exploitation du combustible contenu dans la plus part de ces lambeaux exige plus de frais que la vente du combustible ne pourrait en couvrir*». Lo stesso geòlogo poche pagine prima aveva rammentato i depòsiti di legname che il Mississippi aduna anche al presente intorno alle sue foci, e che ingombrano *plusieurs milliers d'hectares*; ora ogni *migliajo di ettari* è dieci milioni di metri. E se vi sono sì giganteschi depòsiti nei terreni novelli, chi può assegnar limite a quelli d'un'età tanto anteriore, e tanto più ricca di vegetabili quanto è la *terziaria media*? Ed egli stesso assente che «*le tertiaire moyen paraît très riche en combustibles fossiles dans une grande partie de l'Europe*».

Nessuno può dunque esser certo che la quantità del combustibile in Toscana non sia enorme; poiché enorme già sarebbe anche nei limiti concessi dagli stessi oppositori.

Del resto codesti terreni, come s'esprime il sig. Pilla, formano eminenze ondegianti nel seno d'un vasto bacino di monti, sfogato da più lati e principalmente verso il mare. «Il bacino, che si appoggia verso tramontana al serpentino di Montemassi, si stende verso mezzogiorno sotto la vasta pianura che va verso il mare; nessun'altra formazione appare che possa metter termine al suo prolungamento, fuorché i lontani monti... Sembra prodotto nel seno di estuarj, dove mettevano foce grandi fiumi, ovvero galleggiavano grandi torbiere... Il terreno ha tali fattezze che più alle forme dei terreni antichi che ai recenti lo avvicinano; la compattezza, l'eguaglianza delle linee di stratificazione, l'andamento, il filo d'inclinazione danno a credere che debba continuare a lungo collo stesso parallelismo;... collo stesso parallelismo continuano per buon tratto gli affioramenti, serbandone le medesime forme. Quali ostacoli possono metter termine al prolungamento degli strati?» Quanto agli strati di Montebamboli «non è a fidar molto sulla loro continuazione verso levante e settentrione, dove l'alberese (calcare cretaceo) rilevandosi potrebbe interrromperli; ma moltissimo verso occidente, dove i monti sono di conglomerato terziario subapennino, il quale fa cappello al terreno carbonifero; e quindi verso quella parte dove il fiume Milia ha scolo, possono gli strati prolungarsi».

Ma se si può nutrire probabile speranza sulla quantità del combustibile, potrà dirsi altrettanto della sua qualità? Possiamo noi darci a credere che le stesse cause, che produssero il carbon fossile nei luoghi finora esplorati, abbiano operato egualmente in tutta l'estensione di quei vasti bacini?

Per rispondere a questo, sarebbe prima mestieri chiarire quali possano essere le cause singolari, che hanno accumulato nel seno ai terreni terziarij una materia fossile che nel settentrione d'Europa si ricetta in terreni d'altra età. Ora gli scritti che ci stanno inanzi, non racchiudono intorno a queste cause alcuna concorde induzione.

Il cav. Paolo Savi attribuì la durezza degli strati argillosi e la bituminazione dei fossili terziarij alla sola azione d'un forte calore, e ne riferì la causa alla vicinanza delle rocce emersorie, e propriamente dei graniti e delle trachiti. «Credo che i graniti dell'isola d'Elba, di Gavorrano, di Campiglia, di Roccastrada sono della stessa età; comparvero dopo l'espansione ofiolitica (serpentinosa) e la deposizione dei mioceni (terziarij medj); e possono esserne state le modificatrici, giacché ne sono poco distanti, e parallele a queste, e sparse intorno. Nel 1838, e nel Congresso di Firenze del 1841, non conoscendo l'azione prodotta sui terreni terziarij medj dalle rocce trachitiche e dai filoni quarzosi, attribuì la modificazione alle rocce ofiolitiche. Correggo l'idèa non giusta». — Rendiamo onore alla lealtà colla quale egli ci dà fedel conto della nuova sua persuasione. Ma gli rimarrebbe a spiegare perché in altre parti d'Europa la vicinanza delle stesse rocce plutonie, anzi una vicinanza assai pròssima, non abbia tratto seco il medesimo effetto, e non abbia per egual modo trasformato la lignite in carbone. Brongniart, ha bensì chiarito che la lignite terziaria del monte Meissner, al contatto del basalte, passa in carbone bituminoso compatto, il quale offre alcuni dei distintivi del vero carbon fossile; ma Brongniart parla di *contatto*, mentre nel caso nostro non solo il carbon fossile non tocca alcuna roccia plutonica, ma n'è parecchie miglia lontano. E infatti il sig. di Collegno, ammettendo che l'eruzione granitica e metallifera sconvòlsero la Toscana quando i depòsiti terziarij erano già formati, suppone una causa più pròssima e più uniforme che non sia il mero contatto. «Ce ne serait point le *contact* des filons granitoïdes, qui aurait converti, sur quelques points seulement, le lignite en houille, ce serait le chaleur et la *pression* antérieures à la dislocation, dont ces filons sont une expression, qui auraient modifié de grandes étendues de combustible». Se non che, anche in questo caso rimane a dimostrare come in altri terreni assai più da recenti emersioni dislocati e torturati, a cagion d'esempio nel Veronese e nel Vicentino, una pressione più immediata e più manifesta non abbia svolto lo stesso grado di calore, e non abbia bitumefatte in pari grado le ligniti.

Il sig. Matteucci non esclude alcune cagioni locali d'uno straordinario calore; e osserva che nei lagoni di Monterotondo, non molte miglia discosto, la temperatura è altissima pochi metri sotto la superficie della terra, e se ne solleva il vapore aqueo che trasporta l'acido bórico; e rammenta che in

quella regione scaturiscono molte aque termali, e soprattutto la *Caldana*, che sgorga copiosa come torrente, e sempre calda a gran distanza dalla fonte. Ma il sig. Pilla osserva che i soffioni di Monterotondo sono troppo lontani e divisi da alti monti; e discosto ben quaranta miglia è la Caldana, la quale scaturisce da un terreno (*steaschisto*) che non compare nelle vicinanze dei due depòsiti carboniferi, e appartiene ad un òrdine assai più antico, vale a dire al *verrucano* (secondario inferiore).

Non concordò intorno alle càuse locali, il sig. Matteucci e il sig. Pilla sono unànimi poi nel supporre una più vasta e possente càusa calorifica nella Maremma Toscana. Il pozzo di Montemassi, che comincia in una valle ch'è solo 53 metri al disopra del livello marino, fu già spinto all'enorme profondità di 360 metri incirca, ossia più di 300 metri sotto mare. Laonde, se vi sono sul globo alcuni altri scavi che giungono a maggior profondità *sotterranea*, perché aperti su qualche monte o su qualche eccelso altipiano, non ve n'è alcuno che giunga a maggior profondità *sottomarina*, e più s'avvicini al centro della terra. Ora, non solo i due osservatori, giunti in fondo al pozzo con un affanno sempre crescente, sicché pareva loro di rimaner soffocati dal calore per l'angustia del luogo, non solo trovarono il fondo asciutto, e nessuna goccia d'acqua in tutta la lunghezza, e le rocce di tale aridità «che ricordavano le sabbie del Vesuvio, agglutinate dall'azione intensa del calore»: ma in compagnia col signor Bunsen di Marburg, rilevarono col termòmetro un aumento straordinario di calore, cioè d'un centigrado in 13 metri di discesa. Secondo Daubuisson, l'aumento d'un centigrado si avrebbe solo in 35 metri di profondità; e secondo i fatti raccolti da Cordier si avrebbe per termine medio in 25 metri. Questo graduale aumento di calore si deve alla maggior vicinanza della parte interna del globo; la quale dev'essere nello stato di fusione, poiché con un siffatto aumento d'un centigrado per 25 o per 35 metri si deve giungere, con 30 o al più con 40 mila metri di discesa, a un calore capace di fòndere il granito, cioè a centigradi 1200. Perloché è omai commune la persuasione che il globo sia quasi tutto una massa rovente, tranne codesta crosta sòlida o piuttosto sottile pellicola, che avrebbe solo la profondità d'una ventina di miglia; ben poca cosa a fronte dell'intero diámetro del globo, ch'è di settemila e più miglia. A questo calor centrale del globo il sig. Matteucci in parte, e il sig. Pilla in tutto, vorrebbero attribuire il fatto singolare dell'esistenza del carbon fòssile in quei terreni; partirebbero dall'osservazione da loro fatta dell'aumento d'un grado di calore per 15 metri di profondità; ciò che sarebbe il doppio dell'aumento indicato da Daubuisson e Cordier in 25 a 35 metri. E quindi verrebbero a indurre che in quella regione la crosta sòlida della terra fosse ancora più sottile che altrove; e che la vicinanza delle ardenti sue vìscere abbia potuto concuocere in carbon fòssile anche le ligniti dell'età terziaria, mentre nelle altre parti d'Europa l'azione del foco centrale si arrestò nei piani inferiori dell'edificio terrestre.

Il supposto è ardito; ma se fosse fondato sul vero, dovrebbe abbracciare una considerévole estensione della superficie terrestre; e quindi in altri circostanti luoghi della Toscana, anzi per lo meno nell'Italia tutta, si dovrebbe avverare, in tutti quanti i sotterranei senza eccezione alcuna, codesto singolare aumento di calore. Ma il fatto non è così. E lo stesso sig. Pilla, senza avvedersi, ne porge la prova, dove racconta, che nella miniera di rame di Montecatini Volterrano, la quale è solo un terzo di grado a settentrione di Montebamboli, entrato nell'interno del sotterraneo, *non sentì nessuna differenza fra la temperie esteriore e quella del fondo dello speco*. Una sì poderosa càusa tellùrica avrebbe dunque una sfera d'azione troppo improbabilmente ristretta a poche miglia; e non ostante la riputazione ben meritata dei tre osservatori Matteucci, Pilla e Bunsen, sarebbe stato prudente consiglio raccogliere maggior nùmero di fatti in maggior nùmero di luoghi, prima d'annunciare all'Accademia delle Scienze di Parigi come un singolar fenomeno tellùrico un aumento di calore, che in un suolo come quello della Maremma Toscana può bene attribuirsi a cagioni affatto ordinarie.

Nello stato presente della scienza non appare necessità alcuna di riferire alla sola influenza d'un più intenso e diuturno calore la preparazione dei carboni fòssili, e molto meno di considerarli tutti quanti come *ligniti trasformate*. Oseremmo dire che in tutte queste discussioni si siano troppo spinte le conseguenze dedotte dalle esperienze di Beudant. Questo illustre osservatore notò che le materie vegetali ancora verdi, sottoposte ad una certa pressione, richièdono solo una mediocre temperatura



per fondersi in carbone bituminoso, e perdere ogni vestigio di tessitura organica. Gli bastò introdurre la materia in tubi ben chiusi, e lasciarli una quindicina di giorni immersi in una caldaja a vapore, che operava a due o tre atmosfere. Ma la sostanza bituminosa così ottenuta è poi veramente identica al carbon fossile? E donde mai, compressa in un tubo chiuso, potrebbe ella aver tratto il principio ammoniacale, il quale appare costantemente nel carbon fossile, mentre si trova quasi solo per privilegio in alcune piante della vegetazione attuale, e mancava parimenti in quelle vegetazioni che produssero le ligniti anche più grasse e bituminose. Supponendo eziandio che il calore, svolto pel contatto delle rocce di spandimento, o per la compressione da esse cagionata, spiegasse lo stato bituminoso del carbon fossile e della lignite, esso non però spiegherebbe ancora lo stato sempre acido delle une, e sempre ammoniacale delle altre. Poiché se si volesse che l'ammoniaca del carbon fossile sia derivata dall'azoto atmosferico o dalla decomposizione animale, non si darebbe ancora la ragione per cui le ligniti, esposte alle medesime influenze e in meno lontana data, ne dovessero costantemente andar prive.

All'azione fondente e bituminante del calore bisogna quindi associare una causa ammoniacante, speciale alla formazione della carbonite, ed estranea alla formazione delle ligniti. A tal uopo basta supporre che l'elemento azotico, il quale nella flora vivente si restringe in un angustissimo limite, cioè a semi di piante e ad alcune sostanze essenziali, fosse alquanto più abbondante nelle specie vegetali dell'età carbonifera, e fosse già venuto meno in quelle dell'età lignitica. E qui il sig. Pilla aveva nelle mani un filo di probabilità per indurre come i terreni terziarij della Maremma Toscana pòssano contenere quei carboni ammoniacali, che nel settentrione giacciono solo nei terreni più antichi. «La giogaja delle Alpi, egli stesso aveva detto, segna un grandissimo confine tra la struttura geologica del settentrione e del mezzogiorno d'Europa. I terreni transalpini, cominciando dai più antichi e venendo ai più moderni, hanno una composizione, una giacitura, una *faccia* speciale, e *speciali ancora sono gli avanzi organici* che nei loro strati sono rinchiusi. E quando i medesimi terreni ad esaminare si prendono di qua dalle Alpi, e dalle giogaje che ne dipendono, ecco che i loro caratteri, le forme, la posizione variano immensamente; ed è mestieri ricorrere a molte lontane induzioni per riconoscere la loro analogia, o per dir meglio la loro contemporaneità. E quindi è avvenuto che molti terreni dell'Europa meridionale, i quali in verità sono recenti, furono giudicati, qualche tempo fa, molto antichi, perché le loro forme ritraggono moltissimo da quelle dei terreni antichi dell'Europa settentrionale». Dunque basta supporre che nell'età terziaria sopravivessero ancora nella Maremma Toscana le reliquie di quella vegetazione erbacea, che in età più remote rivestiva tutto il globo, sotto al fomento d'un'atmosfera più estuosa, e meno disegualmente atteggiata sulla faccia della terra. Come credere che nell'età terziaria, quando le emersioni serpentine avévano già sollevato a grandi altezze i dorsì dell'Apennino e delle Alpi, la vegetazione del loro declivio meridionale dovesse trovarsi precisamente uniforme a quella delle lande settentrionali? E quando si volesse anche escludere l'influenza delle catene montane sui bacini da loro rinchiusi, e rivolti a diseguale esposizione, come escludere da quell'età la grande influenza delle latitudini e la potenza del raggio solare? L'età terziaria nutriva già sulla faccia della terra enormi animali a sangue caldo, il che involge la necessità d'un'atmosfera lucida e pura, trapassata dalla caliginosa stufa dell'età paleosaurica alla libera luce del sole, e quindi già sottoposta a risentire la vicinanza dell'equatore, dovunque egli poi fosse. Che se appena si supponga che i poli del globo fòssero nella stessa posizione ove sono al presente, si aggiunge alla varia altezza ed esposizione dei bacini anche la varietà delle zone terrestri, per rendere ragione d'una diversa condizione vegetale nelle maremme del mezzodì, e nelle lande del settentrione. Ed è un fatto non dubio che ancora oggidì le piante azotate, come le chinifere, àmano i climi più caldi; e il frumento stesso non solo non regge ai climi glaciali, ma porge semi più copiosi di glutine, cioè più azotati, nelle terre meridionali.

Non basta adunque l'aver trovato negli strati circostanti al carbone maremmano alcune reliquie di piante moderne, per indurne che tutto l'ammasso carbonoso vi sia provenuto da una vegetazione simile all'attuale. Infatti è omai riconosciuto che codesti ammassi si devono soprattutto ad antiche torbiere, e quindi nella loro maggior quantità piuttosto ad erbe palustri che alle piante arboree, le

quali potévano allignare sui lidi circostanti, ed èsservi strascinate dalle correnti, e lasciare durévoli reliquie nei depòsiti soprastanti o sottostanti.

Intanto si viene sempre più ad intravedere, che colla sola guida degli avanzi fòssili non è dato determinare l'età dei terreni, poiché la medésima età geològica deve avere allevato fòssili di qualità diverse nelle diverse regioni, appena che la terra nascente fu emersa dalle aque, e si ripartì in bacini esposti a diverse influenze e graduati a diverse altezze, e risentì l'ineguale effetto del calor solare e delle eradiazioni refrigeranti. Nello studiare i terreni bisogna ponderare il complesso di tutte quelle condizioni distintive, che fòrmano, per così dire, la loro personalità. Come un fiore non fa primavera, così né una conchiglia né una fucòide non fanno un terreno. Malfida poi del tutto è la via che tèngono quelli, che, trovata una qualunque reliquia dell'antico terreno itàlico, vanno con tutta fede a ricercarne l'età nelle fàune fòssili del settentrione, senza badare, che, se tutta la vegetazione attuale dovesse rimaner sepolta da una nuova rivoluzione geològica e risùrgere di nuovo dagli abissi del mare, le felci arborescenti, deposte dalla vegetazione presente sulle rive tropicali, dovrèbbero per questa maniera di studj apparire anteriori di molti sècoli alle reliquie arboree, che rimanéssero lungo i fiumi della Siberia e del Canadà. Nei mari delle Indie vònono ancora le conchiglie che si tròvano sepolte nelle rocce terziarie dell'Apennino, e le crinoidèe, che in Europa appartèngono solo al mondo fòssile.

È necessario dunque inoltrare con perseveranza nuovi studj intorno ai terreni della Maremma, poiché pòssono dare un aspetto novello a tutta la geologia dell'Italia e dell'Europa meridionale, e rivelarci condizioni assài più favorévoli all'industria e all'opulenza nazionale, che prima non èrasi sperato. Intanto che della qualità più o meno lodévole del carbone maremmano non sembra più lécito dubitare, si può nutrire buona speranza anche della sua quantità; poiché se, a confessione anche dei meno favorévoli, i terreni terziarj abòndano di depòsiti combustibili, e se fosse vero che nell'età terziaria era tuttavia supèrstitute in Italia una vegetazione già estinta nel settentrione, si avrebbe una ragionévole aspettativa che all'abondanza dei depòsiti si accompagnasse la buona loro qualità, e che la pròvida natura avesse coi carboni dei terreni terziarj supplito in queste regioni all'asserita mancanza del terreno carbonifero antico. Noi ci congratuliamo col nostro collaboratore Curioni, per l'ùtile incoraggiamento ch'egli diede *in tempo opportuno* ad un'impresa poco lietamente accolta e dai negozianti milanesi e dagli scienziati toscani. Ai quali si può fare accusa di aver troppo negletto e differito lo studio chimico del combustibile maremmano; e quella d'aver con troppa tenacità supposto, che la feconda madre natura non abbia fatto altro nel mezzodì che la fedel copia del settentrione.

\* Pubblicato ne «Il Politecnico», vol. 6, fasc. 36, 1843, pp. 536-555.