



Anno di fondazione 1824

La Petrografia nella Storia della Scienza Parte 1 - dalle origini alla comparsa del microscopio[†]

Rosolino Cirrincione [1]*

[1] Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania, Sezione di Scienze della Terra, Corso Italia 57, 95129 Catania

Summary

Petrography in Science History. Part 1 - From the origin to the microscope advent in the first half of the 19th century

This is the former paper related to a research on the chief steps that marked the birth and development of petrography, a science involved in the study of rocks. The first investigations on rocks found their place within the body of Aristotelic and Arab physics and of Natural History, and later, since the 17th century, of both geognosis-geology and mineralogy. The basic principles of this discipline, defined at first as lithology, started to develop only in the first decades of the 19th century, when its autonomous nature was recognized. This time coincides with the increasing availability of data on rock chemistry, and the first observations of rocks under the microscope, an instrument that marked a revolution in the systematic criteria and schemes, adopted until that time for the study of rocks. Due to this reason this paper deals with the time interval starting from the very first scientific treatises on rocks until when the microscope came out; the second paper will be focused on how the research developed starting from the first observations of rock thin sections up to the present time.

Key words: *history of science, rock study, petrography*

Riassunto

Questa è la prima parte di un lavoro nel quale vengono ripercorse le tappe principali che segnano la nascita e lo sviluppo della petrografia, la scienza che studia le rocce. Questa disciplina rimasta per molto tempo in grembo alla mineralogia e alla geologia vede nei primi decenni del XIX secolo formulare i principi basilari che sanciscono una propria autonomia. Il periodo coincide con la crescente disponibilità di dati chimici e l'inizio delle osservazioni delle rocce al microscopio, strumento che segnerà una rivoluzione nei criteri e negli schemi classificativi fino ad allora usati dagli studiosi. Per questa ragione si è preferito trattare qui l'intervallo temporale che dalle prime disquisizioni scientifiche sulle rocce arriva fino alla comparsa del microscopio; nella seconda si esaminerà lo sviluppo della ricerca che dalle prime osservazioni di rocce in sezione sottile al microscopio giunge sino ai giorni nostri.

Parole chiave: *storia della scienza, studio delle rocce, petrografia*

[†]Nota presentata nella seduta dell'8 maggio 2015

*e-mail: r.cirrincione@unict.it

1 Introduzione

Il rapporto tra l'uomo e la roccia è antico quanto l'uomo. Quello stesso che ha intagliato la pietra e modellato l'argilla per costruirsi una casa, gli strumenti di lavoro, di caccia e difesa o per donare ornamenti alla propria donna. Per raccontare l'origine di questo rapporto, così intimo da assumere il carattere di un connubio, dovremmo spostare l'inizio del racconto al principio dei tempi, ma non è questo l'obiettivo del presente lavoro. Non ci sono dubbi, infatti, che minerali e rocce siano stati i protagonisti incontrastati nello sviluppo culturale e tecnologico dell'umanità. Lo scopo di questo lavoro è però raccontare quella storia che ha inizio nel momento in cui si inizia a rivolgere l'attenzione alle rocce non per un fabbisogno personale, ma per conoscerne la natura e come si sono formate; da quando, cioè, alla necessità si affianca la curiosità. Quella *curiosità scientifica* che Aristotele amava definire "*meraviglia*", interpretando quell'impulso naturale che ha sede in ognuno di noi e che ci invoglia ad interessarci dei fenomeni e delle cose della natura (Aristotele, *Metafisica*, I, 2). Nasce così la Scienza, figlia della meraviglia e dello stupore, che spinge l'uomo ad interrogarsi sulle cause e sulle leggi che regolano i fenomeni che avvengono nel suo intorno. Dalla Scienza della Natura ($\Phi\upsilon\sigma\iota\kappa\alpha$) inizialmente unica ed indifferenziata, hanno avuto origine, nel tempo, le diverse discipline scientifiche, ognuna con un proprio profilo e un proprio specifico oggetto d'interesse.

Ricostruire la storia di una disciplina, significa ripercorrere a ritroso le tappe principali del suo sviluppo fino a rintracciarne le *origini*. Le *tappe principali* coincidono con i trattati e le opere degli studiosi che hanno fissato i principi basilari della disciplina, contribuendo, così, alla sua evoluzione come entità indipendente. Le *origini* sono di solito più difficili da individuare, soprattutto quando si tratta di discipline *figlie*, non volendo, con l'uso di questo termine, sminuirne il ruolo o l'importanza, ma indicare la loro nascita per gemmazione da un'altra. Stabilire la data di nascita di una nuova disciplina scientifica significa, quindi, individuare il periodo storico in cui questa assume una propria identità e una propria autonomia, quell'intervallo di tempo in cui si recide il cordone ombelicale con le discipline madri e si avvia un percorso sostanzialmente indipendente. Questo processo si compie attraverso il lavoro di tanti studiosi che ne fissano le fondamenta e gli obiettivi, delineandone gli ambiti di studio e marcandone i confini.

La petrografia - *descrizione delle rocce* - è figlia della mineralogia e figliastra della geologia, nonchè parente stretta della fisica e della chimica, delle quali per lungo tempo è rimasta in grembo, dal momento che gli antichi studiosi non avevano ancora delineato in maniera univoca obiettivi e confini di queste discipline. I trattati più antichi argomentano, infatti, in maniera indistinta dei materiali della Terra, considerando alla stessa stregua minerali, rocce, gemme e anche fossili. Volendo ricercare le radici di questa disciplina, dobbiamo partire necessariamente da quando la scienza iniziò a differenziarsi nelle diverse categorie di oggetti naturali, in particolare da quando iniziarono, da parte degli studiosi, i tentativi di realizzare una sistematica che potesse organizzare le rocce in schemi classificativi logici, così come fatto dalle altre discipline, germogliate dalla Storia Naturale nel XVIII e XIX secolo, quali la zoologia, la botanica, la mineralogia. Essendo, infatti, le rocce intese come aggregati naturali di minerali, il loro studio era considerato appendice della mineralogia che aveva già maturato una propria e specifica sistematica. È tra l'inizio e la metà del XIX secolo che la petrografia inizia un processo di separazione dalla mineralogia che nel giro di qualche decennio la svincolerà definitivamente da questa. Le ragioni che hanno portato alla nascita della petrografia in questo periodo storico sono in buona parte legate alla grande quantità di nuove rocce che venivano ordinariamente aggiunte a quelle già note. I viaggi e le spedizioni scientifiche attraverso il globo intero, il più delle volte incoraggiati e finanziati dalle diverse potenze europee a partire dal XVI secolo, per scopi sia economici sia militari, incrementarono a dismisura il numero di rocce descritte, con la crescente necessità di disporre questi oggetti in un ordine sistematico. D'altra parte, ordinare gli oggetti della natura in schemi classificativi è frutto della curiosità umana, e un uomo di scienza non può non sentire forte questa esigenza per due ragioni essenziali: la prima, di natura schiettamente pratica, per trovare linguaggi generali e condivisi tra gli studiosi delle stesse categorie di cose; la seconda, di natura puramente scien-

tifica, per individuare possibili relazioni tra oggetti che sembrano distanti, e definire, attraverso una categorizzazione, ceppi primari da cui si dipartono percorsi che rappresentano linee guida di processi naturali. Per classificare gli oggetti naturali occorre però stabilire una serie di criteri, gerarchicamente organizzati, che ne governano l'ordinamento. La scelta di questi criteri attiene alla tassonomia, la loro applicazione genera la sistematica, cioè la classificazione basata su relazioni in sistemi gerarchici. La tassonomia dipende strettamente dallo stato delle conoscenze. Nel corso degli anni, l'incremento delle conoscenze scientifiche ha fornito nuova linfa per la tassonomia e, quindi, per la sistematica in ogni ramo del sapere scientifico. Tuttavia, mentre la sistematica nelle scienze biologiche, continuamente rivisitata e perfezionata, ha ricevuto grandi attenzioni dapprima grazie alla teorie evoluzionistiche di Darwin e poi alla scoperta del DNA, la sistematica delle rocce racconta una storia più articolata che ancora oggi non può essere considerata definitiva. È ragionevole supporre che gli schemi classificativi più antichi siano stati concepiti per puri scopi utilitaristici: è fuori dubbio, infatti, che gli architetti babilonesi ed egiziani conoscessero molto bene quale roccia collocare nei diversi elementi costruttivi di un edificio, sia per esigenze estetiche, sfruttandone cioè strutture e policromie, sia per esigenze ingegneristiche, sfruttando quindi le caratteristiche fisico-meccaniche della roccia. Così come è ragionevole pensare che il fabbricante di mattoni conoscesse con scrupolosità quale argilla preferire per rendere più solido e duraturo il suo laterizio, oppure ancora il minatore da quali rocce poteva estrarre i minerali che il forgiatore di metalli, di certo sapeva selezionare attentamente per realizzare la sua lega. Tutte queste esperienze assimilabili ad ancestrali forme di sistematica delle rocce, nate e sviluppate in vario modo nelle antiche civiltà, probabilmente non sono mai state scritte, oppure se scritte, al momento a noi non pervenute.

Oggi siamo consapevoli del fatto che la classificazione delle rocce presenta problemi sia di ordine sistematico, sia di ordine naturale. I primi riguardano la oggettiva difficoltà nel trovare prima e nell'applicare poi dei criteri funzionali a produrre una classificazione che, analogamente alla sistematica biologica, sia in grado di accomunare le rocce in gruppi omogenei per natura, data la grande complessità e diversità del mondo inorganico; i secondi nascono dalla consapevolezza che, non esistendo interruzioni nel continuo spettro delle variazioni composizionali delle rocce, la creazione di schemi classificativi, che invece ordinano e dispongono i litotipi in gruppi ed in intervalli finiti, risulterà come ovvio, sempre imperfetta.

2 Dalla filosofia alla mineralogia

Non sapremo mai quando un uomo ha guardato per la prima volta un minerale o una roccia con lo stupore che prelude all'interesse scientifico, così come non sapremo mai chi è stato il primo curioso che ha scritto qualcosa sull'argomento; sappiamo però qual è, a tal proposito, il più antico documento fino a noi giunto.

Il *Peri lithon* di Teofrasto di Ereso (372-287 a.C.; 315; fig.1), allievo di Aristotele e suo successore nella direzione del Peripato, è il più antico trattato sui minerali e rocce di cui abbiamo notizia. Noto soprattutto per gli scritti di botanica (*Ricerche sulle piante* - *Περὶ φυτῶν ἱστορίας* - in 9 tomi e *Cause delle piante* - *Περὶ φytῶν αἰτιῶν* - in 6 tomi) e per la celebre opera "*Caratteri morali*", che restituisce un'immagine fedele della società ateniese dell'epoca, l'Autore compone il *Trattato sulle Pietre* attorno al 315 a.C. Giunto a noi probabilmente incompleto, certamente parte di un'opera più vasta in diversi volumi, la cui prima stampa in greco e latino risale al 1497 nelle officine di Aldo Manuzio a Venezia (fig. 2); dal XVIII secolo in poi, l'opera è stata tradotta in inglese, francese e tedesco, e solo nel 1997 anche in italiano con un cospicuo glossario in appendice, essenziale per comprendere termini ed espressioni altrimenti incomprensibili (Mottana & Napolitano, 1997). I concetti basilari sulla natura dei "*materiali che traggono forma dall'interno della Terra costituite da una materia pura e omogenea, che trae origine da processi di precipitazione e di filtrazione*" risentono fortemente della scuola di pensiero platonica e aristotelica. Basta leggere le primissime righe dell'opera per avvertire come l'essenza del pensiero teofrastico sulla natura della materia e l'origine dello stato solido, risieda nel *Timeo* di Platone e nella *Metereologica* di

Aristotele. Tuttavia, l'eccezionalità dell'opera consiste nell'elaborazione dei pensieri concepiti dai due maestri fino all'applicazione di questi alla *materia della Terra*, sviluppando così un primo straordinario tentativo di organizzazione sistematica delle rocce.

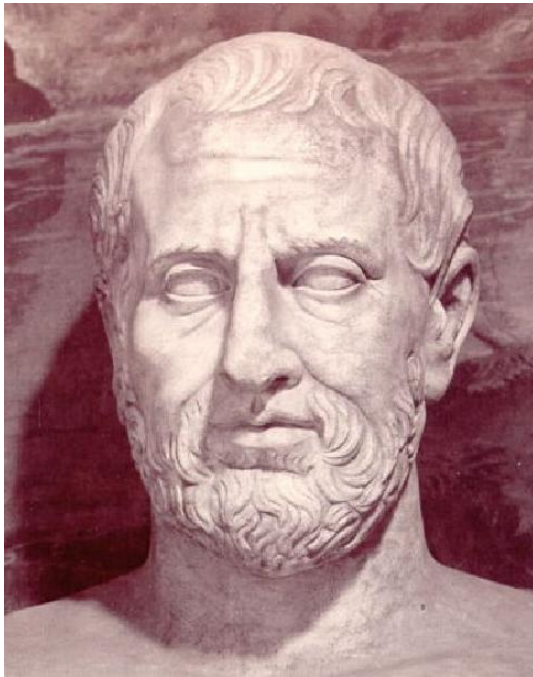


Fig. 1 - Teofrasto di Ereso

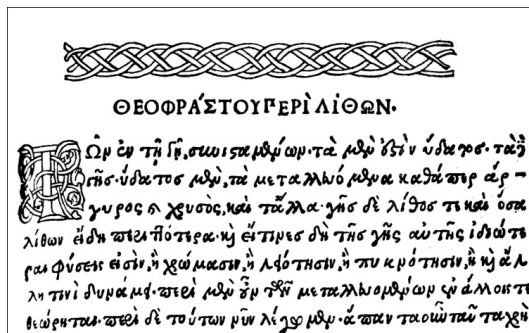


Fig. 2 - Incipit del "Peri Lithon" di Teofrasto (stampato da Aldus Manutius, 1497)

L'opera descrive sessanta tipologie diverse di *pietre*, non discernendo, come d'altronde gli altri scrittori dell'antichità, tra minerali, gemme e rocce. Il prodotto finale è un catalogo dei materiali lapidei al tempo noti, che stupisce sin da subito per le dettagliate e minuziose esposizioni arricchite di notizie sull'uso e sulle tecniche di lavorazione dei materiali lapidei, restituendo così un quadro generale sugli aspetti culturali e tecnologici dell'epoca. L'eccezionalità dell'opera, che la rende documento scientifico, sta nel fatto che l'autore non si limita a semplici esposizioni morfologiche, piuttosto spinge la ricerca a delle vere e proprie indagini petrografiche, congegnando ipotesi sulle possibili origini delle rocce: "*Per alcuni materiali il processo di solidificazione avviene per opera del calore, per altri si verifica per azione del freddo*". Sorprendente è, al paragrafo quattordici, la descrizione dei diversi aspetti strutturali della Pietra di Lipari e sull'ipotesi che avanza per supportare tali diversità: "*prima di essere bruciata è nera, liscia e compatta (ossidiana), per combustione cambia colore e compattezza divenendo porosa (pomice)*" questa pietra non si presenta in masse continue, e si trova invece dispersa qua e là all'interno della pomice"; l'autore inoltre confronta l'ossidiana di Lipari con quella dell'isola di Milo, ciò che indica non soltanto una scrupolosa osservazione, ma anche una precisa conoscenza dei luoghi. Certamente distante dalla visione scientifica e dalla sistematica petrografica attuale, considerando l'epoca del trattato, sorprende comunque la scientificità delle osservazioni riportate, connesse sia alla finezza con la quale l'autore esamina e descrive rocce e minerali, sia alle speculazioni che avanza sulle possibili origini dei "*materiali che traggono forma dall'interno della Terra*". A ragion di merito, sulla base di queste considerazioni, abbiamo stabilito di porre nel Peri lithon di Teofrasto il punto di partenza della ricerca storica oggetto del presente scritto.

Non si dibatte, se non marginalmente, di rocce e minerali nel *De Rerum Natura* di Lucrezio; pertanto, considerate le finalità di questo lavoro, possiamo superare il poema latino per incrociare direttamente nel nostro percorso storico l'opera titanica, in trentasette volumi, di Plinio il Vecchio (23-79 d.C.). Per l'enorme quantità di informazioni riportate, la *Naturalis Historia* è considerata la prima enciclopedia delle "Scienze della Natura", essendo in essa racchiuso l'intero scibile dell'epoca (fig. 3). L'autore spazia nei diversi campi del sapere, dalla geografia all'antropologia

e alla medicina, dalla zoologia alla botanica, fino a dedicare gli ultimi cinque volumi, dal libro XXXIII al libro XXXVII, alla mineralogia o, più in generale, ai materiali della Terra e al loro uso, illustrando e commentando anche i benefici che l'uomo ne trae. Non ci sorprende, allora, il fatto che l'opera di Plinio (Opera consultata: *Storia Naturale* - Vol. V, Mineralogia e storia dell'arte, Libri 33-37, Ed. Einaudi, 1988), già punto di riferimento del sapere scientifico e tecnologico, sia diventato testo di consultazione scientifica, per le culture successive almeno fino al Medioevo, e successivamente fonte storica per esplorare la sapienza degli antichi riguardo i fenomeni naturali. Considerata l'epoca, certamente rilevanti sono le informazioni su minerali e rocce di carattere scientifico riportate nell'opera: pur tuttavia queste passano assolutamente in secondo piano quando leggiamo i volumi dedicati alla mineralogia. In questi, l'interesse dell'autore, rivolto più al senso pratico che a quello scientifico, ci regala, a distanza di due millenni, il trattato più completo sull'uso e sulle tecniche di lavorazione di minerali, rocce e metalli. Questi volumi, il cui intento dell'autore era di quello di riunire tutto ciò che si sapeva sui *materiali della Terra*, si trasformano quindi in un importantissimo documento storico-artistico in cui sono descritti i materiali e le pratiche usate dai più noti artisti dell'epoca per la realizzazione di opere statuarie, pittoriche, architettoniche e musive, nonché importanti notizie sulle loro vite, divenendo così un resoconto completo delle arti antiche, una fonte essenziale per la storia dell'arte classica, senz'altro la parte più affascinante e storicamente rilevante dell'intera opera. Il nome di Plinio il Vecchio è legato alla tragica eruzione del Vesuvio del 79 d.C., durante la quale perse la vita, per essersi spinto troppo vicino nell'intento di osservare il fenomeno e descriverlo, meritando così l'appellativo coniato da Italo Calvino di "*primo protomartire della Scienza Sperimentale*" (Calvino, 1982).

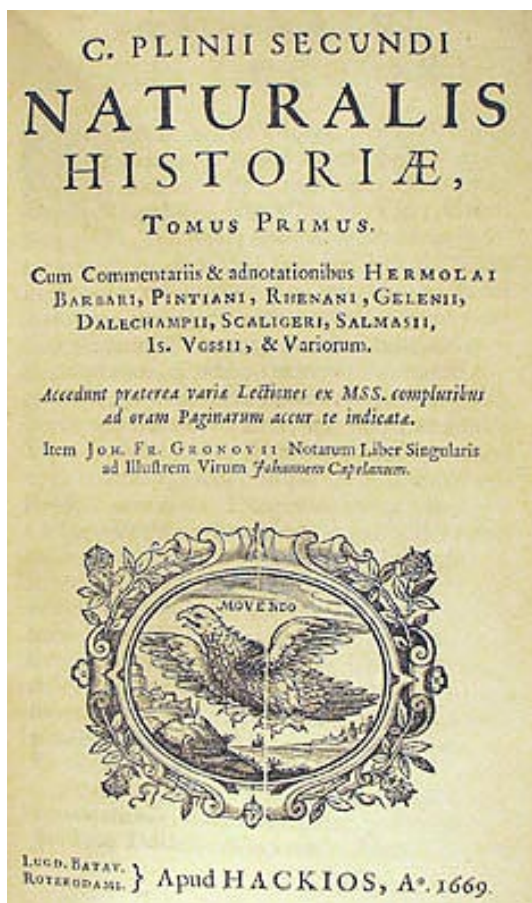


Fig. 3 - Frontespizio del secondo volume della "*Naturalis Historia*" di Plinio il Vecchio (Caius Plinius Secundus)



Fig. 4 - Ritratto di Al-Biruni

Per lungo tempo, la storia non ci consegnerà altre opere rilevanti ai fini di questo studio. Bisogna attendere quasi novecento anni e raggiungere la feconda Persia per incontrare l'opera di

Abū al- Rayhān Muhammad ibn Ahmad al-Bīrūnī, meglio noto come Al-Biruni (fig. 4), studioso eclettico nato nel 973 in Corasmia, oggi regione uzbeka del Khwārizm. Dopo aver tanto scritto di matematica, fisica e astronomia, dedicò gli ultimi anni della sua vita allo studio di minerali e rocce, studi che raccolse nella sua opera *Ketāb al-jamāherfīma' refat al-jawāher* (Krenkow, 1946). Il trattato consta di una prima parte, *dībīja*, dedicata alla saggezza del creato, e di una seconda parte, *tarwīha*, costituita da una insieme di quindici sezioni che raccontano il rapporto dell'uomo con l'oro e l'argento e come questi metalli rappresentino la base dello sviluppo economico. L'autore disserta su l'uso di questi metalli e di altre pietre preziose come ornamento, dedicando alle gemme (diamante, smeraldo, ametista, lapislazzulo e tante altre) una vasta parte del testo; le spiegazioni sono arricchite da indagini filologiche sui nomi dei minerali e delle rocce e le descrizioni spesso richiamano locuzioni di autori greci abilmente ornate con versi di poeti arabi. Dal punto di vista scientifico, il testo è ricco di notizie singolari e di curiosità come, ad esempio, la descrizione del bossad, cioè del corallo usato come gemma, di cui egli stesso individua la vera origine, ma anche di dati scientifici importanti come, ad esempio, quando fornisce, con una notevole e sorprendente precisione, i pesi specifici di una grande quantità di minerali e gemme (Anawati, 1979).

Contemporaneo ad Al-Biruni, Avicenna (980-1037) allargò i confini del sapere con la sua colossale opera *Kitab Al-Shifa*, (Adamson, 2007; Marmura, 2008) un trattato enciclopedico di filosofia e scienze naturali composto da diciotto volumi scritti tra il 1014 e il 1020 e pubblicati nel 1027 (fig. 5). Noto soprattutto per i suoi studi in filosofia e in medicina, tanto da essere considerato il padre della medicina moderna, Avicenna nacque molto probabilmente in una regione dell'attuale Afghanistan, dove iniziò la sua formazione sugli scritti di Aristotele.



Fig. 5 - Il frontespizio del "*Kitab Al-Shifa*" (Liber Sufficientiae; The Book of Healing) di Avicenna (Abū Aībn Sīnā)

Nella quinta sezione della parte II dell'opera suddetta, nel saggio *Mineralogia e Meteorologia*, Avicenna compendia l'intero sapere orientale sulla Terra. In questa sezione dell'enciclopedia, l'autore prende spunto dalle conoscenze allora note nel mondo islamico, intrise di misticismo e religiosità, e le elabora formulando delle ipotesi originali e sorprendentemente moderne, per lungo tempo ignorate dalla cultura occidentale, quasi certamente per la mancanza di traduzioni in latino. Le uniche parti della sua monumentale enciclopedia, tradotta in età medioevale, di cui si ha

notizia, sono, infatti, i trattati di logica (*Logica*), di filosofia (*Sufficientia* o *Communia naturalium* e *Metafisica*) e di psicologia (*Liber IV Naturalium*). L'ultimo di questi comprende sei capitoli, ognuno dei quali dedicato a processi naturali: 1) formazione delle montagne; 2) ruolo delle montagne nella formazione delle nuvole; 3) acque sotterranee; 4) origine dei terremoti; 5) formazione dei minerali; 6) diversi tipi di terre. In quest'ultimo capitolo, l'autore suddivide i materiali della Terra in quattro gruppi: 1) pietre e terre; 2) metalli; 3) materiali combustibili e minerali sulfurei; 4) sali. Sembra essere questo il più antico tentativo di sistematica minero-petrografica al momento noto. Ma l'eccezionalità dell'intelletto di Avicenna va ben oltre l'organizzazione sistematica.

È sufficiente leggere le prime righe di uno qualunque dei suddetti capitoli per rendersi immediatamente conto di quanto grande sia stato il suo pensiero, di quanto originali ed innovativi siano stati i suoi concetti in tutti gli ambiti delle Scienze della Terra e come, tutt'oggi, sia poco valorizzato e non giustamente riconosciuto il suo contributo scientifico. Bisogna aspettare l'età rinascimentale per vedere molti dei principi enunciati da Avicenna, concepiti nel mondo occidentale ed erroneamente considerati originali.

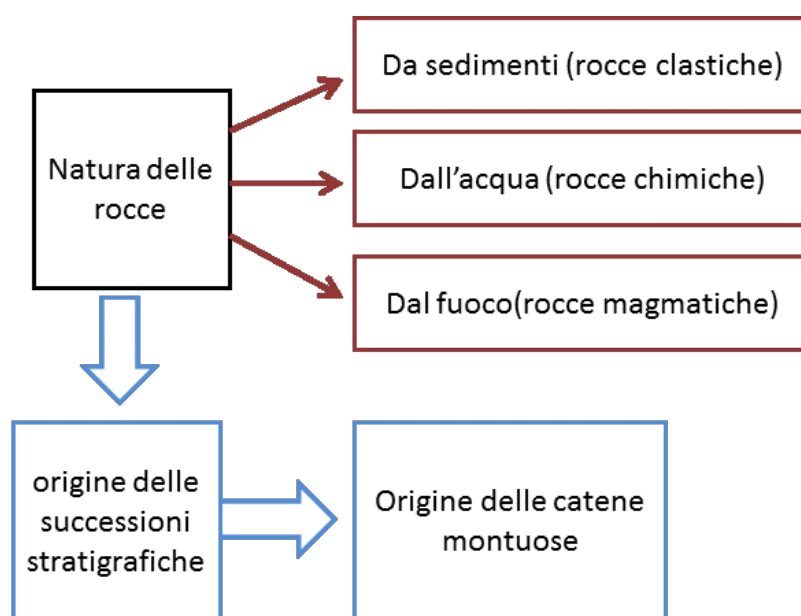


Fig. 6 - La sequenza di eventi per la formazione delle montagne e schema classificativo delle rocce secondo Avicenna (modificato da Al-Rawi, 1983)

Nel primo capitolo, l'autore argomenta sull'insieme dei processi che hanno luogo nella formazione delle montagne; questi, secondo Avicenna, comprendono tre diversi stadi che si avvicinano cronologicamente: il primo riguarda la formazione delle rocce; il secondo, l'accorpamento delle rocce in sequenze e successioni stratigrafiche; il terzo, l'origine dei rilievi (fig. 6). È nell'opera di Avicenna che troviamo, per la prima volta, tracce esplicite di argomentazioni sulla natura delle rocce e sui possibili processi che ne determinano la genesi; asserzioni che costituiranno, otto secoli più tardi, il piedistallo della petrografia. Le rocce possono trarre origine da tre diversi processi: per accumulo di detriti fini e finissimi (oggi classificate come rocce sedimentarie detritiche), per precipitazione dalle acque (oggi classificate come rocce sedimentarie chimiche) oppure nascere dal fuoco (oggi note come rocce ignee) (Munim Al-Rawi, 1983; 2002).

È questa la prima eccezionale novità dell'opera di Avicenna: le rocce sono distinte in funzione del processo genetico da cui hanno origine, concetto questo sorprendentemente moderno, che oltrepassa i secoli e giunge praticamente alla seconda metà del XIX secolo, dove costituirà le fondamenta della sistematica petrografica attuale. Lo stesso principio di sovrapposizione, così chiaramente espresso da Avicenna nella discussione sull'organizzazione delle rocce in sequenze stratigrafiche (secondo stadio del processo di formazione delle montagne) prima di essere esumate

a costituire le catene montuose, ha in embrione il principio dell'attualismo che, sette secoli dopo, James Hutton (1795) concretizzerà nella sua teoria.

Così come l'eventualità che le rocce possano avere una duplice origine indipendente o dalla acqua o dal fuoco, concretizza un'idea sorprendentemente moderna che scavalca il contrasto ideologico che alimenterà il conflitto tra nettunisti e plutonisti nella comunità geologica dei secoli XVIII e XIX. Viene voglia di definire Avicenna un uomo del futuro: la modernità del suo pensiero, infatti, ci sorprende in tutti gli aspetti (Sarton, 1954). In un'epoca in cui l'alchimia permeava profondamente la scienza, così è riportato nel *De Congelatione et Conglutinatione lapidum* (traduzione latina attorno al 1200 di Alfredo di Sareshel, in origine erroneamente attribuito ad Aristotele; Holmyard & Mandeville, 1927) a proposito della trasmutazione delle sostanze e dei metalli: *"Sappiano i praticanti dell'alchimia che non possono trasmutare una forma di un metallo in un'altra ... cioè che le differenze specifiche dei metalli possano essere rimosse con qualche abile metodo, io non lo credo possibile"* (Holmyard & Mandeville, 1927).

Nel contempo l'Occidente, fortemente condizionato dal pensiero aristotelico per ragioni fin troppo note, non costituiva di certo un ambiente fertile per lo sviluppo del pensiero scientifico. Tra coloro che rivestirono una posizione preminente nello sviluppo dello studio delle rocce, sicuramente è da annoverare Alberto Magno di Bollstädt (1206-1280), eminente studioso medievale e maestro di Tommaso d'Aquino, attivo in tutti i campi del sapere, compresa la mineralogia. Nel suo saggio *De Mineralibus* (fig. 7), afferma con determinazione che, nonostante il suo pensiero scaturisca dall'universo aristotelico, i contenuti del trattato non devono essere considerati unicamente come un esercizio di travaso, ma prodotto di una ricerca sulle cause dei fenomeni: *"L'obiettivo delle scienze naturali non è semplicemente accettare le dichiarazioni degli altri, ma investigare le cause che sono all'opera in natura"* (Wyckhoff, 1967). L'opera è composta di cinque libri, di cui il primo e il secondo dedicati alle *pietre*, il terzo ed il quarto ai *metalli*, e l'ultimo agli *intermedi*, intendendo con questo termine *res naturales* con le caratteristiche di entrambi. L'organizzazione del trattato è tipicamente da erbario medioevale, con minerali e rocce disposti in ordine alfabetico, seguiti dalle caratteristiche morfologiche, proprietà fisiche e luoghi di rinvenimento. Le credenze sui poteri magici e curativi di alcuni minerali e pietre arricchiscono, infine, il lapidario di Alberto Magno, aggiungendo così singolari notizie e divertenti curiosità sulle antiche superstizioni e sulle credenze dell'età medioevale (Weisheipl, 1994).

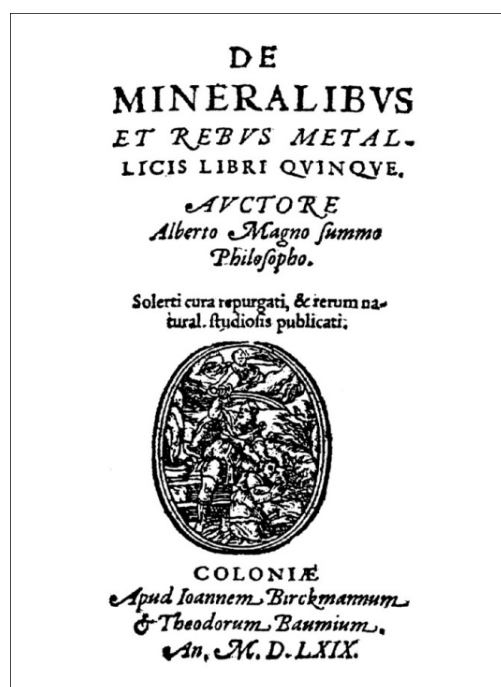


Fig. 7 - Il frontespizio del *"De Mineralibus et Rebus Metallicis"* di Alberto Magno, in una edizione del 1569

Nei secoli XVI e XVII si assiste ad un vertiginoso progresso nella mineralogia, sviluppo dipendente principalmente dalla vigorosa attività mineraria ovunque diffusa nel continente europeo. L'oggetto del presente lavoro rimane comunque la ricostruzione del pensiero scientifico che ha governato lo studio delle rocce fino alla formulazione dei principi basilari della moderna petrografia. Pertanto, nonostante il parallelismo con gli scritti di mineralogia e di cristallografia siano ovvi e inevitabili, di seguito concentreremo l'attenzione solo su quei trattati dove l'idea di roccia prende forma e corpo come oggetto di studio autonomo, accennando appena agli altri al solo scopo di costruire un percorso storico organico.

Per questo, non ci soffermiamo sul saggio *"De la Pirotechnia"* (1540) di Vannoccio Biringuccio (1480-1539), importante trattato sui giacimenti minerari e sulle tecniche di sfruttamento, considerato il primo testo completo di metallurgia (Picchi & Sassi, 2007), per dedicare più spazio a Georg Bauer (1494-1555), noto con il nome latinizzato di Georgius Agricola, unanimemente riconosciuto padre della mineralogia. I due saggi *De Natura Fossilium* (1546) e il *De Re Metallica* (fig. 9; 1556) costituiscono il primo approccio scientifico completo a questa scienza (Agricola, 2004). Dopo l'opera di Plinio il Vecchio, è nel *De Natura Fossilium* che ritroviamo un tentativo di sistematica mineralogica (Zittel, 1901). In questa opera, l'autore classifica i minerali, al tempo ancora chiamati *fossili*, disponendoli con un ordine non alfabetico, come di consueto nelle precedenti opere, bensì accomunandoli per forme geometriche simili e organizzandoli in gruppi omogenei.



Fig. 8 - Ritratto di G. Agricola

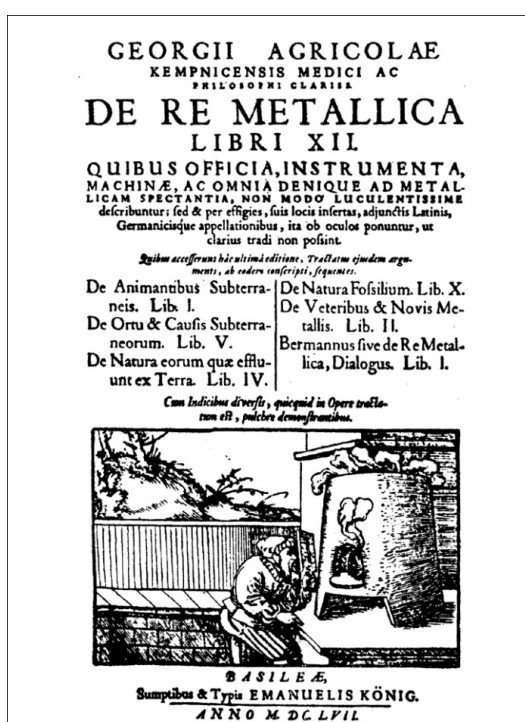


Fig. 9 - Il frontespizio del *"De Re Metallica"* di G. Agricola (Georg Bauer), in un'edizione del 1657 contenente anche i testi *"De natura eorum, quae effluunt ex terra"* e *"De ortu et causis subterraneorum"*

Sorprende anche la suddivisione in "sostanze semplici" e "sostanze composte", considerando che all'epoca non erano sviluppate ancora metodiche di analisi chimica, così come sorprendono le ipotesi avanzate nei due saggi, *De natura eorum quae effluunt ex terra* (1546) e *De ortu et causis subterraneorum* (1544), sulle possibili origini dei giacimenti minerari, privilegiando la genesi da precipitazione diretta dalle acque sotterranee.

Nei due suddetti saggi, l'autore sviluppa, inoltre, teorie prettamente geomorfologiche attribuendo all'azione erosiva delle acque superficiali le forme dei rilievi. Queste divagazioni geo-

logiche dal suo principale argomento di studio non sono sfuggite agli storici delle scienze, che percepiscono in questi scritti gli embrioni dei concetti delle moderne ipotesi geologiche. Il valore dell'opera scientifica di Agricola è indiscusso, basti pensare che l'ingegnere minerario Herbert Hoover, trentunesimo presidente degli Stati Uniti d'America, tradusse di suo pugno l'opera in inglese definendo lo scienziato come il primo studioso a basare la scienza sulla ricerca e sull'osservazione: "*the first to found any of the natural sciences upon research and observation, as opposed to previous fruitless speculation*" (Hoover & Hoover, 1912).

Il secolo XVII è ancora contrassegnato da scoperte importanti per lo sviluppo della mineralogia, che ormai ha assunto una identità e autorevolezza strategica dettata dal ruolo trainante che le risorse minerarie svolgono nello sviluppo industriale ed economico degli stati. Il supporto iconografico, che nelle scienze naturali ha un alto valore esemplificativo, è particolarmente efficace in questa disciplina, dove l'*habitus* cristallino, analogamente alle forme botaniche e zoologiche, bene si adatta a sintetizzare gli enunciati teorici, contrariamente a quanto avviene nello studio delle rocce, dove la rappresentazione iconografica non è ancora scientificamente appropriata, il più delle volte irrealizzabile o tutt'al più adoperata in illustrazioni per finalità geologiche.

Erasmus Bartholinus (1625-1698), scopritore del fenomeno della birifrazione, Niccolò Stenone (1638-1687), che enunciò principi fondamentali della cristallografia, Domenico Guglielmini (1655-1710), che gettò le basi per quello che costituirà il concetto delle molecole integranti, concetto in seguito elaborato da Häüy, rappresentano alcuni tra i più importanti studiosi che contribuirono al rapido sviluppo della mineralogia in questo periodo storico. Ma questo è anche il periodo in cui il naturalista riscopre gli scritti classici di contenuto scientifico rivisitando, con l'aiuto degli umanisti, vecchie traduzioni (Morello, 1993) o addirittura scoprendo testi del tutto ignoti che divengono fonti inesauribili di novità. Ciò innesca la necessità di adeguare la terminologia antica con quelle sviluppate più di recente e in vigore. Necessità che diviene sempre più impellente se si pensa all'apporto di nuove specie, soprattutto zoologiche e botaniche, provenienti dai nuovi continenti da poco scoperti. Alla difficoltà di collocare negli schemi classificativi esistenti le *res naturales*, già descritte nel passato e riscoperte dalla rivisitazione dei testi classici, si aggiunge, quindi, l'oggettiva difficoltà di allocare quelle di nuova scoperta. Nel tentativo di appianare queste divergenze emerse dal confronto di questi due bagagli culturali, il naturalista dei secoli XVI e XVII avvia un'opera di revisione sistematica di tutto ciò che il mondo naturale presenta, coinvolgendo la materia organica e inorganica nel tentativo di creare un ordine globale e unitario. Questa necessità scientifica assume sempre più i contorni di una emergenza culturale, un bisogno che crea e sostiene un intenso lavoro intellettuale, dove si assiste al moltiplicarsi di esperimenti sistematici e tentativi classificativi, alimentando un ambiente fervido di idee che partorirà, nei primi decenni del secolo XVIII, l'opera di Linneo.

3 I primi tentativi di sistematica: gli albori della petrografia

Come per tutte le discipline scientifiche, anche per la Petrografia c'è l'obiettivo difficoltà d'individuare un'opera che segni inequivocabilmente la sua data di nascita. Come per tutti i rami delle scienze naturali, quando si ripercorre a ritroso il tempo alla ricerca dell'origine dell'*ordinamento sistematico*, si giunge sempre all'opera di Linneo (Carl von Linnè, 1707-1778; fig. 10). Probabilmente perché la sua opera *Systema Naturae* (fig. 11)(1735) rappresenta il primo concreto tentativo di mettere ordine tra gli oggetti naturali, secondo criteri ritenuti ancora oggi scientificamente validi. In questo trattato, l'intero mondo naturale è suddiviso in *regnum animale*, *regnum vegetabile* e *regnum lapideum*. Quest'ultimo, dedicato alla materia inorganica, è a sua volta ripartito in *Petrae*, *Minerae* e *Fossilia* (Linnaeus, 1735). La storia ci insegna che la sistematica binomiale dettata da Linneo per i regni animale e vegetale ha avuto un immediato e vastissimo consenso all'interno della comunità scientifica, tanto da costituire le fondamenta della sistematica zoologica e botanica moderna. Al contrario, il tentativo di applicare lo stesso modello sistematico alla materia inorganica, inizialmente intrapreso da numerosi studiosi, è risultato inadatto, rivelandosi una vera e propria forzatura.



Fig. 10 - Ritratto di Carl Nilsson Linnaeus (*Carl von Linné*, noto anche con il nome latinizzato *Carolus Linnaeus*)

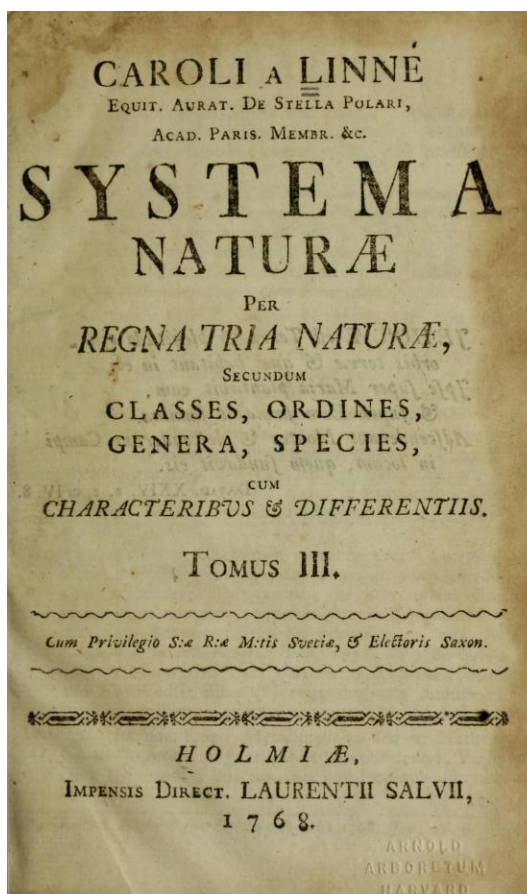


Fig. 11 - Il frontespizio del volume terzo del "*Systema Naturae*" di Linneo, dedicato al mondo minerale, ristampato nel 1768

Gli anni a cavallo tra il XVIII e il XIX secolo, sono gli anni in cui le conoscenze sui costituenti della crosta terrestre si accrescono di molto: i contributi scientifici di studiosi del calibro di James Hutton (1726-1797) oggi noto come "l'uomo che scoprì il tempo" (Cleveland, 2008), di Dèodat de Dolomieu (1750-1801) che nel 1791 segnalò per la prima volta la dolomite, di Nicolas-Théodore de Saussure e tanti altri ancora costituirono il substrato su cui attecchirono le radici delle moderne discipline geologiche. Contemporaneo ai suddetti, ma molto meno noto, è il contributo di Mikhail Lomonosov (1711-1765), mineralista russo, le cui intuizioni precorsero i tempi (Milovsky, 1982). Oltre alle importanti ipotesi sull'origine delle rocce sedimentarie, fu il primo a stabilire l'origine vegetale del carbone e dell'ambra: nei suoi saggi, finalizzati alla ricerca mineraria, intuì l'importanza delle combinazioni di minerali anticipando il concetto di *associazione mineralogica*, ripreso, dapprima da Severgin (1765-1826) con la "*contiguità nella presenza di minerali*" (Severgin, 1816) e, più tardi, acquisito e compendiato da Johann Breithaup (1791-1873) nel termine di "*paragenesi*" (Rösler, 1968). Lomonosov (1763) fu anche il primo studioso che avanzò l'ipotesi della Terra come un corpo in continua evoluzione ad opera di fattori endogeni ed esogeni (Pavlova & Fedorov, 1980), anticipando di oltre trent'anni il più famoso trattato di James Hutton (Hutton, 1795). Se da un lato questi scienziati contribuirono ad incrementare le conoscenze sui costituenti della crosta terrestre, gli stessi avvertirono sempre più la necessità di trovare schemi classificativi dove collocare logicamente e ordinatamente questi oggetti.

Sebbene già nell'opera di Jean-Claude de La Mètherie (1743-1817) si intravedano i primi tentativi di classificazione degli "*eterogenei aggregati di minerali*" (de La Mètherie, 1795), la prima proposta realistica per l'epoca che merita menzione nella storia della petrografia è quella di Abraham Gottlob Werner (1749-1817). Questo studioso, identificato, a ragion veduta, come il padre della geologia tedesca, sin da bambino palesò la sua passione per la geologia, sentimento che non si affievolì con gli anni, al punto da interrompere gli studi in giurisprudenza per proseguire

quelli di arte mineraria a Lipsia. A soli venticinque anni, pubblicò un'opera (Werner, 1774) sulle caratteristiche morfologiche di minerali (fossilen) (fig. 11), che divenne da subito un manuale di riferimento per la mineralogia descrittiva e, appena un anno dopo fu invitato a Freiberg, la più importante città mineraria della Germania, dalla prestigiosa "Freiberg Bergakademie" a ricoprire la cattedra di Mineralogia (1775). Nonostante non abbia pubblicato molto, la sua fama di docente si diffuse presto in tutta Europa grazie al continuo viavai di studenti presso le sue lezioni, definite socratiche dai suoi più eminenti allievi. Il flusso ininterrotto di studiosi contribuì a diffondere a macchia d'olio i principi della sua teoria sulla stratificazione della crosta terrestre, in seguito etichettata come "Nettunismo".

Il concetto che dalle acque dell'oceano hanno avuto origine tutte le formazioni geologiche che costituiscono la crosta terrestre con l'ordine e con la sovrapposizione che oggi osserviamo è un concetto che per lungo tempo condizionerà la comunità geologica. L'idea che i minerali costituiscono la *materia prima* di tutta la Terra inorganica nasce dalla attenta e dettagliata osservazione che Werner rivolge a questi costituenti, alle loro peculiari caratteristiche morfologiche e alle loro associazioni che non rispondono a casualità, ma a precise organizzazioni strutturali. Pertanto, per l'autore, è la mineralogia stessa il punto da cui bisogna partire per studiare il globo terrestre in tutti i suoi aspetti geologici, in altre parole è la mineralogia la disciplina che deve guidare le leggi della *geognosia*, termine coniato da Werner per indicare la Scienza che studia l'insieme delle conoscenze della Terra relativamente all'ordine e alla posizione degli ammassi rocciosi, compresi i rapporti reciproci fra i vari strati; in pratica, quello che oggi definiamo giacitura di una roccia.

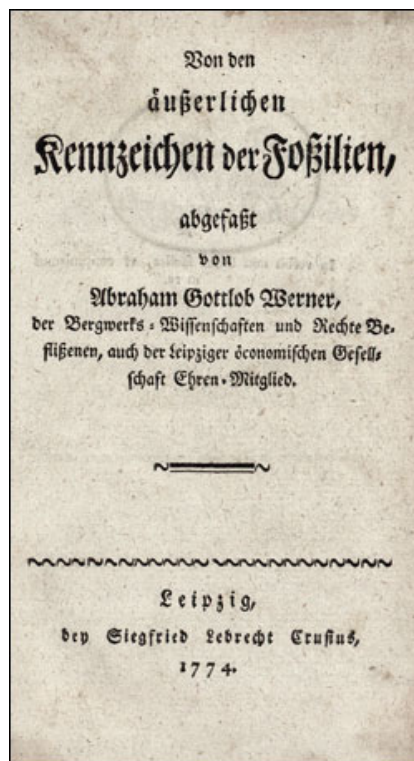


Fig. 12 - Il frontespizio del "Von den ausserlichen Kennzeichen der Fossilien"

In linea con questi concetti, Werner concepisce una suddivisione delle rocce in gruppi che nonostante risponda a principi puramente stratigrafici, può essere annoverata tra i primi validi tentativi di organizzazione sistematica nella futura petrografia (fig. 12). L'autore ripartisce innanzitutto l'intero spettro delle rocce in *semplici*, formate cioè da una unica specie minerale, e *composite*, costituite da più tipologie di minerali. Questi, a loro volta, possono essere distinti in essenziali e accessori, attribuendo loro importanza diversa proprio per fini classificativi; concetto questo che manterrà invariato il significato anche nella petrografia moderna. Gli sforzi condotti da Werner erano, comunque, costantemente diretti ad avvalorare il suo convincimento che tutto

ha inizio da un unico grande oceano che nel corso delle ere geologiche ha dato origine a tutte le rocce. Queste, pertanto, altro non sono che corpi geologici, variamente estesi, le cui caratteristiche rispondevano rigorosamente al concetto di sovrapposizione in modo da giustificare le successioni stratigrafiche osservate in affioramento e quindi avvalorare la teoria che tutto ha origine per precipitazione dalle acque marine. Tutte le rocce, semplici e composte, sono raggruppabili in cinque insiemi: 1) *rocce primitive*, comprendenti i basamenti cristallini, quindi graniti, metamorfiti, quarziti, calcari, ovviamente litotipi privi di tracce fossili; 2) *rocce di transizione*, includenti ardesie, arenarie, evaporiti, ecc., litotipi dove erano rinvenute le più antiche forme di vita; 3) *formazioni stratificate* comprendenti marne, sabbie, calcari vari ecc.; 4) *formazioni alluvionali* includenti depositi recenti; e infine 5) *rocce vulcaniche* comprendenti lave e piroclastiti, considerate rocce prodotte da fenomeni *attuali*, a seguito della risalita di fuso dalle profondità della Terra, dove, a causa delle forti pressioni, la materia diveniva incandescente (fig. 13). È evidente come lo schema classificativo proposto da Werner é costruito secondo criteri che rispondono ai più semplici principi della stratigrafia, necessari per giustificare la teoria nettunistica, determinando così una sorta di sudditanza della ancora non-menzionata petrografia alla geologia (fig. 14).

1ste Tafel. pag. 86

Die generischen Kennzeichen der Fossilien sind,

1) die Farbe,
2) der Zusammenhang,
nach welchen sie sich unterscheiden,
in

	festen,	geräthlichen,	flüssigen,
das äussere Aussehen,	die äussere Gestalt, die äussere Oberfläche, der äussere Glanz,	der Glanz,	der Glanz,
das innere Aussehen,	der innere Glanz, der Bruch, die Gestalt der Bruchstücke, die Durchsichtigkeit, der Strich, das Abfärben, die Härte, die Festigkeit, die Biegsamkeit, das Anhängen an der Zunge, der Klang,	das Ansehen der Theile, die Zerreiblichkeit, das Anhängen an der Zunge,	die Durchsichtigkeit, die Flüssigkeit,
		3) das Anfühlen, 4) die Kälte, 5) die Schwere, 6) der Geruch, 7) der Geschmack.	

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK HEIDELBERG <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/werner1774/0087> gefördert durch die Gesellschaft der Freunde Universität Heidelberg e.V.

Fig. 13 - La prima tabella a pag. 86 del "Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien" di Werner: "i caratteri generali dei fossili sono"

Nel 1801, vedono la luce due voluminosi trattati, *Histoire Naturelle des Minéraux* (fig. 15), di Eugène Louis Melchior Patrin (1742-1815) e *Traité de mineralogie* dell'abate Renè-Just Haüy (1743-1822)(fig. 16), accomunati dallo stesso anno di edizione, ma completamente diversi per sorte: il primo, é del tutto sconosciuto alla maggior parte dei geologi e mineralisti, il secondo costituisce il pilastro portante della cristallografia moderna. Ancora oggi, nei corsi di mineralogia, si studiano i principi in esso enunciati. Osservando la disposizione degli argomenti trattati nell'*Historie naturelle des minéraux* (Patrin, 1801), si comprende la logica che ha guidato l'autore nell'organizzare le famiglie di rocce. Gli argomenti sono esposti in capitoli secondo il seguente ordine: 1 - le Terre semplici: la silice, l'allumina, il calcio, il magnesio, il bario, lo stronzio, lo zirconio e la glucina¹; 2 - i principali costituenti delle rocce primitive: il quarzo, il feldspato, le

¹Base terrosa, in forma di polvere bianca non cristallina, che si estrae dallo smeraldo, dal berillo e dall'acquamarina e da altri minerali (Tommaseo & Bellini, 1861).

niche, l'anfibolo, ecc.; 3 - le rocce primitive stesse che comprendono graniti, gneiss, filladi ecc.; 4 - cristalli preziosi che si trovano più frequentemente nelle rocce primitive; 5 - le sostanze silicee non cristalline: il calcedonio, l'agata, il diaspro ecc.; 6 - i vari materiali che formano il secondo strato della Terra, come i calcari, le marne, il gesso, le argille, ecc.; 7 - i materiali che costituiscono gli strati del terziario, come le sabbie e detriti di vario tipo; 8 - i metalli; 9 - i vulcani; 10 - il materiale vulcanico, basalti, lave ecc.; 11 - carbone, bitume e zolfo; 12 - salgemma; 13 - i fossili.

<p>xxxiv</p> <p>INTRODUCTION.</p> <p>on the subject is indispensable to a complete treatise on petrology, which should enable the student not only to know the substance, but the denominations used by former mineralogists and travellers, and by historians, philosophers, and poets, which will not only enlarge his ideas but give him more accurate knowledge. And as few of the sciences can be founded on personal observations, <i>vita brevis, ars longa</i>, and the brevity of human life will not permit a petrologist to pass forty years in the Alps with Saussure, thirty in Saxony with Werner, &c. &c. he will of course acquire infinitely more knowledge by the study of their works, than by any personal observations; so that this science, like all others, results from accumulated knowledge.</p> <p>These observations shall be concluded with Werner's arrangement of the rocks.</p> <p>Werner's rocks.</p> <p>CLASS I. Primitive Rocks.</p> <table border="0"> <tr><td>1 Granite.</td><td>8 Porphyry.</td></tr> <tr><td>2 Gneiss.</td><td>9 Sienite.</td></tr> <tr><td>3 Mica Slate.</td><td>10 Topaz Rock.</td></tr> <tr><td>4 Clay Slate.</td><td>11 Quartz Rock.</td></tr> <tr><td>5 Primitive Limestone.</td><td>12 Primitive Flinty Slate.</td></tr> <tr><td>6 Primitive Trap.</td><td>13 Primitive Gypsum.</td></tr> <tr><td>7 Serpentine.</td><td>14 White-Stone.</td></tr> </table> <p>CLASS II. Transitive Rocks.</p> <table border="0"> <tr><td>1 Transitive Limestone.</td><td>4 Transitive Flinty Slate.</td></tr> <tr><td>2 Transitive Trap.</td><td>5 Transitive Gypsum.</td></tr> <tr><td>3 Grey Wacke.</td><td></td></tr> </table> <p>CLASS III. Floetz or Stratiform Rocks.</p> <table border="0"> <tr><td>1 Old Red Sandstone, or first Sandstone Formation.</td><td>3 First, or oldest Floetz Gypsum.</td></tr> <tr><td>2 First, or oldest Floetz Limestone.</td><td>4 Second, or variegated Sandstone Formation.</td></tr> <tr><td></td><td>5 Second Floetz Gypsum.</td></tr> </table>	1 Granite.	8 Porphyry.	2 Gneiss.	9 Sienite.	3 Mica Slate.	10 Topaz Rock.	4 Clay Slate.	11 Quartz Rock.	5 Primitive Limestone.	12 Primitive Flinty Slate.	6 Primitive Trap.	13 Primitive Gypsum.	7 Serpentine.	14 White-Stone.	1 Transitive Limestone.	4 Transitive Flinty Slate.	2 Transitive Trap.	5 Transitive Gypsum.	3 Grey Wacke.		1 Old Red Sandstone, or first Sandstone Formation.	3 First, or oldest Floetz Gypsum.	2 First, or oldest Floetz Limestone.	4 Second, or variegated Sandstone Formation.		5 Second Floetz Gypsum.	<p>xxxv</p> <p>INTRODUCTION.</p> <table border="0"> <tr><td>6 Second Floetz Limestone.</td><td>11 Independent Coal Formation.</td></tr> <tr><td>7 Third Floetz Sandstone.</td><td>12 Newest Floetz Trap Formation.</td></tr> <tr><td>8 Rock Salt Formation.</td><td></td></tr> <tr><td>9 Chalk Formation.</td><td></td></tr> <tr><td>10 Floetz Trap Formation.</td><td></td></tr> </table> <p>CLASS IV. Alluvial Rocks.</p> <table border="0"> <tr><td>1 Peat.</td><td>5 Nagelfluh.</td></tr> <tr><td>2 Sand and Gravel.</td><td>6 Calo-tuff.</td></tr> <tr><td>3 Loam.</td><td>7 Calo-sinter.</td></tr> <tr><td>4 Bog Iron Ore.</td><td></td></tr> </table> <p>CLASS V. Volcanic Rocks.</p> <p>Partial Volcanic Rocks.</p> <table border="0"> <tr><td>1 Burnt Clay.</td><td>4 Columnar Clay Ironstone.</td></tr> <tr><td>2 Porcelain Jasper.</td><td>5 Fuller, or Polishing Slate.</td></tr> <tr><td>3 Earth-Slag.</td><td></td></tr> </table> <p>True Volcanic Rocks.</p> <table border="0"> <tr><td>1 Ejected Stones and Ashes.</td><td>3 The Matter of muddy Eruptions.</td></tr> <tr><td>2 Different Kinds of Lava.</td><td></td></tr> </table> <p>§ 4. Admission of Iron as an Earth.</p> <p>The admission of iron, not as a metal, but as an earth, may occasion some hesitation; and a few preliminary observations become necessary. Many eminent mineralogists and geologists have led the way to this improvement, though they have not formally introduced it into a system. It may be preferable to adduce their testimonies in chronological order.</p> <p>Linnæus has thus expressed himself, in his brief and emphatic language: "I have sedulously enquired, during my various travels, into the production of stones, and have learned that it is effected by precipitation and crystallisation; and that earths are deposited, while quartz, felspar, and mica rise up. The female earths are impregnated by the male</p> <p>Admitted by former authors.</p> <p>Linnæus.</p>	6 Second Floetz Limestone.	11 Independent Coal Formation.	7 Third Floetz Sandstone.	12 Newest Floetz Trap Formation.	8 Rock Salt Formation.		9 Chalk Formation.		10 Floetz Trap Formation.		1 Peat.	5 Nagelfluh.	2 Sand and Gravel.	6 Calo-tuff.	3 Loam.	7 Calo-sinter.	4 Bog Iron Ore.		1 Burnt Clay.	4 Columnar Clay Ironstone.	2 Porcelain Jasper.	5 Fuller, or Polishing Slate.	3 Earth-Slag.		1 Ejected Stones and Ashes.	3 The Matter of muddy Eruptions.	2 Different Kinds of Lava.	
1 Granite.	8 Porphyry.																																																						
2 Gneiss.	9 Sienite.																																																						
3 Mica Slate.	10 Topaz Rock.																																																						
4 Clay Slate.	11 Quartz Rock.																																																						
5 Primitive Limestone.	12 Primitive Flinty Slate.																																																						
6 Primitive Trap.	13 Primitive Gypsum.																																																						
7 Serpentine.	14 White-Stone.																																																						
1 Transitive Limestone.	4 Transitive Flinty Slate.																																																						
2 Transitive Trap.	5 Transitive Gypsum.																																																						
3 Grey Wacke.																																																							
1 Old Red Sandstone, or first Sandstone Formation.	3 First, or oldest Floetz Gypsum.																																																						
2 First, or oldest Floetz Limestone.	4 Second, or variegated Sandstone Formation.																																																						
	5 Second Floetz Gypsum.																																																						
6 Second Floetz Limestone.	11 Independent Coal Formation.																																																						
7 Third Floetz Sandstone.	12 Newest Floetz Trap Formation.																																																						
8 Rock Salt Formation.																																																							
9 Chalk Formation.																																																							
10 Floetz Trap Formation.																																																							
1 Peat.	5 Nagelfluh.																																																						
2 Sand and Gravel.	6 Calo-tuff.																																																						
3 Loam.	7 Calo-sinter.																																																						
4 Bog Iron Ore.																																																							
1 Burnt Clay.	4 Columnar Clay Ironstone.																																																						
2 Porcelain Jasper.	5 Fuller, or Polishing Slate.																																																						
3 Earth-Slag.																																																							
1 Ejected Stones and Ashes.	3 The Matter of muddy Eruptions.																																																						
2 Different Kinds of Lava.																																																							

Fig. 14 - Classificazione delle rocce secondo Werner nell'Introduzione della traduzione inglese del suo lavoro (da Pinkerton, 1811)

Come l'autore stesso afferma già nell'introduzione del suo lavoro, "*Pour distribuer les matériaux de cet ouvrage, autantqu' il était possible, suivant l' époque de la formation de chaque substance, sans néanmoins réunir des choses trop disparates, ni séparer des objets d'une nature semblable, j'ai cru devoir les disposer dans l'ordre suivant*" (Patrin, 1801, tome premier vol.1, p. XIII), la sequenza degli argomenti segue una logica dettata innanzitutto dall'epoca di formazione delle sostanze (principio cronologico) e poi dalle analogie morfologiche (aspetto esteriore) e naturali (tipologia di materiale). Gli stessi criteri con i quali Patrin raggruppa le rocce in famiglie: queste altro non sono che insiemi di oggetti di diversa natura, i criteri che reggono la loro classificazione devono pertanto rispondere agli stessi principi basati sull'età di formazione, quindi sulla posizione stratigrafica, e sulle similitudini esteriori; in pratica, la sistematica di Patrin ricalca quella werneriana e ne segue la nomenclatura (Lèonhard et al., 1806).

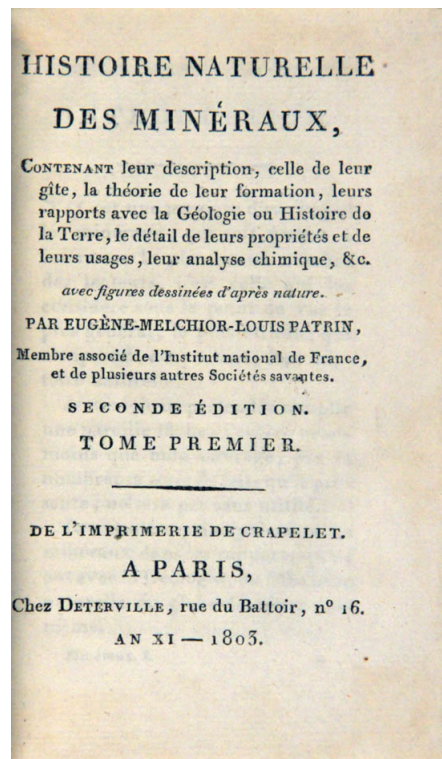


Fig. 15 - Frontespizio del volume primo della seconda edizione del "Histoire Naturelle des Minéraux", di Eugène Patrin (1803)

Totalmente diverso è l'approccio scientifico nel *Traité de minéralogie* (1801) dell'abate Renè-Just Haüy (fig. 17) (1743-1822), opera pubblicata in quattro volumi, più un quinto dedicato a tavole e illustrazioni di minerali e cristalli realizzate dallo stesso autore. Abate onorario della cattedrale di Notre-Dame, il grande interesse per le scienze naturali favorì ad Haüy l'ingresso nella prestigiosa Accademia delle Scienze già nel 1783. Qui, su incarico della *Commissione dei pesi e delle misure*, assieme ad Antoine Lavoisier stabilì il valore del chilogrammo, la nuova unità di massa del sistema metrico decimale. Il suo nome è comunque strettamente legato alla mineralogia. Titolare di questa cattedra al *Musèum National d'Histoire Naturelle* di Parigi fino al 1822, Haüy tradusse in termini matematici i principi basilari che regolano le forme dei minerali (Haüy, 1822). Per questo, e a giusta ragione, è considerato il padre della mineralogia moderna; il suo è uno dei settantadue nomi di importanti personalità francesi incisi sulla cornice del primo balcone della Torre Eiffel. Parte del volume quarto (dalla pagina 518 in poi, seconda edizione, Parigi 1822) è dedicata alla "*distribution minéralogique des roches*" intendendo con questo termine "*aggregates des différentes substances minérales*".

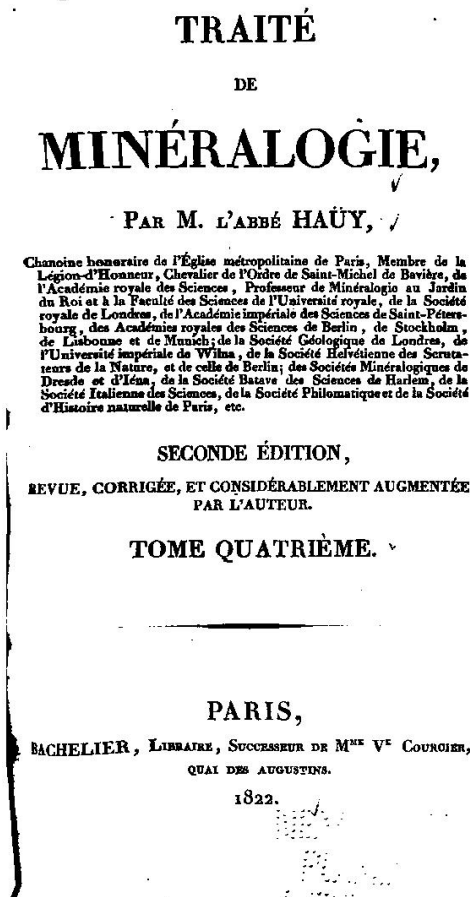


Fig. 16 - Frontespizio della seconda edizione del volume quarto del "Traité de minéralogie" di R.J. Haüy



Fig. 17 - Ritratto di Renè Just Haüy

L'esigenza di organizzare questi aggregati mineralogici in uno schema classificativo era comunque ancora un'esigenza non autonoma ma puramente mineralogica, dettata più che altro dalla necessità di esporre la distribuzione dei minerali nei corpi naturali (le rocce). Lo schema classificativo proposto da Haüy comprende quattro gruppi, definiti classi, più un quinto da considerare, come lascia intendere l'autore stesso, un'appendice della quarta classe a causa della natura incerta delle rocce studiate. Ogni classe é a sua volta ripartita in ordini, generi, specie e modificazioni, in accordo con la strutturazione gerarchica linneana. Per la sola prima classe, qui di seguito, é illustrata l'organizzazione completa con gli ordini e i generi (quest'ultimi solo per il primo ordine per ovvie ragioni di brevità), così da evidenziare i criteri guida seguiti dall'autore nella realizzazione dello schema classificativo:

Première Classe - substances pierreuses et salines (rocce compatte e saline); **Seconde classe** - substances combustibles non métalliques (sostanza ritenute combustibili, non metalliche, come grafite, antracite, ecc.); **Troisième classe** - substances métalliques (sostanze metalliche, come ferro, zinco ecc.); **Quatrième classe** - roches d'origine ignée suivant les uns, aqueuse suivant les autres (rocce ritenute d'origine ignea secondo alcuni, oppure acquosa secondo altri; doleriti, fonoliti, basalti ecc.); **Roches généralement regardées comme ayant une origine ignée** (in questo gruppo l'autore inserisce rocce la cui natura è ignea in quanto direttamente osservabile come lave, pomici ecc., e per tale ragione considerate come accorpabili alla quarta classe, qualora l'ipotesi nettuniana dell'origine della Terra venisse abbandonata).

La prima classe, riferita alle sostanze pietrose comprende tre ordini: *Premier ordre* - roches phanèrogènes, ossia rocce dove le specie minerali sono ben evidenti e visibili; *Seconde ordre* -

roches adèlogènes, ossia le rocce in cui le fasi minerali non sono distinguibili ad occhio nudo; *Troisième ordre* - conglomerates, cioè rocce formate dall'aggregazione di frammenti di altre rocce. Alla suddivisione in ordine, segue la suddivisione in generi, questi governati da un minerale caratteristico che non è detto sia il più abbondante. Così le rocce *phanérogènes* sono ulteriormente suddivise in *genres*:

- Premier genre* - feldspath
- Secondgenre* - mica
- Troisième genre* - amphibole
- Quatrième genre* - pyroxène
- Cinquième genre* - grenat
- Sixième genre* - quartz
- Septième genre* - topaze
- Huitième genre* - disthene (nome alternativo della cianite)
- Neuvième genre* - diallage
- Dixième genre* - talc
- Onzième genre* - chaux carbonatée
- Douzième genre* - chaux phosphatée
- Treizième genre* - chaux sulphatée, gypse
- Quatorzième genre* - chaux anhydro-sulphatée
- Quinzième genre* - chaux fluatée
- Seizième genre* - soude muriatée (pag. 557)

Come facilmente osservabile, le diversificazioni tra classi, ordini e generi nella sistematica proposta da Haüy sono stabilite da criteri alquanto eterogenei: ad esempio, nella sua prima classe, i tre ordini individuati sono distinti in base a un criterio che oggi riconosciamo essere strutturale, mentre le successive discriminazioni in ordini e generi sono attuate da criteri che tengono conto di caratteri sia compositivi, sia genetici. Ad esempio nel raggruppamento - *classe* prima, *ordine* primo, *genere* feldspato, troviamo sia rocce magmatiche intrusive, come graniti, graniti ad alcali-feldspati, sieniti, monzoniti, sia rocce metamorfiche come gneiss e granuliti; così come nel genere anfibolo (stessa classe e ordine) si collocano rocce magmatiche come dioriti, quarzo-dioriti e tonaliti, e rocce metamorfiche come le anfiboliti. In base all'aspetto del minerale che nomina il genere, sono distinte le specie; nell'esempio del *Premier genre* (feldspath), i litotipi vengono ulteriormente classificati come *harmophane*, *compacte*, ecc., in funzione di come si presenta il feldspato nella roccia. Una ulteriore suddivisione è prevista solo dove necessario, dettata dalle modificazioni che può presentare il minerale principale, cioè dalle deviazioni rispetto a una tipologia ritenuta di riferimento. Per ogni litotipo, oltre ai costituenti principali, sono elencati anche i possibili minerali accidentali presenti in esso.

A parte l'indiscussa importanza dell'opera di Haüy (1801, 1822) nel progresso della mineralogia, la sua organizzazione sistematica merita una riflessione: la scelta dei criteri applicati dall'autore produce, infatti, una classificazione che scardina quella di Werner (1774) già fortemente radicata nella comunità geologica dell'epoca, perchè antepone "il costituente" alla "giacitura" della roccia. Anteporre il minerale alla posizione stratigrafica tra i criteri che regolano la classificazione delle rocce, significava, in qualche modo, affermare la preminenza della mineralogia come scienza guida della geognosia. Questa asserzione, peraltro in accordo con il pensiero stesso di Werner, non fu applicata nella sua classificazione dato che, come poc'anzi detto, l'esigenza di una conferma continua della teoria *nettunistica* aveva prevalso, costringendolo ad applicare i principi di stratigrafia e posizione geologica come criterio prioritario. Numerose e talora violente furono le critiche rivolte ad Haüy dal mondo geologico che vedevano svalutata la geologia nei riguardi della mineralogia, ormai equipaggiata di un supporto matematico-geometrico che la elevava a disciplina metafisica.

Nell'intervallo di tempo tra la prima e seconda edizione (1822) dell'opera di Haüy, vede la luce un originale e alquanto stravagante trattato *Petralogy, a treatise on rocks* (1811), dell'audace

ed eccentrico studioso inglese, John Pinkerton (Young, 2003). Sin dalle prime righe dell'introduzione, l'autore con autorevole irruenza comunica di voler presentare una classificazione delle rocce che segna una netta discontinuità con la sistematica precedente, accusata di essere soggetta all'organizzazione gerarchica dettata da Linneo (Pinkerton, 1811). L'autore, infatti, critica aspramente la ripartizione in ordine, genere e specie, usata con successo nel mondo animale e vegetale, ma del tutto inadatta per il regno minerale, perchè non applicabile "*to dead and inert matter*"; adducendo, peraltro, che l'applicazione è frutto di un superficiale senso di abitudine piuttosto che di un'attenta e scientificamente valida osservazione. Non mancano gli attacchi a Werner, che addirittura alle specie aveva aggiunto "*with a truly German want of taste*" le sub-specie (Introduction, pag. 2, vol. 1). Il primo assioma del suo trattato è che il regno minerale, essendo inerte, "*cannot admit distinctions which belong to vital Energy*". La consuetudine di perseverare nell'uso di questa terminologia è, secondo l'autore, legata al fatto che coniarne una nuova era considerato "*bold and adventurous*" e per questo oggetto di scherno all'interno delle comunità scientifiche. L'autore, convinto che "*who shrinks from the path of danger will never attain the wreath of praise*", annuncia alla comunità scientifica che intende percorrere la strada dell'innovazione a costo di sembrare rivoluzionario. La mineralogia è, a suo modo di vedere, una disciplina troppo vasta per una sola mente; questo ha comportato un ritardo nei progressi scientifici, arretratezza che può essere colmata se si segue l'esempio di altre scienze, come ad esempio la zoologia che ha diversificato al suo interno l'ornitologia, l'entomologia, ecc. Pertanto, propone di ripartire la mineralogia in tre discipline denominate *Grand Provinces*: *Petralogy* - ovvero lo studio delle rocce costituenti formazioni rocciose e per questo presenti in grandi ammassi; *Lithology* - disciplina che studia le gemme e le rocce rinvenibili in piccole taglie; infine, *Metallogy* - disciplina che studia i minerali metallici. Ognuna di queste "Grandi Province" è suddivisa in *Domains*, che secondo l'autore possono corrispondere agli ordini di alcuni o ai generi di altri. La *Petralogy*, prima provincia della mineralogia, comprende sei "*substantial domains*" e sei "*accidental domains*". I domini sostanziali, diversificabili per la tipologia della materia stessa, sono: 1) The Siderous rocks; 2) The Siliceous; 3) The Argillaceous; 4) The Magnesian; 5) The Calcareous; 6) The Carbonaceous. I domini accidentali, stabiliti invece per le circostanze in cui la materia si rinviene, sono: 7) The Composite or Aggregate Rocks, in cui la materia è presente in aggregazione di vari minerali (in questo contesto, l'autore mette in guardia a non confondere le rocce di questo dominio con i comuni graniti); 8) The Diamictonic, dove le sostanze sono così intimamente mescolate che è difficile stabilire quale prevale tra di loro; 9) The Anomalous, rocce che contraddicono "*the common order of nature*" e che presentano combinazioni inusuali e inaspettate; 10) The Transilient, rocce in cui una sostanza passa gradualmente in un'altra, come ad esempio il granito che sfuma verso il porfido; 11) The Decomposed, rocce prodotte dall'alterazione e dal degrado di altre, come ad esempio le sabbie e i suoli; 12) The Volcanic, "*whic hrequire no other description*". Giunti ai domini, l'autore ha la necessità di definire una classe gerarchica che equivale alle specie, definisce allora le *modalities* o *modifications* che per brevità preferisce denominare *mode*. Per giustificare l'introduzione del termine *mode* invece di *specie*, l'autore cita l'esempio dell'asbesto: la varietà separabile in fibre piuttosto che quella massiva non costituiscono specie diverse della stessa classe, piuttosto modi diversi di presentarsi della stessa sostanza. Alla base delle *Mode* c'è, infatti, la composizione delle sostanze (*Mode of combination*); l'autore spiega che è il modo con cui la sostanza si combina a definire la differenza tra il diamante e il carbone (*nel caso di diamante e carbone la composizione chimica è la stessa*). Infine, per completare la descrizione classificativa, Pinkerton introduce l'*aspetto*: 1) aspetto della superficie; 2) aspetto delle fratture; 3) aspetto delle concrezioni; 4) aspetto generale. A quest'ultimo gradino gerarchico l'autore attribuisce una importanza rilevante, dal momento che in mineralogia l'osservazione visiva è fondamentale, l'aspetto è utile anche per affinare la nomenclatura, come sostenuto dallo stesso autore: "*Mode expresses the differences in chimica composition, the Structure the grand characteristic, the Aspect refers to more minute features*". Ovviamente, nel testo non vengono risparmiate critiche ad Haüy e alla concezione di *molecola integrante*, definendola frutto di astrazioni mentali, dal momento che a diversificare quelle che gli autori chiamano specie è sufficiente la *Mode of combination*, come da

lui suggerito, senza ricorrere a troppi filosofismi, come invece avanzato da Haüy.

Nonostante John Pinkerton presenti il suo trattato come innovativo e come elemento di discontinuità nel pensiero scientifico dell'epoca, l'impostazione dello schema classificativo proposto e i criteri scelti per la sua realizzazione, di innovativo hanno solo la terminologia. D'altra parte non poteva essere diversamente, dal momento che la classificazione delle rocce era ancora fortemente subordinata alla mineralogia da un lato e alla geologia dall'altro. La stessa *Petralogia*, definita come "*knowledge of rocks*" dall'autore, si presenta come gemmazione della mineralogia e nonostante gli sforzi da lui condotti per dimostrare l'indipendenza della *petralogia* e della *litologia* dalla geologia, nell'introduzione al dominio XII - Volcanic, concorda con gli autori tedeschi, nell'attribuire questo gruppo alle più recenti formazioni della Terra.

In questo periodo storico si colloca il trattato "*Essai d'une classification minéralogique des roches melangees*" (Brongniart, 1813) dell'ingegnere minerario Alexander Brongniart (fig. 18) (1770-1847), e qualche anno più tardi, a questo lavoro giovanile oggi considerato secondario, ne seguirà un altro la cui importanza, ai fini della storia della petrografia, è sicuramente di maggior rilievo. Nel primo trattato, l'autore elabora una proposta per la sistematica delle rocce la quale risponde più ad esigenze tecnico ingegneristiche che scientifiche, dal momento che l'autore ricopriva l'incarico di *ingénieur en chef des mines*, prima di succedere nel 1822 a R. J. Haüy come professore di Mineralogia presso il *Muséum d'Histoire Naturelle*.



Fig. 18 - Ritratto di Alexander Brongniart

Nello stabilire i criteri che devono governare l'organizzazione sistematica delle rocce dopo la composizione e la struttura, l'autore considera tutta una serie di particolarità che attengono più alle caratteristiche meccaniche che alle specificità distintive della roccia stessa. Nella *Tableau de la classification des Roches Mêlées*, in appendice all'articolo suddetto (Brongniart, 1813), l'autore delinea due differenti percorsi nella classificazione delle rocce: a) *Classification par gisement, ou classification géologique des roches*; e b) *Classification minéralogique des roches, c'est-à-dire, à l'aide des caractères extérieurs*. Per quest'ultima fissa nove categorie di osservazioni: 1 - composizione; cioè la natura dei costituenti e la predominanza, distinguendo le parti essenziali e le parti accidentali (parti intese come minerali o come frammenti di altre rocce). Esempi sono il feldspato nei graniti e la mica negli gneiss; 2 - struttura; cioè la disposizione delle parti all'interno

della roccia. Essa è classificata in quattro gruppi: granue, entrelacée, feuilletée, empatée, cellulaire; 3 - coesione; a seconda si tratti di rocce coerenti (*solide*), oppure incoerenti (*friable*); 4 - fatturazione; 5 - durezza; 6 - colore e lucentezza; 7 - azione chimica degli acidi; 8 - alterazione naturale; 9 - trasformazioni mineralogiche.

L'organizzazione sistematica, proposta da Brongniart in questo saggio, rimane comunque rigidamente ancorata all'ordine gerarchico di Linneo; sono, infatti, presenti tre classi: classe I - *Roches cristallisées isomeres*; classe II - *Roches cristallisées anisomeres*; classe III - *Les roches aggrégées*. Ogni classe è poi suddivisa in generi, e ogni genere, a sua volta, in specie. Come esempio, si riporta la classificazione di un granito: Classe I - *Roches cristallisées isomeres*; Genere: *Les Feldspathiques*; Espece: *Granite, Composé essentiellement de feldspath lamellaire, de quartz et de mica à peu près également disséminés*. Dopo le specie, è prevista la suddivisione in *varietés*; nel caso del granito, ad esempio, sono previste due *varietes principales*, il *Granite commun*, dove quarzo, feldspato e mica sono omogeneamente distribuiti, e il *Granite porphyroïde*, dove cristalli di feldspato spiccano per dimensione in una massa di granito comune.

Non certo originale, anzi a dir poco anacronistico per il periodo storico, comunque degno di essere menzionato è il lavoro di John Macculloch, "*Geological classification of rocks, with descriptive synopses, comprising the elements of practical geology*" (1821) sulla classificazione geologica delle rocce, nel quale l'autore ripropone uno schema interamente impostato sulla visione werneriana delle rocce, in completa controtendenza rispetto ai contemporanei lavori di Cordier e Leonhard, che discuteremo più avanti, dove l'oggetto *roccia* inizia ad avere una identità e una autonomia scientifica non più finalizzata alla geognosia. La classificazione di Macculloch, considerata dai posteri "*very thorough for the time*" per la dettagliata e analitica descrizione dei litotipi, ricorre alle caratteristiche delle rocce per la ricostruzione stratigrafica della crosta terrestre - *it is an attempt at stratigraphic geology without recourse to fossils* -. L'assunzione su cui si basa la sua classificazione parte dal principio che la sequenza dei tipi litologici osservati nelle Isole Inglesi si estende con i medesimi rapporti stratigrafici e con le medesime caratteristiche in tutto il resto del mondo. Alle articolate classificazioni proposte dagli autori contemporanei, Macculloch contrappone una classificazione estremamente semplificata, basata su soli tre gruppi di rocce, diversificabili in funzione dei loro rapporti stratigrafici: - *these different groups are also in a great measure distinguished in nature by certain general or geological relations, more or less constant and perfect*. Contrariamente a quanto sostenuto da Werner, la posizione geologica delle formazioni rocciose non è determinata dal contenuto fossilifero, ma esclusivamente in base al principio di sovrapposizione; pertanto, identifica: *Primary Rocks*, *Secondary Rocks* e *Occasional Rocks*.

Nelle *Primary Rocks* sono comprese le rocce più antiche, posizionate alla base delle sequenze litologiche; sono distinte in *Unstratified* alla quale appartengono i graniti e in *Stratified*, che comprendono gneiss, scisti, marmi, serpentiniti ecc. Alle *Secondary Rocks* appartengono i calcari, le arenarie le argille; infine nel gruppo delle *Occasional Rocks* si ritrovano diaspri, scisti silicei, rocce conglomeratiche ecc. In *Appendix* sono inseriti tutti i depositi recenti, e le rocce vulcaniche. È palese come il concetto di roccia sia ancora indeterminato e del tutto generico, in parte sovrapponibile al concetto di formazione geologica.

A conclusione di questa prima parte di Storia della Petrografia, la lettura delle memorie, dei saggi e dei trattati pubblicati negli anni a cavallo tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo svelano un quadro complessivo in cui la *non-nata* petrografia era ancora, appendice della geologia o della mineralogia, a seconda dell'affinità scientifica dell'autore.

4 Dal minerale alla roccia: i presupposti della nascente petrografia

I tentativi fino ad ora illustrati per disporre le rocce in schemi classificativi e dare loro una organizzazione sistematica muovevano da una concezione di roccia intesa come argomento scientifico transiente: la roccia era considerata da un lato espressione della modalità di aggregazione dei minerali, quindi, espressione ultima, corollario della scienza "mineralogia"; dall'altro, componente delle formazioni geologiche, la cui sovrapposizione stratigrafica organizzava la crosta terrestre,

quindi oggetto di studio elementare della "geologia". Sia nell'uno che nell'altro caso, la roccia era un componente secondario, provvisorio nello studio geologico: la centralità scientifica apparteneva comunque al minerale o alla formazione geologica.

Spetta a Pierre Louis Antoine Cordier (fig. 19) (1777-1861) intraprendere una nuova strada nello studio delle rocce, percorso che in qualche decennio concretizzerà la definitiva autonomia di questa disciplina, sancendo così, a tutti gli effetti, la nascita della petrografia. Figlio d'arte dei due maestri, Renè Just Haüy e Dèodat de Dolomieu, dei quali Cordier seguì le lezioni presso l'*École des Mines* nel 1794, egli viaggiò al seguito di quest'ultimo prima nelle Alpi, e poi in Egitto, concentrando l'attenzione soprattutto sugli aspetti mineralogici e giacimentologici. Al suo rientro in Francia, dopo un turbinoso viaggio di ritorno (fu infatti prigioniero prima a Taranto e poi a Messina) divenne *Ingénieur en Chef* del Corpo delle miniere. L'interesse prevalente verso le rocce si palesò chiaramente durante la sua attività alla direzione del *Musèum National d'Histoire Naturelle*, incarico che tenne ininterrottamente dal 1819 fino alla morte. Durante la sua permanenza al museo, la collezione di rocce custodita nella *Galerie de Géologie* si incrementò da 12.000 esemplari fino ad oltre 200.000. La maggior parte dei risultati della attività scientifica di Cordier è giunta a noi grazie all'iniziativa di Charles d'Orbigny, suo allievo ed assistente, che raccolse le lezioni e i risultati delle ricerche nel volume *Description des Roches composant l'Ecorce terrestre et de Terrains Cristallins constituant le sol primitif*, edito a Parigi nel 1861 e subito dopo tradotto e pubblicato in Inglese (D'Orbigny, 1968)².

In coda al volume della versione inglese consultata per questa occasione, Charles D'Orbigny sintetizza la classificazione delle rocce di Cordier; essa comprende tre gruppi principali: 1. *Rocce Normali*; 2. *Rocce Anomale*, in vene ed in depositi irregolari; 3. *Rocce Meteoriche*. Ognuna di queste categorie è suddivisa in classi e, quindi, in famiglie. Come esempio di questa sistematica, riportiamo l'ordinamento delle "Rocce Normali": *classe I* - Rocce a base di silicati; *Families*: Felspathic, Pyroxenic, Amphibolic, Epidotic, Grenatic, Diallagic, Talcose, Micaceous, Quartzose, Vitreous, Argillaceous; *classe II* - Rocce a base acida; *Families*: Calcareous, Bock Salt, Gypseous, Alunitic; *classe III* - Rocce a base metallica; *Families*: Carbonate, Hydrate, and Peroxide of iron, Silicate of iron, Oxydulousiron, Manganese, Ironpyrites; *classe IV* - Rocce combustibili; *Families*: Sulphur, Dysodile, Asphaltum, Graphite, Anthracite, Coal, Lignite. La classificazione sopra riportata rappresenta comunque l'estensione di una tabella classificativa preliminare, già apparsa in coda al più famoso articolo: *Mémoire sur les substances minerales dites en masse qui entrent dans la composition des Roches Volcaniques de tous les âges* (Cordier, 1815). Pertanto, non sappiamo quanto questo schema classificativo corrispondesse realmente all'ormai più maturo pensiero scientifico di Cordier.

²"C. D'Orbigny has rendered a useful service to geology by publishing a detailed classification and description of rocks by the late Professor Cordier, who for more than thirty years of his long scientific career, has studied with extreme care, both in the field and the cabinet, the composition, origin, position, and other character of the rocks which constitute the crust of the globe" (Bertrand, 1894).

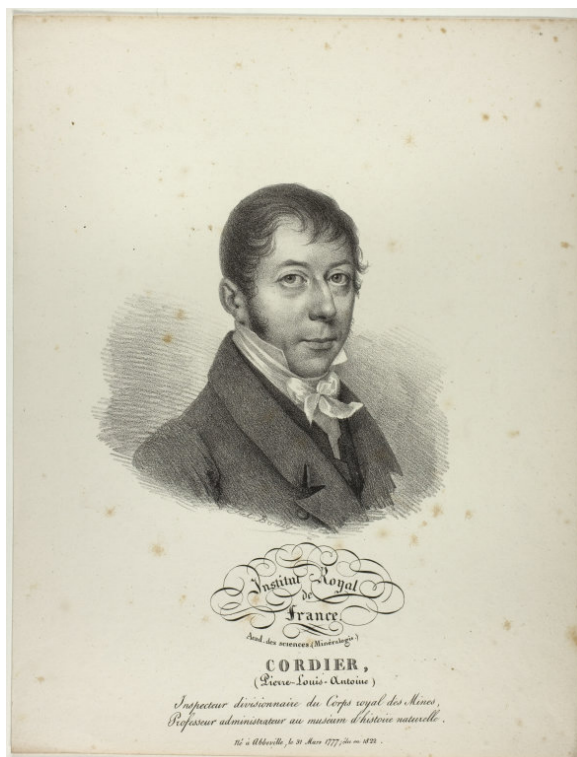


Fig. 19 - Ritratto di Pierre Louis Antoine Cordier

Nella tabella *Distribution méthodique des substances volcaniques dites en masse*, presentata nell'articolo precedentemente menzionato, Cordier individua due gruppi di lave: il primo comprende lave a feldspato prevalente (*Substances Feld-spathiques*); il secondo quelle a pirosseno prevalente (*Substances pyroxéniques*). Il criterio discriminante principale è la composizione mineralogica, i caratteri strutturali intervengono successivamente a distinguere all'interno dei due gruppi ulteriori tipologie di rocce; la distribuzione geologica della roccia era ritenuta da Cordier un fattore del tutto secondario. Questa classificazione concepita per le rocce vulcaniche e pubblicata in un'epoca di mezzo dell'attività scientifica dell'autore, rimaneva comunque fortemente ancorata ad un ordinamento tipicamente linneano. Nonostante la collezione di rocce, da lui predisposta presso il Museo che dirigeva, fosse organizzata in linea con questo schema classificativo, nei suoi scritti trapela il desiderio, quasi un'aspirazione, ad un radicale cambiamento nello studio delle rocce. Rinnovamento che annunciò, ma che non concretizzò; non sappiamo il perché di questa missione incompiuta. Forse perché, essendo stato tra i primi ad osservare una roccia al microscopio³, l'universo che gli si aprì davanti rivelò quanto complesso fosse il mondo delle rocce, una complessità che si traduceva non soltanto nelle variazioni di composizione mineralogica, ma anche nella immensa varietà di combinazioni microstrutturali possibili tra i diversi costituenti: "*Il n'est pas facile d'observer au microscope la contexture des minéraux agrégés en masse*" (Cordier, 1816). Probabilmente furono questi i momenti in cui Cordier comprese che i tentativi fino ad ora fatti per organizzare le rocce in schemi classificativi d'impianto linneano, basati sulle sole osservazioni alla mesoscala, erano del tutto inadeguati e insufficienti. Cordier espresse con fermezza l'idea che i metodi allora impiegati nello studio delle rocce non erano più sufficienti, in quanto non consentivano l'esplorazione completa della loro complessa realtà; ci voleva altro: era come studiare un iceberg esaminandone solo la porzione emersa. Questo disagio scientifico che risalta evidente nella frase sopra menzionata, è comunque una costante nelle dissertazioni riportate nelle sue lezioni (D'Orbigny, 1968). Queste considerazioni ci inducono a pensare che Cordier intenzionalmente non mise per iscritto il prosieguo della sua classificazione che rimase, quindi, monca

³Il microscopio utilizzato da Cordier di certo non era dotato di polarizzatori, dal momento che questi furono introdotti da Sorby nel 1828.

e circoscritta alle sole lave, compito che portò a termine il suo allievo D'Orbigny; a noi non sta a sapere se questa fosse stata la volontà del suo maestro. Per queste ragioni, nonostante i suoi articoli ricalchino in linea di massima ancora i concetti degli autori precedenti, le sue riflessioni e i suoi pensieri, marcano una discontinuità con il passato.

Il 1816, data di edizione del succitato lavoro, è da menzionare come la data di avvio di un processo di rinnovamento radicale nello studio delle rocce, che nel giro di qualche decennio sancirà la nascita della petrografia. Seconda data importante di questo ciclo innovativo è il 1823, anno di edizione del trattato *Charakteristik der Felsarten* di Karl Cäsar von Leonhard (fig. 20)(1779-1862). Per originalità e approccio metodologico esso è indubbiamente da considerare pietra miliare nella storia della petrografia, tanto da essere ritenuto il più importante e completo saggio sulle rocce della prima metà del XIX secolo (von Leonhard, 1823) "*A discussion of the stratigraphic relations of rocks must be preceded by an accurate statement of their nature*", in queste poche parole è concentrate l'essenza del pensiero di von Leonhard. Per la prima volta si parla di natura della roccia (natura ancora intesa come insieme delle caratteristiche mineralogiche e strutturali di un litotipo e non come peculiarità genetica, prerogativa questa della petrografia moderna) e soprattutto, novità assoluta, si antepone questa alle discussioni di carattere geologico stratigrafico. In disaccordo con la consuetudine della geognosia, che considerava e classificava le rocce solo in funzione della loro distribuzione e collocazione stratigrafica, von Leonhard affermò piuttosto che una roccia è oggetto di studio principalmente per le sue specificità e per le sue peculiarità, indipendentemente dall'estensione della massa rocciosa e a prescindere dalla sua distribuzione che può essere del tutto sporadica e rara. Anche se l'autore non chiama con un nome la scienza che studia le rocce, considerandola ancora una branca della geognosia, con queste parole vengono per la prima volta ritagliati i confini della petrografia all'interno della geologia.



Fig. 20 - Ritratto di Karl Cäsar von Leonhard

Nel suo trattato, von Leonhard rigetta lo schema classificativo linneano articolato in classi, generi e specie e individua quattro gruppi principali di rocce: 1) rocce eterogenee, costituite cioè da componenti differenti; 2) rocce apparentemente uniformi (omogenee); 3) rocce costituite dall'aggregazione di frammenti; 3) rocce sciolte; infine in una vasta appendice poneva tutti gli altri litotipi come i carboni e le altre rocce combustibili. È evidente, come nella sistematica proposta da von

Leonhard, siano i caratteri strutturali della roccia ad assumere il ruolo preminente; così all'interno dei vari gruppi si riconoscono le strutture granulari, porfiriche, vetrose, come le anisotrope scistose ecc.; solo in un secondo momento, la composizione mineralogica determina ulteriori suddivisioni. Il criterio strutturale, anteposto a quello mineralogico, segnerà un nuovo corso nella studio delle rocce, in linea con i principi che oggi ci permettono di discriminare le rocce magmatiche dalle sedimentarie e dalle metamorfiche.

Appena quattro anni più tardi Alexandre Brongniart presenta alla comunità scientifica un suo secondo trattato: *Classification et caractères minéralogiques des roches homogènes et hétérogènes* (fig. 21) (Brongniart, 1827). È in realtà un piccolo saggio di 144 pagine, che comunque diverrà un caposaldo della storia della petrografia. Già nell'introduzione l'autore definisce con chiarezza il significato di minerale, roccia e terreno. I *minerali* sono sostanze naturali il cui studio e classificazione è determinato dalle leggi della mineralogia; le *rocce* sono costituite dalle stesse sostanze presenti in masse e in tal modo entrano a far parte della struttura del globo terrestre; infine, i terreni sono insiemi di rocce differenti. Ben definiti sono ora i concetti e gli ambiti di studio delle diverse discipline. La mineralogia studia i minerali con le sue leggi dettate dall'abate Haüy; le rocce sono aggregati di minerali e necessitano di un proprio specifico sistema classificativo indipendentemente dalla loro età di formazione (*rocks of the same age could not be expected to have the same lithological characters if they were deposited under different conditions in different areas* (Cross, 1902); infine, i terreni intesi come insiemi di rocce rappresentano l'equivalente delle formazioni rocciose. Pertanto, costituiscono oggetto di studio della geognosia. Definita è l'area di azione della disciplina che studia le rocce, definito è l'oggetto di studio, manca ancora il termine che la identifica.

CLASSIFICATION
ET
CARACTÈRES MINÉRALOGIQUES
DES ROCHES
HOMOGÈNES ET HÉTÉROGÈNES.
PAR
ALEXANDRE BRONGNIART,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.



A PARIS,
Chez F. G. LEVRAULT, rue de la Harpe, n.º 81,
et rue des Juifs, n.º 33, à STRASBOURG.
1827.

Fig. 21 - Frontespizio del volume "Classification et caractères minéralogiques des roches homogènes et hétérogènes" di Alexander Brongniart, 1827

La classificazione proposta da Brongniart, in questo suo secondo trattato, richiama in parte la precedente versione, impostata secondo lo schema linneano in classi, ordini, generi e specie come da tradizione francese. Tuttavia, la struttura organizzativa mostra una maturità scientifica decisamente maggiore, frutto dell'esperienza acquisita nei viaggi e arricchita dai numerosi contatti con

altri studiosi, in particolar modo con von Leonhard. In questa classificazione, Brongniart coniuga sapientemente l'importanza attribuita da von Leonhard ai caratteri strutturali della roccia con la composizione mineralogica, rendendo più comprensibili e di più facile applicabilità i concetti legati all'*aspetto esteriore* di una roccia, che sarà poi il filo conduttore della sua classificazione. Prevede, infatti, due sole classi: a) *Roches homogènes ou simples*; b) *Roches hétérogènes ou composées*; dove il concetto di omogeneità ed eterogeneità è connesso esclusivamente alla sola "analisi ad occhio nudo". La classe delle rocce omogenee prevede due ordini: *Roches phanérogènes* e *Roches adélogènes*, le prime costituite da minerali la cui specie è riconoscibile ad occhio nudo, le seconde di composizione non riconoscibile. La classe delle rocce eterogenee contiene due ordini: a) *Le roches de cristallisation*; b) *Les roches d'agrégation*; le prime rappresentano rocce costituite da minerali di specie diversa, ma cristallizzati direttamente nella compagine rocciosa, le seconde costituite da minerali diversi aggregati tra di loro per processi diversi dalla cristallizzazione.

Oggi, i limiti di questa classificazione sono facilmente visibili; in primo luogo essa colloca nelle stesse categorie rocce molto diverse tra di loro; ad esempio, nella classe delle rocce omogenee, ordine adelogene, pone gli scisti, assieme ai basalti afirici, alle argille, ecc.. Pur tuttavia degna di nota è la semplicità dello schema e di conseguenza la sua facile applicabilità. Soprattutto di rilevanza storica è l'aver utilizzato, per la prima volta, un criterio connesso all'origine dei costituenti tra i fattori discriminanti dei gruppi: gli ordini della classe delle *Roches hétérogènes ou composées* sono infatti diversificati in funzione non della tipologia del minerale prevalente, ma dalla sua origine; vale a dire, chi usa questa sistematica deve porsi la seguente domanda: il costituente è originato nella roccia in cui si ritrova oppure ha avuto un'origine esterna, cioè in altro contesto e poi, successivamente aggregato con altri costituenti a formare la roccia.

Gli storici della scienza del XX secolo concordano nel ritenere questo saggio di Brongniart (1827) la data di nascita della petrografia, identificando in questo l'essenza della nuova disciplina. In realtà, piuttosto che in un trattato o nei concetti di un singolo autore, ritengo più razionale individuare la data di nascita della petrografia nell'intervallo di tempo in cui si collocano quelle opere nelle quali si attiva il processo di crescita scientifica concluso con il perfezionamento di concetti e principi basilari che andranno a costituire le fondamenta della nuova scienza. Fino a quando la roccia è considerata espressione di una delle molteplici e stravaganti modalità di aggregazione dei minerali, o fino a quando la roccia è soltanto aggregato di minerali che si rinvenivano in natura come associazioni a costituire le formazioni geologiche, allora la "Scienza delle rocce" è semplicemente supplemento di studio della mineralogia, oppure complemento della geologia, sia nell'uno che nell'altro caso, asservita alla due scienze capostipite. Quando la roccia assume la dignità di soggetto scientifico, meritevole di studio per le sue caratteristiche peculiari, sia composizionali che geologiche, allora la "Scienza delle Rocce" assume una sua identità garantita da principi e concetti specifici e assume la sua autonomia.

Nonostante le poco gentili parole di Cross (1902) verso Cordier, secondo il quale i suoi scritti furono causa di ritardi nello sviluppo della petrografia, credo sia corretto ed onesto rendere onore al merito, e collocare la nascita della Petrografia tra il 1816, anno di pubblicazione della *Mémoire sur les substances minérales dites en masse qui entrent dans la composition des Roches Volcaniques de tous les âges* (Cordier, 1816) e il 1827, anno di pubblicazione del lavoro *Classification et caractères minéralogiques des roches homogènes et hétérogènes* (Brongniart, 1827), considerando, ovviamente, in questo decennio anche il trattato *Charakteristik der Felsarten* di Karl Cäsar von Leonhard (1823). In questo breve intervallo temporale, poco più di un decennio, questa triade di autori stabilisce i fondamenti logici di una nuova scienza sistematica, individuandone i concetti basilari, i confini e i metodi di studio. Alla *Petrografia* mancava ancora solo il nome.

5 Ringraziamenti

Ringrazio il prof. Antonino Lo Giudice per i suggerimenti ricevuti e le discussioni avute durante la stesura del manoscritto. Un ringraziamento sentito e particolare lo rivolgo al prof. Renato Cristofolini che, oltre alle piacevoli discussioni scientifico-filosofiche intercorse durante la preparazione di questo lavoro, ha molto contribuito alla versione definitiva con numerosi suggerimenti e riletture.

Bibliografia

- [1] Adamson P. 2007, *Classical Arabic Philosophy: Sources and Reception*, Warburg Institute Colloquia Ed. By Burnett C., Kraye J., and Ryan W.R. Aragno Ed. London Turin.
- [2] Agricola, Georgius 2004, *De natura fossilium*, Translated from the first Latin edition of 1546, da Mark Chance Bandy and Jean A. Bandy. Mineola; N.Y.: Dover Publications, ISBN 9780486495910.
- [3] Anawati, G.C. 1979, *The Ketāb al-jamāher fīma 'refat al-jawāher of al Bīrūnī* Commemorative Volume, ed. H. M. Said, Karachi, [1] 437-453.
- [4] Bertrand M.J. 1894, *Notice Historique sur M. Pierre-Louise-Antoine Cordier*, Mem. Acad. Sci Inst. France, 47: 98-121.
- [5] Brongniart A. 1813, *Essai d'une classification minéralogique des roches melangès*, Jour. Mines, 199: 5-48.
- [6] Brongniart A. 1827, *Classification et caractères minéralogiques des roches homogènes et hétérogènes*, Paris, vers. digitale, ETH-Bibliothek Zürich; Persistenter Link: <http://dx.doi.org/10.3931/e-rara-11365>.
- [7] Calvino I. 1982, *l cielo, l'uomo, l'elefante in Gaio Plinio Secondo*, Storia naturale, Vol. I, prefaz., Einaudi, Torino.
- [8] Cleveland C. 2008, *Theory of the Earth*, (historical). Retrieved from <http://www.eoearth.org/view/article/156597>.
- [9] Cordier P.L.A. 1816, *Mémoire sur les substances minérales dites en masse qui entrent dans la composition des Roches Volcaniques de tous les âges*, Paris, M.V. Courcier Ed., pp. 87.
- [10] Cross W. 1902, *The development of systematic petrography in the nineteenth century*, Jour. Geol., 10: 331-499.
- [11] La Mètherie J.C. 1795, *Théorie de la Terre*, Paris, Maradan, pp 422.
- [12] Dolomieu D.G. 1791, *Sur un genre de pierres calcaires très peu effervescentes avec les acides ou phosphorescentes par la collision*, Jour. Physique 39: 3'10.
- [13] D'Orbigny C. 1868, *Description des Roches composant l'Ecorce terrestre et de Terrains Cristallins constituant le sol primitive; Redigé d'après la classification, les manuscrits inédits, et les leçons publiques de feu P. L. A. Cordier*, Paris. Chez SAVY, Libraire Editeur de la Soc. Geologique de France.
- [14] Haüy R.J. 1822, *Traité de minéralogie. II ediz.*, Paris, Bachelier, Libraire Successeur de MV Courcier Quai des Augustin; 4 voll.

- [15] Holmyard E.J., Mandeville D.C. 1927, *Avicennae, de Congelatione et Conglutinatione lapidum, being a section of the Kitab al-Shifa*, The Latin and Arabic texts edited with an English Translation of the latter and with critical notes. Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris.
- [16] Hoover H.C., Hoover L.H. 1950, *Georgius Agricola. De Re Metallica*, Edited by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, New York: Dover Publications.
- [17] Hutton J. 1795, *Theory of the Earth*, transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. I, Part II: 209-304.
- [18] Krenkow F. 1946, *The Drug-Book of Beruni*, Islamic Culture, 20: 109-10.
- [19] Lèonhard M.M. C.C., Merz K.F., Kopf J.H. 1806, *Tables Méthodiques et caractéristiques des substances minérales*, Jour. Mines: 95-100.
- [20] Lèonhard K.C. von 1823, *Charakteristik der Felsarten*, versione inglese, 180 pp. Ed. Biblio Bazaar (2009), ISBN-13: 978-1110072200.
- [21] Linnaeus C. 1735, *Systema Naturae*, Fac simile of the first edition by M.S.J. Engel-Ledeboer and H. Engel. Ed. Nieuwkoop & De Graaf, 1964.
- [22] Macculloch J. 1822, *A Geological classification of rocks, with descriptive synopses of the species and varieties, comprising the elements of practical geology*, London, Longman et al. Ed., pp. 667.
- [23] Milovsky A.V. 1982, *Mineralogy & Petrography*, Mir Publisher, Moscow, pp. 440.
- [24] Morello N. 1993, *Alle radici della mineralogia sistematica. Il XVI secolo*, Geol. Romana, 29: 567-582.
- [25] Mottana A., Napolitano M. 1997, *Il libro "Sulle Pietre" di Teofrasto. Prima traduzione Italiana con un vocabolario dei termini mineralogici*, Rend. Fis. Acc. Lincei, 9, 8: 151-234.
- [26] Munim Al-Rawi 1983, *The contribution of Ibn Sina (Avicenna) to the Development of Earth Science in Europe*, Proceedings of the Oxford University Conference on the Influence of the Arab and Islamic Civilization. St. Anthony's College, Oxford, England, December 17-18, 2-12.
- [27] Munim Al-Rawi 2002, *The contribution of Ibn Sina (Avicenna) to the development of Earth Science*, Foundation for Science Technology and Civilization. Publication ID: 4039. Manchester, U.K: FSTC, 2002, <http://www.muslimheritage.com/upload/ibnsina.pdf>.
- [28] Patrin E.L.M. 1801, *Histoire naturelle des minéraux*, Prime edition. Deterville, Paris, pp. 374.
- [29] Pavlova G.E., Fedorov A.S. 1980, *Mikhail Vasilievich Lomonosov: His Life and Work*, English Translation, Mir: Moscow. ISBN 0-8285-2895-0, 9780828528955.
- [30] Picchi P., Sassi M. 2007, *"De la Pirotechnia" di Vannoccio Biringuccio Senese*, versione elettronica multilingua full'text. ILC-CNR, Pisa.
- [31] Pinkerton J. 1811, *Petralogy, a treatise on rocks*, Vol. 1. London, Ed. S. Hamilton & C. Weybridge.
- [32] Plinio (Gaio Plinio Secondo) 1988, *Storia Naturale (Naturalis Historia)*, Vol. V, Mineralogia e storia dell'arte, Libri 33-37, trad. Corso, Muggellesi, Rosati, Einaudi, pp. 969.

- [33] Rösler H.J. 1968, *August Breithaupt - sein Leben und Werk*, in: Probleme der Paragenese von Mineralen, Elementen und Isotopen, Freiburger Forschungshefte Teil 1: 9-25.
- [34] Sarton G. 1954, *Ancient Science and Modern Civilization*, Harper & Brothers, New York.
- [35] Severgin V.M. 1816, *A New System of Minerals, Based on External Distinctive Characteristics*, St. Peterburg.
- [36] Tommaseo N., Bellini B. 1861, *Dizionario della Lingua Italiana*, versione consultata: Tommaseo online, Zanichelli, Bologna, in accordo con l'Accademia della Crusca.
- [37] Weisheipl J.A. 1994, *Alberto Magno e Le Scienze*, Ed. Studio Domenicano: 205-206.
- [38] Werner G. 1774, *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*, Lipsia, Ed. Siegfried Lebrecht Crusius. Bancadati: WorldCat.
- [39] Wyckhoff D. 1967, *The Book of Minerals*, traduzione del *De Mineralibus*, Libro II, tr. ii, I, di Alberto Magno, Oxford.
- [40] Young D.A. 2003, *Mind over Magma. The Story of Igneous Petrology*, Princeton Univ. Press.
- [41] Zittel K.A. von 1901, *History of geology and palaeontology to the end of the nineteenth century*, Tradotto da Maria M. Ogilvie Gordon. W. Scott: 15-16.