



Fig. 1

Per aspera ad astra: la collezione di meteoriti

Per aspera ad astra: *the meteorite collection*

Giovanni Pratesi

La collezione di meteoriti del Museo di Storia Naturale non è sicuramente così ricca come invece lo sono altri tipi di collezioni. Tuttavia, tra gli 80 campioni che la compongono, si riscontra la presenza di esemplari talmente rilevanti, sotto un profilo sia storico che scientifico, da giustificare pienamente una trattazione dettagliata all'interno di questo volume. Come già sottolineato da Cipriani e Corazza (1998), non è immediatamente intuibile il motivo per cui nel museo fiorentino, a fronte di collezioni mineralogiche tanto ricche, vi sia una collezione di meteoriti tanto modesta; possiamo tuttavia ipotizzare che lo scetticismo sulla natura extraterrestre di questi oggetti sia stato determinante. Comunque, a prescindere dalle possibili spiegazioni, rimane la constatazione incontrovertibile che il grande interesse registrato nel corso del XIX secolo per la mineralogia, e per la mineralogia regionale in particolare, non fu certamente accompagnato da un analogo interesse per le meteoriti che, in Italia, continuarono a lungo a essere

viste come vere e proprie curiosità piuttosto che come oggetti degni di indagini e studi approfonditi. Eppure, come vedremo in seguito, anche nel nostro paese erano avvenute cadute di meteoriti che avrebbero dovuto favorire apposite ricerche. Queste cadute, in effetti, incuriosirono alcuni studiosi ma dalla curiosità non scaturì alcuno studio sistematico, come invece accadde altrove.

Parlando di meteoriti occorre anzitutto ricordare che in Italia, con la sola eccezione della collezione della Specola Vaticana (attualmente ubicata a Castel Gandolfo e comunque appartenente allo Stato della Città del Vaticano) non esistevano, fino a pochi anni fa, collezioni paragonabili – per numero e qualità di campioni – alle più note collezioni di altri musei europei ed extraeuropei (McCall *et al.*, 2006). Oggi la situazione a livello nazionale è molto migliorata, soprattutto in relazione alla nascita del Museo Nazionale dell'Antartide (Folco e Rastelli, 2010) e del Museo di Scienze Planetarie della Provincia di Prato (Moggi Cecchi e Pratesi, 2002;

The Museum of Natural History's meteorite collection is certainly not as rich as the other types of collections. Nonetheless, its 80 specimens include some that are historically and scientifically important, and thus it fully deserves a detailed discussion in this volume. As already mentioned by Cipriani and Corazza (1998), it is not immediately clear why the meteorite collection is so small in the Florentine museum, given its very rich mineral collections, but we can hypothesize that the scepticism about the extraterrestrial nature of these objects was decisive. However, notwithstanding the possible explanations, there remains the incontrovertible fact that the great interest in mineralogy, and regional mineralogy in particular, during the 19th century was not accompanied by a similar interest in meteorites.

In Italy, they were long considered mere curiosities rather than objects worthy of investigations and detailed studies. Yet, as we will see later, meteorite falls that should have prompted particular studies did occur in Italy. These falls intrigued some scholars but the curiosity did not lead to any systematic study, as instead happened elsewhere.

With the exception of the meteorite collection of the Vatican Observatory (currently housed at Castel Gandolfo and belonging to the Vatican City State), Italy did not possess, up to a few years ago, any collections comparable in number and quality of specimens with the best known collections of other European and extra-European museums (McCall *et al.*, 2006). The situation in Italy has recently improved, especially in relation to the establishment of the

Fig. 1 Campione di moldavite: una tektite generata durante l'impatto che portò alla formazione del Ries Crater (Baviera, Germania). Peso: 2 grammi. Campione n. 18111.

Fig. 1 Moldavite sample: a tektite generated during the impact that led to the formation of the Ries Crater (Bavaria, Germany). Weight: 2 grams. Sample no. 18111.

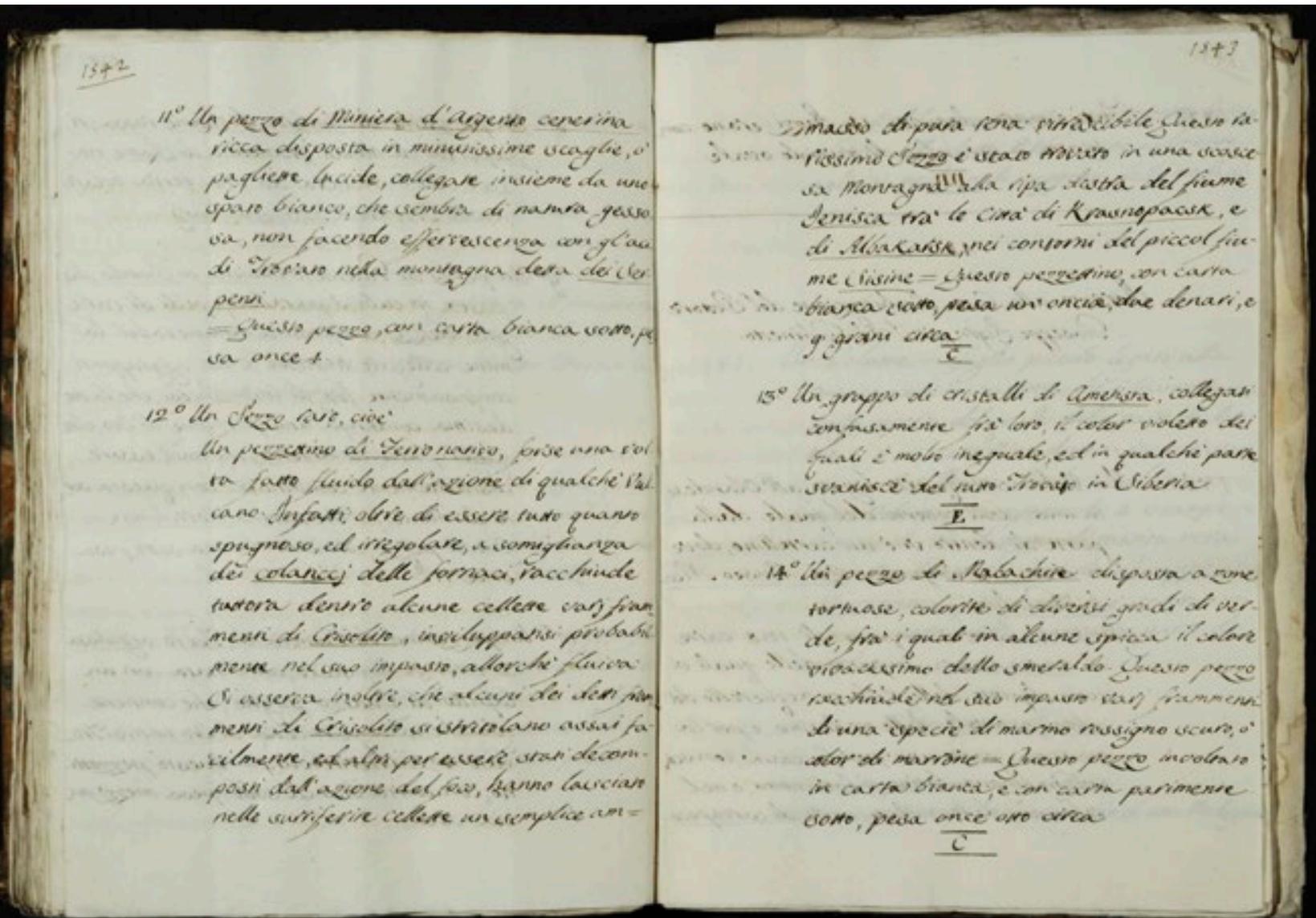


Fig. 2 Descrizione della meteorite Pallas presente sull'appendice dell'inventario del 1775. Documentazione archivistica dai fondi Imperiale e Real Corte, 5258. (Su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, divieto di riproduzione o duplicazione con qualsiasi mezzo).

Fig. 2 Description of the Pallas meteorite present in the appendix to the 1775 inventory. Archival documentation (fondi Imperiale e Real Corte, 5258) (By concession of the Ministry of Culture, reproduction or duplication by any means is prohibited).

Pratesi *et al.*, 2005), dove sono conservate importanti collezioni rispettivamente di meteoriti antartiche e sahariane.

Comunque, anche se qualche antico esemplare legato alle cosiddette *falls* (ossia cadute di meteoriti documentate da testimonianze oculari, in contrapposizione ai così-

National Antarctica Museum (Folco and Rastelli, 2010) and the Museum of Planetary Sciences of the Province of Prato (Moggi Cecchi and Pratesi, 2002; Pratesi *et al.*, 2005), which respectively conserve important collections of Antarctic and Saharan meteorites.

Although some specimens related to so-called *falls* (meteorite hits that occurred in the presence of eyewitnesses, in contrast to so-called *finds*, i.e. discoveries not associated with any sighting) had been fortuitously conserved (McCall *et al.*, 2006), meteorite collections only began to take form in the major museums of the world toward the end of the 18th century. The reader should not be surprised at this since the scientific community began to accept the idea that meteorites had an extraterrestrial origin (and thus merited investigation and conservation) only in the early 19th century, above all thanks to the contri-

butions of Ernst Florens Friedrich Chladni, Edward Charles Howard and Jean-Baptiste Biot. Yet, stones fallen from the sky have been reported since antiquity: records from over 3000 years ago are found in the literature and legends of the Old and New World (Cipriani, 1996; D'Orazio, 2007). However, no meteorite from a fall documented prior to 861 AD has come down to us, and only two meteorites from the falls recorded between 861 and 1492 have been conserved, those from Nagano (Japan) and Ensisheim (France). According to Chladni (1819), meteorite material was even removed from some collections during the 18th century, evidently because meteorites were considered unnatural or unworthy of belonging to a naturalistic collection: such «purges», again according to Chladni, occurred in five European cities (Dresden, Vienna, Copenhagen, Berne and Verona) and involved specimens from six different falls.

lettore, poiché la comunità scientifica iniziò ad accettare l'idea che le meteoriti fossero di origine extraterrestre – e dunque oggetti meritevoli di essere indagati e conservati – solamente agli inizi dell'Ottocento, soprattutto grazie ai contributi di Ernst Florens Friedrich Chladni, Edward Charles Howard e Jean-Baptiste Biot. Eppure testimonianze di pietre cadute dal cielo sono state riportate fino dall'antichità: segnalazioni si ritrovano, da oltre tremila anni, nelle letterature e nelle leggende del Vecchio e Nuovo Mondo (Cipriani, 1996; D'Orazio, 2007). Tuttavia nessuna meteorite, la cui caduta documentata sia antecedente al 861 d.C., è giunta fino a noi; se invece prendiamo in considerazione le cadute registrate tra l'anno 861 e l'anno 1492, possiamo allora verificare che solamente due meteoriti, ossia la meteorite di Nagano (Giappone) e quella di Ensisheim (Francia), sono state conservate. Adirittura, secondo Chladni (1819), nel corso del XVIII secolo da alcune collezioni fu tolto il materiale meteoritico poiché, evidentemente, ritenuto non naturale o comunque indegno di appartenere a una collezione naturalistica: tali «epurazioni», stando sempre alla testimonianza di Chladni, sarebbero avvenute in cinque città europee (Dresda, Vienna, Copenhagen, Berna e Verona) e avrebbero riguardato campioni provenienti da sei diverse *falls*.

Pallas e Siena ovvero ... lo sviluppo della scienza delle meteoriti

Nella collezione del museo fiorentino si ritrovano testimonianze di due «cadute» – denominate Pallas e Siena – che occupano un posto di rilievo nella storia della scienza e

in particolare della «meteoritica», ossia della disciplina che studia la natura e la genesi di questi specifici corpi extraterrestri.

La meteorite Pallas, che trae il nome dal naturalista e viaggiatore tedesco Peter Pallas, compare già nelle «appendici» dell'inventario del 1775; la data di arrivo del campione a Firenze non è nota precisamente ma si può presumere che l'esemplare rappresenti il dono, per il Granduca, di un'ambascieria russa avvenuta attorno al 1776 (Cipriani *et al.*, 2011). Il campione presente nelle collezioni del Museo di Storia Naturale (n. cat. 13761; peso 90 g; vedi Fantoni e Poggi «Dalla Real Galleria all'Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale», in questo volume) è sicuramente tra quelli raccolti dal Pallas nel suo viaggio compiuto nell'Impero Russo tra il 1768 e il 1774, durante il quale visitò vaste zone della Siberia. Questa meteorite, che è accuratamente descritta nei documenti di archivio (Fig. 2), assume un grande significato scientifico non solamente perché ha dato il nome ad un'intera classe di meteoriti (le pallasiti, meteoriti composte prevalentemente da una lega ferro-nickel e da minerali del gruppo dell'olivina) ma anche, e soprattutto, perché Chladni, studiando analoghi campioni raccolti dallo stesso Pallas, pubblicò nell'aprile del 1794 un magistrale lavoro nel quale proponeva l'origine extraterrestre di questi corpi. Le idee di Chladni furono ferocemente avversate da una larga parte della comunità scientifica dell'epoca giacché violavano almeno due delle convinzioni più fortemente radicate a quei tempi, ossia che frammenti di roccia e metallo non potessero cadere dal cielo e che nello spazio non esistessero piccoli corpi oltre la Luna (Marvin, 1996). Otto anni più tardi, però, grazie anche al fonda-

Pallas and Siena, or the development of the science of meteorites

The collection of the Florentine museum contains testimony of two falls, called Pallas and Siena, which occupy an important place in the history of science and particularly of «meteoritics», the discipline that studies all aspects of meteorites, including the nature and origin of these extraterrestrial bodies.

The Pallas meteorite, which takes its name from the German naturalist and voyager Peter Pallas, appeared in the «appendices» of the 1775 inventory; although the date the specimen arrived in Florence is not precisely known, it can be presumed to have been the gift of a Russian legation to the Grand Duke around 1776 (Cipriani *et al.*, 2011). The specimen in the collections of the Museum of Natural

History (cat. no. 13761; weight 90 g; see Fantoni and Poggi «From Real Galleria to Imperial Regio Museo di Fisica e Storia Naturale», in this volume) is certainly one of those collected by Pallas in his journey in the Russian Empire between 1768 and 1774, during which he visited vast areas of Siberia. This meteorite, carefully described in documents (Fig. 2), is of great scientific importance not only because it gave the name to a whole class of meteorites (pallasites, composed mainly of an iron-nickel alloy and minerals of the olivine group) but also, and especially, because Chladni, after studying similar specimens collected by Pallas, published a magisterial work in April 1794 in which he proposed the extraterrestrial origin of these bodies. Chladni's ideas were fiercely opposed by a large part of the scientific community since they violated at least two of the most strongly rooted convictions of the time, i.e. that fragments of rock



Fig. 3 Un bel frammento della meteorite Siena. Peso: 170 g. Camp. n. G13774.

Fig. 3 A lovely fragment of the Siena meteorite. Weight: 170 g. Spec. n. G13774.

mentale lavoro analitico compiuto su alcune meteoriti (tra cui la meteorite di Siena) dal chimico Edward Charles Howard (Howard, 1802) in collaborazione con Jacques-Louis de Bournon, i più illustri scienziati europei si persuasero che corpi rocciosi o metallici potessero effettivamente cadere dal cielo.

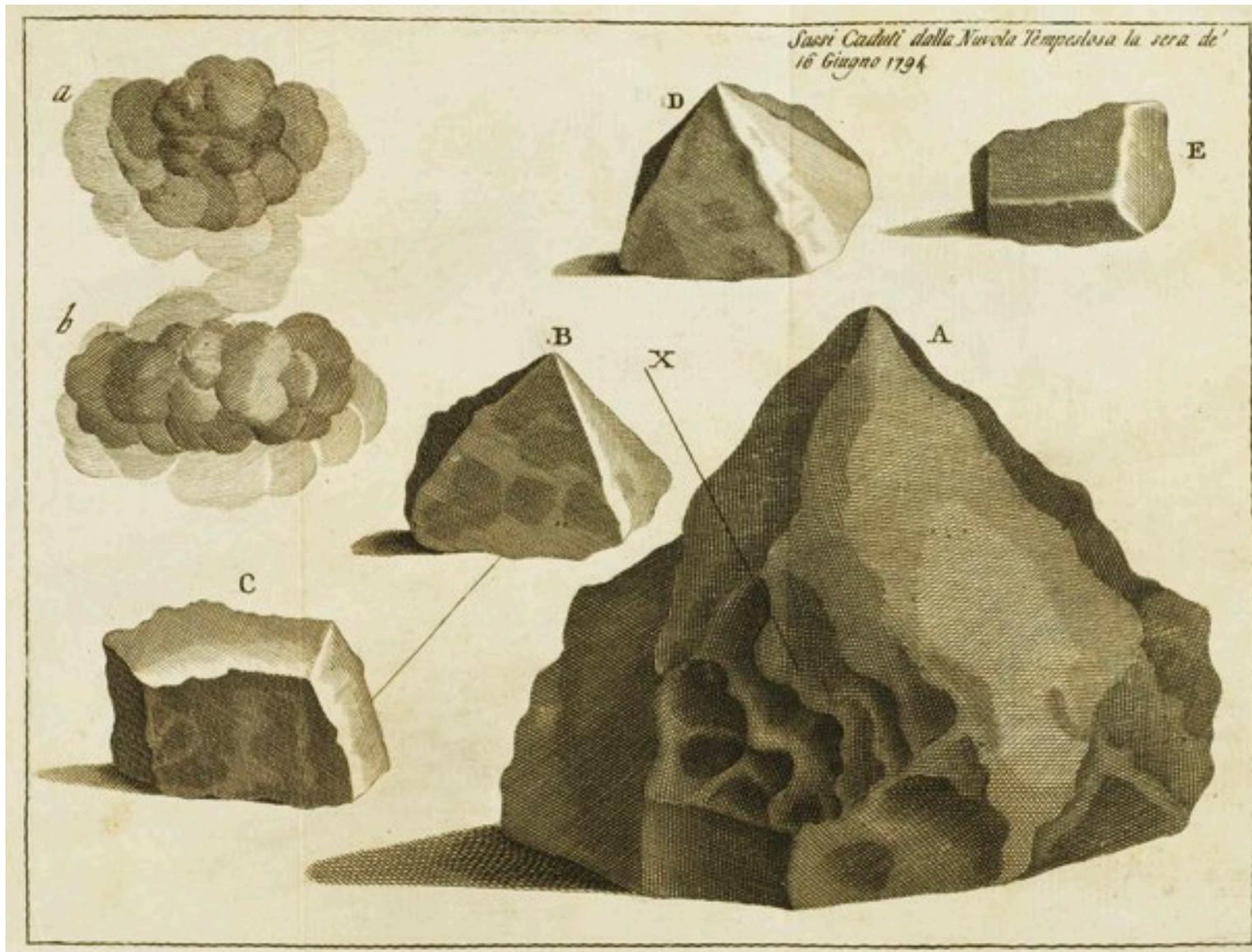
L'altra meteorite, che appartiene alla collezione del Museo ed ha contribuito in maniera determinante allo sviluppo delle conoscenze scientifiche, è appunto quella di Siena (Fig. 3), una condrite ordinaria LL5. La sera del 16 giugno del 1794, nelle campagne del senese, si verificò la caduta di una meteorite, una «piogetta di sassi», come la descrive l'abate Camaldolese Ambrogio Soldani (Fig. 4), natu-

ralista e docente di Matematiche presso l'Università di Siena nonché Rettore del Monastero di Santa Mustiola della Rosa in Siena. Questa caduta, testimoniata da moltissimi osservatori, suscitò, in una città raffinata ed erudita qual era Siena, grande meraviglia e innescò immediatamente nella comunità scientifica un acceso dibattito al quale parteciparono eminenti studiosi italiani e stranieri (Levi-Donati, 1975). Le parole che usa Soldani nella lettera dedicatoria indirizzata, in data 13 luglio 1794, a Frederick Hervey ben testimoniano il dubbio che agitava le menti degli studiosi: «Qui si agita una questione, se un turbine recentemente accaduto, o piuttosto una meteora igneo-aerea abbia scagliati sulla terra de' sassi: il fatto è

and metal could not fall from the sky and that small bodies did not exist in space beyond the Moon (Marvin, 1996). However, eight years later, the most illustrious European scientists became convinced that rocky or metallic bodies could fall from the sky thanks to the fundamental analytical work on some meteorites (including the Siena meteorite) by the chemist Edward Charles Howard in collaboration with Jacques-Louis de Bournon (Howard, 1802).

The other meteorite in the museum collection that has played an important role in the history of science is from

Siena (Fig. 3). In the evening of 16 June 1794, a meteorite fall was seen in the countryside around Siena, a «hail of stones» as described by the Camaldolese abbot Ambrogio Soldani (Fig. 4), a naturalist and professor of Mathematics at the University of Siena as well as Rector of the city's Santa Mustiola della Rosa Monastery. This fall, witnessed by very many observers, aroused great curiosity in such a refined and erudite city as Siena and immediately initiated a heated debate in the scientific community involving eminent Italian and foreign scholars (Levi-Donati, 1975). The words Sol-



sorprendente ed incredibile [...]». Probabilmente la comunità scientifica avrebbe potuto dibattere più serenamente sulla caduta della meteorite se incidentalmente non fosse intervenuta, esattamente 19 ore prima, un'eruzione esplosiva del Vesuvio che portò alcuni scienziati, tra cui Giorgio Santi, ad ipotizzare che queste pietre potessero in realtà essere bombe e lapilli eruttati dal vulcano. Ambrogio Soldani, tuttavia, contesta fortemente queste posizioni sulla base di semplici considerazioni logiche. Scrive infatti Soldani:

Convinti alcuni della verità del fenomeno in riguardo alla caduta de' sassi, né potendo per altro immaginarsi come pietre di tanto peso siansi formate in aria, hanno sospettato, che queste fossero state eruttate e scagliate fino a Noi dal Vulcano di Napoli; tanto più che l'esplosione de' sassi in Toscana, accaduta solo 19 ore dopo la grand'eruzione del Vesuvio. Ma troppo eccessiva è la distanza da Napoli a noi per credere che pietre di questa mole abbiano percorso sì lunghi e sì alti spazi sopra la superficie terrestre. [...] Ripugna altresì alle leggi della buona Fisica, che sassi di diversa mole, quali sono i nostri da una mezz'oncia [circa 14 g], e qualche cosa di meno, alle

Fig. 4 Un bel disegno tratto dal libro con cui Ambrogio Soldani descrisse la «caduta» di Siena.

Fig. 4 A nice drawing from the book in which Ambrogio Soldani described the Siena «fall».

dani used in the dedicatory letter addressed to Frederick Hervey on 13 July 1794 well express the doubt that stirred the minds of the scholars: «[...] Here a question is debated, if a recent whirlwind, or rather an igneous-aerial meteor has scattered stones on the earth: the fact is surprising and incredible [...]». The scientific community probably would have discussed the meteorite fall more serenely if there had not been an explosive eruption of Vesuvius exactly 19 hours earlier, which led some scientists, including Giorgio Santi, to hypothesize that these stones might have been

bombs and lapilli ejected from the volcano. However, Ambrogio Soldani strongly contested this idea on the basis of simple logical considerations. He wrote:

«Convinced of the truth of the phenomenon regarding the fall of stones, yet not being able to imagine how stones of such weight could have formed in the air, some people have suspected that they had been ejected and scattered as far as our region by the Volcano of Naples; all the more since the explosion of stones in Tuscany took place only

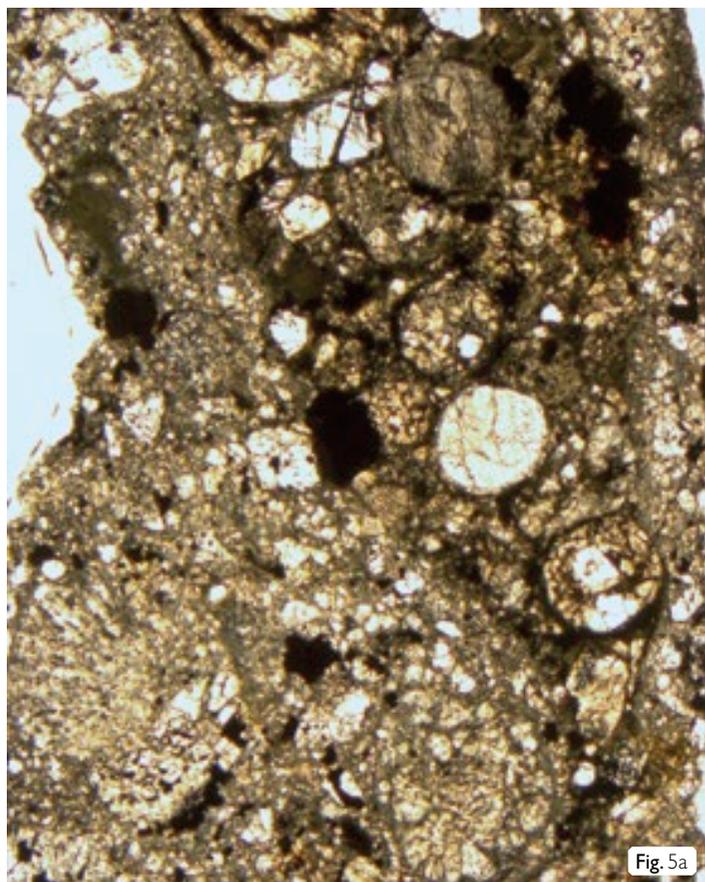


Fig. 5a



Fig. 5b

Fig. 5 a) Fotografia al microscopio petrografico polarizzante a nicols paralleli di una sezione sottile (spessore circa 30 mm) della meteorite Siena; **b)** la stessa porzione di campione osservata a nicols incrociati. Entrambe le immagini, riprese a 25 ingrandimenti, mostrano due differenti porzioni di questa meteorite: nella zona più scura – al centro e in alto, a destra – abbondano alcune condrule (corpi rotondeggianti che rappresentano le prime fasi condensate del Sistema Solare) di vario tipo. Le parti che nelle immagini risultano nere sono costituite da metallo – principalmente kamacite – e solfuri; queste fasi, essendo opache alla luce, appaiono sempre nere quando le osservazioni vengono effettuate in luce trasmessa, come in questo caso (Fotografia di Sofia Pratesi).

Fig. 5 a) Photograph of a thin section of the Siena meteorite taken with a petrographic polarizing microscope with parallel nicols (thickness ca. 30 mm); **b)** the same part of the specimen observed with crossed nicols. Both images (25x magnification) show two different portions of this meteorite: various types of chondrules (roundish bodies that represent the first condensed phases of the Solar System) are abundant in the darker zone. The black parts in both images consist of metal (mainly kamacite) and sulphides; these phases, being opaque to light, always appear black when the observations are made in transmitted light, as in this case (Photography by Sofia Pratesi).

libbre sei [circa 2 kg], gettati in aria colla medesima forza dal nuovo cratere del Monte di Somma, siano poi tutti caduti, e piccoli e grandi, entro il recinto di poche miglia, e non piuttosto siansi dispersi secondo le varie resistenze, che patir doveano in un sì lungo viaggio, anche camminando per aria.

Infine il Soldani, ricordando che G. Thomson non aveva trovato attorno al Vesuvio alcuna roccia che avesse similarità con quelle cadute a Siena, conclude scrivendo: «*nemo dat quod non habet*» (*nessuno può dare quel che non ha*). Tuttavia neppure il meticoloso e razionale Soldani riesce a intuire la vera natura del fenomeno osservato nei cieli di Siena. Nonostante avesse studiato attentamente

19 hours after the great eruption of Vesuvius. But the distance from Naples to us is too excessive as to believe that stones of this large size could have traversed such long and high spaces above the earth's surface. [...] Moreover, it is contrary to the laws of good Physics that stones of different sizes, as are ours, from half an ounce [ca. 14 g], and somewhat less, to six pounds [ca. 2 kg], thrown into the air with the same force from the new crater of the Monte di Somma would then have fallen, both small and large, within the same area of a few miles and not instead have been dispersed according to the various resistances that they must have met in such a long journey, even travelling by air».

Finally, Soldani, mentioning that G. Thomson had not found any rock around Vesuvius with similarities to those fallen at Siena, concluded: «*nemo dat quod non habet*»

e descritto sapientemente un gran numero di campioni che erano arrivati tra le sue mani – riportandone per ognuno il peso e la forma, il colore, la struttura, la tessitura (Fig. 5), la composizione mineralogica nonché l'odore – e pur essendo riuscito, con argomentazioni convincenti, a confutare la teoria del turbine (teoria formulata da Lazzaro Spallanzani, uno dei più famosi scienziati dell'epoca, secondo la quale le pietre sarebbero state portate in aria da un «turbine» e poi abbruciate dall'elettricità atmosferica prima di ricadere al suolo) e quelle vulcaniste, alla fine Ambrogio Soldani, pur riconoscendo che quelle cadute dal cielo fossero pietre di un nuovo tipo, ipotizza che la

(no one gives what he does not have). Nevertheless, not even the meticulous and rational Soldani was able to intuit the true nature of the phenomenon observed in the skies of Siena. He had carefully observed and ably described a large number of meteorite specimens that had come into his hands, reporting for each one the weight and shape, colour, structure, texture, mineralogical composition (Fig. 5) and even the odour. And he had succeeded, with convincing reasoning, to disprove the whirlwind theory (formulated by Lazzaro Spallanzani, one of the most famous scientists of the time, according to which the stones had been carried into the air by a «whirlwind» and then scorched by the atmospheric electricity before returning to the ground) and the volcano theories. Despite this, although admitting that the falls from the sky were stones of a new type, Ambrogio Soldani finally hypothesized that the cloud or bolide from

nuvola o bolide, da cui sarebbero state lanciate le pietre, potesse essersi formata al di sopra della regione delle nubi, probabilmente per condensazione di vapori emessi dalla Terra. Dunque anche il Soldani rifiuta l'idea di un'origine extraterrestre che pure, tre mesi prima, era stata avanzata da Chladni. Dobbiamo comunque considerare che il pensiero dominante all'epoca rifiutava categoricamente l'idea che potessero cadere sulla Terra corpi provenienti dallo spazio: scienziati eminenti, quali Niccolò Copernico, Galileo Galilei, Giovanni Keplero, Isaac Newton e Christiaan Huygens avevano, nel corso del tempo, decretato che lo spazio oltre la Luna e gli altri corpi visibili dovesse essere vuoto «ad eccezione dell'ineffabile etere». Nonostante l'ingenuità della sua bizzarra conclusione, l'opera di Soldani, come ci ricordano giustamente Marvin (2007) e Folco (2008), è stata fondamentale perché ha fornito un'accurata descrizione dell'accaduto, documentando l'autenticità di un fenomeno naturale – la caduta di corpi rocciosi dal cielo – considerato al tempo sorprendente e straordinario e sollevando un'interessante questione scientifica, a livello europeo, che avrebbe portato in breve tempo al riconoscimento, da parte della comunità scientifica, dell'origine cosmica delle pietre cadute dal cielo.

Renazzo, Monte Milone, Girgenti e Alfianello

Nella collezione di meteoriti sono poi presenti altri campioni degni di una particolare menzione (Cipriani *et al.*, 1999). Ricordiamo, in particolare, quattro ritrovamenti avvenuti nel corso del XIX secolo a seguito di altrettanti avvistamenti di cadute, contrassegnati

which the stones would have been launched had formed above of the region of the clouds, probably by condensation of vapours emitted by the Earth. Hence, Soldani also rejected the idea of an extraterrestrial origin advanced by Chladni three months earlier: We must consider, however, that the dominant thinking at the time categorically rejected the idea that bodies deriving from space could fall to the Earth: eminent scientists such as Nicolaus Copernicus, Galileo Galilei, Johannes Kepler, Isaac Newton and Christiaan Huygens had decreed that the space beyond the Moon and the other visible bodies must be empty «except for the ineffable ether». Yet, as correctly pointed out by Marvin (2007) and Folco (2008), in spite of the ingenuity of his eccentric conclusion, Soldani's work was fundamental in that it provided an accurate description of the Siena fall, documenting the authenticity of a natural phenomenon (the fall



Fig. 6a



Fig. 6b

pertanto come *falls*. Le meteoriti in questione, con i rispettivi anni di caduta, sono quelle di Renazzo (1824), Monte Milone (1846), Girgenti (1853) [riportata nei cataloghi del museo con il nome di Agrigento] e Alfianello (1883). Le ultime tre meteoriti (Figg. 6, 7) – i

of rocky bodies from the sky) that was considered astonishing and extraordinary at the time. Moreover, it raised an interesting scientific question in European circles that would soon lead to recognition by the scientific community of the cosmic origin of stones that had fallen from the sky.

Renazzo, Monte Milone, Girgenti and Alfianello

Other specimens worthy of particular mention are present in the meteorite collection, in particular four discovered in the 19th century following observed falls (Cipriani *et al.*, 1999). The meteorites in question, with the respective years of the fall, are from Renazzo (1824), Monte Milone (1846), Girgenti (1853) [reported in the museum catalogues with the name Agrigento] and Alfianello (1883). The last three meteorites (Figs. 6, 7) –

Fig. 6 a) Meteorite Monte Milone, una condrite ordinaria L, di tipo petrologico 5, caduta il giorno 8 maggio 1846. Peso 250 g. Camp. n. G13769. b) Meteorite Alfianello, condrite ordinaria L6. Questo campione entrò nel Museo nello stesso anno in cui cadde, ossia nel 1883. Peso 185 g. Camp. n. G13776.

Fig. 6 a) Monte Milone meteorite, an ordinary L chondrite, petrologic type 5, that fell on 8 May 1846. Weight: 250 g. Spec. n. G13769. b) Alfianello meteorite, an ordinary L6 chondrite. This specimen came to the museum in the same year in which it fell, 1883. Weight: 185 g. Spec. n. G13776.

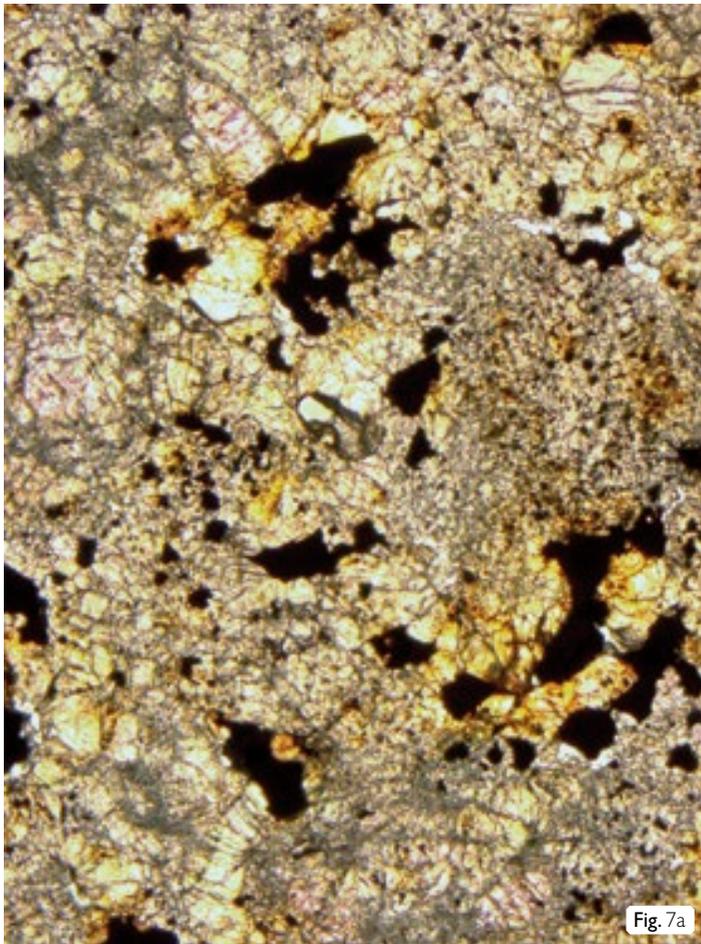


Fig. 7a

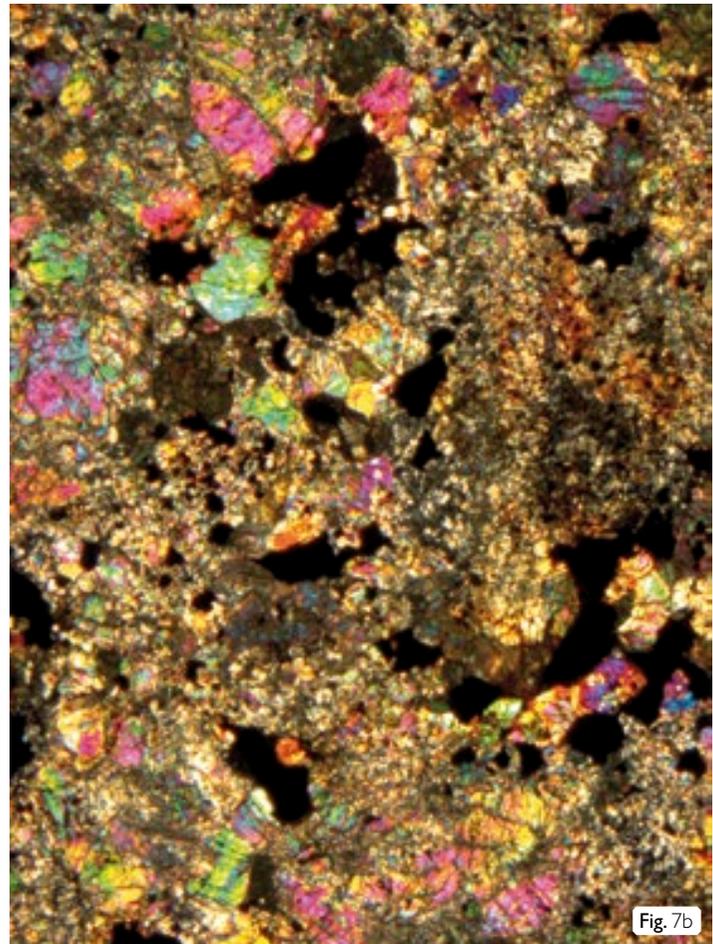


Fig. 7b

Fig. 7 a) Fotografia al microscopio petrografico polarizzante a nicols paralleli di una sezione sottile (spessore circa 30 mm) della meteorite Alfianello; b) la stessa porzione di campione, osservata a nicols incrociati, mostra i tipici colori di interferenza. Le due immagini, riprese a 25 ingrandimenti, raffigurano principalmente olivina e pirosseni; in questo caso non ci sono condrule ben visibili giacché le meteoriti di tipo petrologico 6, come quella qui rappresentata, hanno subito processi metamorfici che distruggono le condrule e omogeneizzano la composizione dei silicati. In ultimo, le zone scure sono riferibili a un minerale opaco che, nella fattispecie, è composto da ferro con piccole percentuali di nickel (Fotografia di Sofia Pratesi).

Fig. 7 a) Photograph of a thin section (thickness ca. 30 mm) of the Alfianello meteorite taken with a petrographic polarizing microscope with parallel nicols; b) the same part of the specimen observed with crossed nicols showing the typical interference colours. The two images (25x magnification) mainly show olivine and pyroxenes; in this case, there are no easily visible chondrules since petrologic type 6 meteorites like this one have undergone metamorphic processes that caused obliteration of the chondrules and a substantial compositional homogenization of the silicates. The dark zones are due to an opaque mineral composed of iron with small percentages of nickel (Photography by Sofia Pratesi).

cui pesi rispettivi sono di 250 g, 50 g, 206 g – sono condriti ordinarie L, cioè meteoriti sostanzialmente silicatiche con un contenuto di ferro metallico più basso rispetto alle H e più alto rispetto alle LL e con una percentuale di ferro in olivina e pirosseno intermedia tra le H e le LL; le condriti ordinarie non sono particolarmente rare giacché oltre 36.000 campioni, delle circa 54.000 meteoriti ad oggi note, appartengono a questa classe. Ben diversa è invece l'importanza scientifica della meteorite di Renazzo (Fig. 8).

La caduta della meteorite Renazzo avviene il 15 Gennaio 1824, poco prima delle ore 21, quando un improvviso fenomeno

whose respective weights are 250 g, 50 g and 206 g – are ordinary L chondrites, i.e. largely silicate meteorites with lower contents of metallic iron than the H chondrites and higher contents than the LL chondrites and with percentage of iron in olivine and pyroxene intermediate between H and LL; the silicates ordinary chondrites are not a particularly rare meteorite class since over 36,000 of the ca. 54,000 meteorites known thus far belong to this class.

The Renazzo meteorite (Fig. 8), instead, has much greater scientific importance. It fell on 15 January 1824, just before 21:00, when a sudden bright light, followed by

luminoso, seguito da eventi sonori, fece la sua comparsa nel cielo (Cevolani, 2001). La cronistoria dell'evento si trova nell'archivio storico della città di Cento, nella regione Emilia Romagna, ed è stata scritta da Francesco Lenzi il giorno successivo la caduta. È stato calcolato che il diametro del corpo, a un'altezza di 100 km, fosse di circa 1 metro; tale corpo si rompe poi in 3-4 frammenti (quantità stimata sulla base di testimoni che asserirono di aver udito un triplice rumore) quando entrò nella «regione d'arresto», collocata a 20-30 km d'altezza, dove la resistenza fornita dall'atmosfera inizia a essere considerevole. Sulla base del manoscritto di Lenzi, il bolide fu visto cadere poco sopra

sounds, made its appearance in the sky (Cevolani, 2001). The chronicle of the event is found in the historical archive of the city of Cento (Ferrara) in the Emilia-Romagna region, and was written by Francesco Lenzi the day after the fall. It was calculated that the diameter of the body at a height of 100 km was ca. 1 m; the body then broke up into 3-4 fragments (number estimated on the basis of witnesses who stated they heard a triple noise) when it entered the «arrest region», situated 20-30 km above the ground, where air resistance begins to be considerable. According to Lenzi's manuscript, the meteorite was seen falling a little above the town church (although it is not possible



la chiesa del paese (non è però stato possibile ricostruire la traiettoria di questo); sappiamo che furono recuperati 3 pezzi, di cui uno di 5 kg, per una massa totale di 10 kg. Due settimane dopo, il Prof. Monsignor Camillo Ranzani Primicerio si recò a Renazzo per raccogliere più materiale possibile della meteorite caduta. Il Ranzani, che pure insegnava Geologia all'Università di Bologna, non analizzò mai i campioni di questa meteorite, visto che non sono state trovate tracce di analisi; è tuttavia evidente che le attribuisse una considerevole importanza, tanto da portare in Francia un campione per farlo esaminare. Il campione fu analizzato da A. Laugier (1827); la descrizione mineralogico-petro-

grafica fu invece fornita da L. Cordier (1827) nel rapporto all'Accademia delle Scienze di Francia. Cordier nota che il campione, sotto un profilo mineralogico e tessiturale, non assomiglia alle altre pietre meteoriche ordinarie se non per la crosta nera e vetrosa che ricopre in parte la sua superficie. La meteorite Renazzo, infatti, è una condrite carbonacea appartenente al gruppo CR, uno dei più rari in assoluto. Le meteoriti carbonacee rappresentano infatti circa il 2% di tutte le meteoriti finora ritrovate e le meteoriti del gruppo CR rappresentano poco meno del 10% delle meteoriti carbonacee: dunque solo lo 0.2% delle meteoriti conosciute appartengono al gruppo CR. Ma il dato percentuale

Fig. 8 Meteorite Renazzo.
 Peso 70 g. Camp. n. G13770.
Fig. 8 Renazzo meteorite.
 Weight: 70 g. Spec. n.
 G13770.

to reconstruct its trajectory); we know that 3 pieces were recovered, one of which weighing 5 kg, for a total mass of 10 kg. Two weeks later, Prof. Monsignor Camillo Ranzani Primicerio travelled to Renazzo to collect as much material of the meteorite as possible. Despite teaching Geology at the University of Bologna, Ranzani never analysed the meteorite specimens, since no traces of an analysis have been found; nevertheless, he evidently attributed considerable importance to it, taking a specimen to France to have it examined. The specimen was analysed by A. Laugier (1827), although the mineralogical-petrographic description was provided by L. Cordier (1827) in the report to the French

Academy of Sciences. Cordier noted that, from the mineralogical and textural perspective, the specimen did not resemble other ordinary meteoric stones except for the black glassy crust partly covering its surface. In fact, the Renazzo meteorite is a carbonaceous chondrite belonging to the CR group, absolutely one of the rarest. Carbonaceous meteorites represent around 2% of all meteorites found to date and meteorites of the CR group represent just under 10% of the carbonaceous meteorites: therefore, only 0.2% of all known meteorites belong to the CR group. Yet, the percentages are insufficient to explain the importance of this meteorite, and there must be other valid reasons if still



Fig. 9 Meteorite Chupaderos, un ferro appartenente al gruppo chimico IIIAB. Peso: 28 kg. Camp. n. G16867.

Fig. 9 Chupaderos meteorite, an iron belonging to chemical group IIIAB. Weight: 28 kg. Spec. n. G16867.

non è sufficiente a spiegare l'importanza di questa meteorite; se, ancora oggi, risulta essere una delle più studiate e ricercate devono

esserci altri motivi. E, in effetti, ci sono. La meteorite Renazzo non è solo la capostipite – e dunque il campione tipo – del gruppo CR

today it remains one of the most studied and sought-after specimens. And, indeed, there are good reasons. The Renazzo meteorite is not only the first example (and thus the type specimen) of the CR group (the abbreviation stands for Renazzo-type carbonaceous chondrite), it also contains mineralogical species (diamond, moissanite, graphite and corundum) containing 'presolar' geochemical information, as shown by the isotopes of xenon, nitrogen and hydrogen.

But further discoveries continue to be made today: high contents of ammonium (an essential component for the chemical evolution of amino acids) were very recently discovered in a meteorite of the CR group (Pizzarello et al., 2011). Therefore, the 77 g of the two fragments in the collections of the Florentine museum represent valuable scientific evidence that deserves to be conserved with extreme care and attention.

Iron meteorites

Because of the scientific community's increasing interest in meteorites, many more specimens of this type of material were added to the museum's collections in the last few decades than in the previous two centuries (Cipriani and Corazza, 1998). The first of a series of acquisitions that would significantly enrich the collections occurred in 1977, when the museum was presented with the occasion to purchase an aesthetically remarkable specimen, weighing 28 kg, from a Lucca dealer, Mr. Alberto Ponis, head of the International Mineral Society. This was the Chupaderos meteorite (Fig. 9), a so-called «iron» (a meteorite composed mainly of an iron-nickel alloy) discovered in Mexico in 1852. At the time of the offer, however, there was a problem of the cost, amounting

(la sigla significa appunto condrite carbonacea del tipo Renazzo) ma contiene anche specie mineralogiche (diamante, moissanite, grafite e corindone) che sono portatrici di informazioni geochimiche ‘presolari’, come testimoniano gli isotopi dello xenon, dell’azoto e dell’idrogeno.

Ma le scoperte continuano a susseguirsi: è recentissimo il rinvenimento di elevati contenuti in ammonio – componente essenziale per l’evoluzione chimica degli aminoacidi – in una meteorite del gruppo CR (Pizzarello *et al.*, 2011). Dunque i 77 grammi complessivi dei due frammenti presenti nelle collezioni del museo fiorentino rappresentano una preziosa testimonianza scientifica che merita di essere conservata con estrema cura e assoluta attenzione.

I «ferri meteorici»

Negli ultimi decenni, anche in virtù del crescente interesse che questo tipo di materiali ha suscitato nella comunità scientifica, sono entrate a far parte delle collezioni del Museo molte più meteoriti di quanto non fosse accaduto nei due secoli precedenti (Cipriani e Corazza, 1998). Nel 1977 si registra la prima di una serie di acquisizioni che arricchiranno significativamente le collezioni: in quell’anno si presentò l’occasione di acquistare un esemplare esteticamente rilevante, di ben 28 kg di peso, in possesso di un commerciante lucchese – il Sig. Alberto Ponis – titolare della Società Internazionale Minerali. Si trattava della meteorite Chupaderos (Fig. 9), un cosiddetto *iron*, ossia un «ferro meteorico» (cioè una meteorite composta prevalentemente da leghe ferro-nickel) sco-

perto in Messico nel 1852. All’atto dell’offerta si pose però il problema del costo che ammontava a 14 milioni di lire, una cifra superiore alle possibilità del Museo, che disponeva, in quel periodo, di una dotazione annuale di 5 milioni di lire. L’appello rivolto dall’allora direttore, Prof. Curzio Cipriani, a varie istituzioni cittadine non rimase inascoltato: intervenne infatti un contributo, da parte dell’Azienda Autonoma di Turismo e della Cassa di Risparmio di Firenze, che rese possibile l’acquisto di questo importante esemplare.

Altri due storici «ferri» vengono acquistati nel 1994 dal Sig. Walter Zeitschel di Hanau (Germania): la prima, del peso di 5.8 kg, è un campione di Gibeon, meteorite appartenente al gruppo chimico IVA scoperta in Sud Africa per la prima volta nel 1836; la seconda è una Sikhote-Alin, del peso di 20.7 kg, appartenente al gruppo IIAB e caduta nel 1947 nella Russia orientale (Fig. 10).

La ricerca sul campo

Un evento che, a livello nazionale, ha concorso a creare ancora maggiore interesse sulle meteoriti e su tutti quei prodotti (*tektiti e impattiti*) che si generano a seguito di impatti di corpi extraterrestri è rappresentato, agli inizi di questo millennio, dal progetto per la creazione a Prato di un nuovo Museo dedicato alle Scienze Planetarie. Questo progetto – ideato dallo scrivente e fortemente sostenuto da Daniele Mannocci (all’epoca Presidente della Provincia di Prato) – ha contribuito in maniera diretta anche ad arricchire la collezione di meteoriti del Museo di Storia Naturale. Nel 2001 infatti, grazie a un finan-

to 14 million lire, a figure beyond the museum’s possibilities since it received an endowment of only 5 million lire per year in that period. The appeal by the then director, Prof. Curzio Cipriani, to various Florentine institutions did not go unheeded: a contribution was made by the Azienda Autonoma di Turismo and the Cassa di Risparmio di Firenze, which made the purchase of this important specimen possible.

Another two historical «irons» were purchased in 1994 from Mr. Walter Zeitschel of Hanau (Germany): the first, weighing 5.8 kg, was a specimen of the Gibeon meteorite, belonging to the chemical group IVA, first discovered in South Africa in 1836; the second was a specimen of the Sikhote-Alin meteorite, weighing 20.7 kg, belonging to the IIAB group, which fell in 1947 in eastern Russia (Fig. 10).

Research in the field

An event that helped create even greater Italian interest in meteorites and all those products of impacts of extraterrestrial bodies (tektites and impactites) was the project for a new museum devoted to the Planetary Sciences in Prato. This project, conceived in the early 2000s by the present author and strongly supported by Daniele Mannocci (at the time, President of the Province of Prato), also directly contributed to enriching the meteorite collection of the Museum of Natural History. In 2001, thanks to funding from the Province of Prato, an expedition to the Libyan Sahara Desert was organized in order to search for meteorites. In that period, it had become well known that the Sahara, and particularly some areas characterized by aeolian deflation, could represent an important alternative



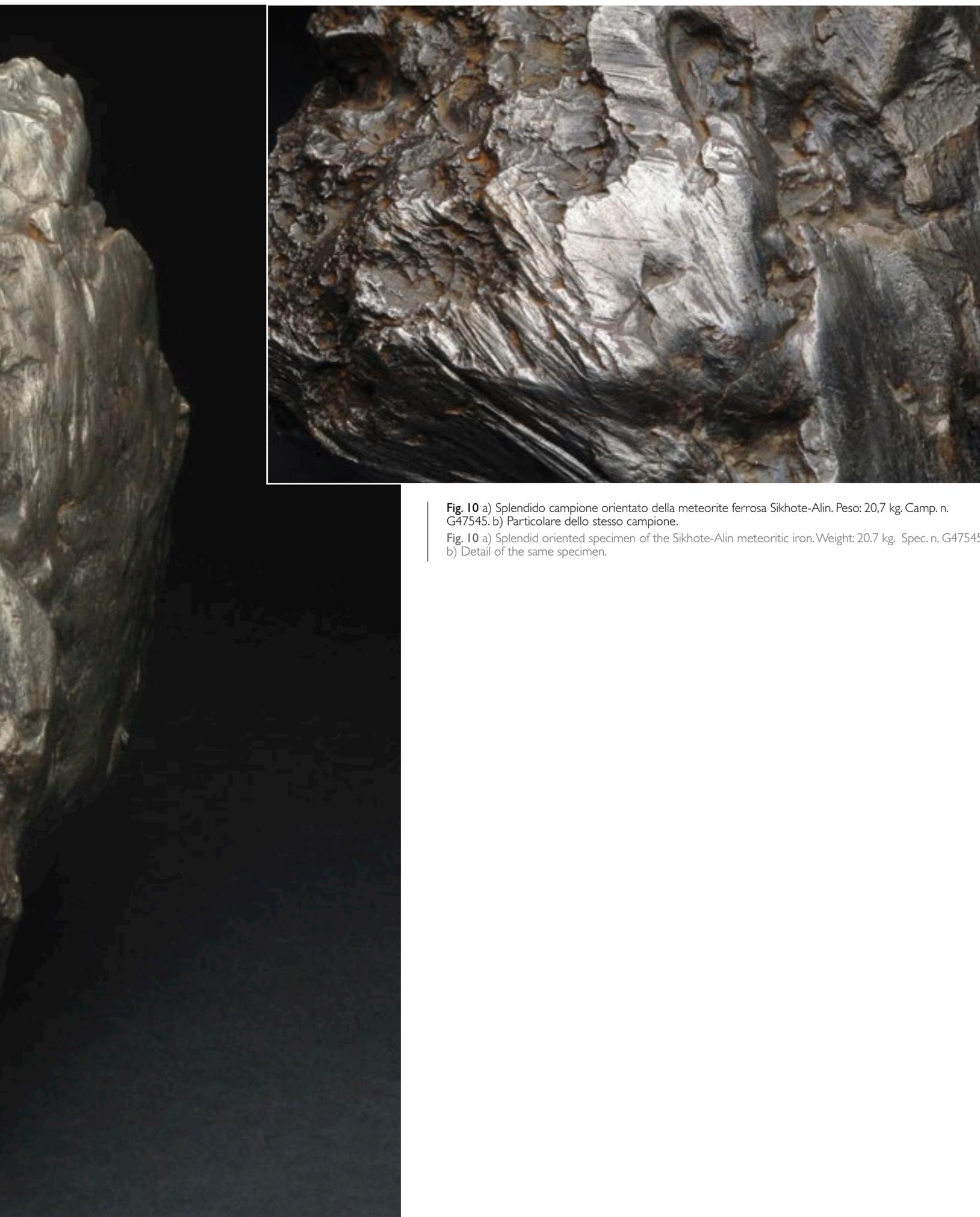


Fig. 10 a) Splendido campione orientato della meteorite ferrosa Sikhote-Alin. Peso: 20,7 kg. Camp. n. G47545. b) Particolare dello stesso campione.

Fig. 10 a) Splendid oriented specimen of the Sikhote-Alin meteoritic iron. Weight: 20.7 kg. Spec. n. G47545. b) Detail of the same specimen.



Fig. 11

ziamento della Provincia di Prato, fu organizzata una spedizione nel Sahara libico per la ricerca di meteoriti. In quel periodo era oramai conclamato che il deserto del Sahara, e in particolare alcune aree caratterizzate da processi di deflazione, poteva rappresentare un'importante alternativa all'area antartica nella ricerca di meteoriti. Nelle zone desertiche, infatti, il vento asporta selettivamente solo le particelle più minute e lascia sul posto quelle più grosse; dopo un sufficiente arco di tempo il terreno avrà perso una certa quantità di sedimento e il deposito rimasto formerà uno strato costituito esclusivamente da materiale grossolano (come le ghiaie), detto residuo di deflazione o «pavimento del deserto». Questo processo genera dunque paesaggi e deserti esclusivamente ghiaiosi, noti come *reg* o *serir*, dove la probabilità di rinvenimento di meteoriti risulta più elevata, soprattutto se la litologia è di colore chiaro. In effetti, la spedizione di ricerca – a cui parteciparono tre guide (Filiberto Ercolani, Fabrizio Flisi e Clara Brunelli), due con-

servatori della Sezione di Zoologia (Paolo Agnelli e Stefano Vanni), oltre a ricercatori dell'Università di Torino (Alessandro Lo Giudice) e di Camerino (Gabriele Giuli) – risultò alquanto fruttuosa: furono ritrovate 13 nuove meteoriti condritiche (Fig. 11) che, in parte, andarono a far parte delle collezioni del Museo di Storia Naturale.

In conclusione, dallo studio delle meteoriti possiamo attenderci, in un prossimo futuro, grandi sorprese. Tutto ciò che oggi ritroviamo sul nostro pianeta deriva, attraverso complessi processi di trasformazione, dalle meteoriti stesse. Esse rappresentano, infatti, non solo un prezioso scrigno di informazioni sulla genesi del Sistema Solare ma anche la fonte primaria delle sostanze che hanno consentito la nascita della vita sulla Terra.

Possiamo solo auspicare di essere in grado di decifrare i loro complessi messaggi, ma siamo al contempo consapevoli che ciò potrebbe richiedere molto tempo e presentare numerose difficoltà. D'altra parte, come già ben sapevano i nostri avi, *per aspera ad astra*.

Fig. 11 Il momento del ritrovamento della meteorite Hammadah al Hamra 320, una condrite ordinaria H6 del peso complessivo di 7823 grammi. A seguito dell'impatto la meteorite si suddivise in 104 frammenti, gran parte dei quali sono conservati presso il Museo di Scienze Planetarie della Provincia di Prato.

Fig. 11 The moment of discovery of the Hammadah al Hamra 320 meteorite, an ordinary H6 chondrite with total weight of 7823 grams. Upon impact, the meteorite broke into 104 fragments, many of which are conserved in the Museum of Planetary Sciences of Prato.

to Antarctica for the search for meteorites. In desert areas, the wind selectively removes only the smallest particles and leaves the bigger ones in place; after a certain time, the ground will lose a large amount of sediment and the remaining material will form a layer consisting exclusively of coarse material (like gravels) called deflation residue or «desert pavement». This process generates gravelly landscapes and deserts, known as *reg* or *serir*, where the probability of finding meteorites is much greater, especially if the lithology is of a light colour. In effect, the research expedition, including three guides (Filiberto Ercolani, Fabrizio Flisi and Clara Brunelli), two curators of the Zoology Section (Paolo Agnelli and Stefano Vanni), as well as researchers from the University of Turin (Alessandro Lo Giudice) and that of Camerino (Gabriele Giuli), was rather profitable:

13 new chondrite meteorites were found (Fig. 11), some of which were added to the collections of the Museum of Natural History.

In conclusion, we can expect great surprises in the near future from the study of meteorites. Everything we find today on our planet derives, through complex processes of transformation, from meteorites. Indeed, they represent not only a treasure chest of information on the genesis of the Solar System but also the primary source of the substances that allowed the origin of life on Earth. We can only hope to be able to decipher their complex messages, but at the same time we are aware that this may require much time and present numerous difficulties. On the other hand, as our ancestors well knew, *per aspera ad astra*.