

# Les métaux précieux en Méditerranée médiévale

Exploitations, transformations, circulations

sous la direction de  
Nicolas Minvielle Larousse, Marie-Christine Bailly-Maître et Giovanna Bianchi



BiAMA

ARCHÉOLOGIES MÉDITERRANÉENNES



Bibliothèque  
d'Archéologie  
Méditerranéenne  
et Africaine

27

# Les métaux précieux en Méditerranée médiévale

*Exploitations, transformations, circulations*

Actes du colloque International d'Aix-en-Provence des 6, 7 et 8 octobre 2016 édités par :  
Nicolas Minvielle Larousse, Marie-Christine Bailly-Maître et Giovanna Bianchi

2019

PRESSES UNIVERSITAIRES DE PROVENCE

© PRESSES UNIVERSITAIRES DE PROVENCE

Aix-Marseille Université

29, avenue Robert-Schuman - F - 13621 Aix-en-Provence CEDEX 1

Tél. 33 (0)4 13 55 31 91

pup@univ-amu.fr - Catalogue complet sur <http://presses-universitaires.univ-amu/editeur/pup.fr>

DIFFUSION LIBRAIRIES : AFPU DIFFUSION - DISTRIBUTION SODIS

# L'uso di tecnologia ad elevate prestazioni, pXRF, per lo studio del distretto minerario delle colline metallifere (Toscana, Italia)

---

Vanessa Volpi, Luisa Dallai, Alessandro Donati

## Résumé

Le sud de la Toscane, et en particulier l'aire des Collines Métallifères, est un important district de production de métal. Ce territoire a été exploité depuis les Étrusques et les Romains, mais le maximum de la production est atteint au Moyen Âge, entre le XII<sup>e</sup> et le XIV<sup>e</sup> siècle. L'activité métallurgique était centrée sur l'exploitation et la transformation des minerais sulfurés polymétalliques (chalcopryrite, galène, tétraédrite et galène argentifère) pour la production de métaux de base et de fer.

Cet article présente les données chimiques les plus récentes obtenues grâce aux techniques à haut débit, comme pXRF, principalement sur les sols et les sédiments des cours d'eau d'une zone spécifique des Collines Métallifères, correspondant à un transect qui va de la côte aux montagnes intérieures. Ces données confortent un protocole opératoire multidisciplinaire (une combinaison d'archéologique, physico-chimique, géologique et analyse métallurgique), déjà testé dans le passé sur des sites-clés de ce territoire, pour l'étude et la surveillance des zones minières sélectionnées. L'application de cette méthode est d'une grande aide pour identifier les éléments majeurs de la croissance économique de la région en relation avec la présence de ressources minières.

## Abstract

Southern Tuscany, in particular the Colline Metallifere area, is an important mining district. This territory was exploited since the Etruscan-Roman age but the peak of production was reached in the Middle Ages, between the XII and the XIV centuries. The metallurgical activity was mainly focused on the exploitation and transformation of mixed sulphide ores (chalcopryrite, galena, tetrahedrite and argentiferous galena) for the production of base metals and Fe.

The paper presents the most recent chemical data performed with high-throughput techniques, like pXRF, in soils and stream sediments of a specific area of the Colline Metallifere district, a transect that extends from the coast to the inner mountains. These data add robustness to a multidisciplinary operative protocol (a combination of archaeological, physicochemical, geological and metallurgical analysis), already tested in the past in specific key-site of this territory, for the study and the monitoring of selected mining areas. The application of this methodology is of a great help to identify the major elements of the economic growth of the area in relation with the presence of mining resources.

## Introduzione

(Luisa Dallai)

Il territorio delle Colline Metallifere, localizzato nella Toscana centro-meridionale, è da oltre vent'anni oggetto di progetti di ricerca di carattere storico-archeologico, geologico ed ambientale. L'area, nota per la presenza di importanti giacimenti a solfuri misti di ferro, rame e piombo/argento, oltre che di significativi depositi alunitici, è ricca di testimonianze relative ad una lunghissima tradizione estrattiva<sup>1</sup>.

Lo sfruttamento dei minerali di rame e piombo/argento in particolare, coltivati per la produzione dei cosiddetti « metalli monetabili », conobbe una stagione di particolare intensità in epoca pre-romana ed un nuovo utilizzo archeologicamente documentato a partire dal X secolo. Esso andò intensificandosi nei secoli centrali del Medioevo (in particolare fra XII e XIII secolo), lasciando segni ancor oggi evidenti sul territorio nei pozzi e nelle gallerie, ormai solo parzialmente aperte, e nei numerosissimi catini di franamento, ultima testimonianza di quelle coltivazioni sotterranee ed a cielo aperto che caratterizzavano le aree estrattive del distretto minerario sino al XIX secolo. Sono inoltre ancora ben individuabili vaste zone di discarica, che costituiscono un indizio particolarmente utile per l'identificazione delle antiche miniere ed offrono un contesto di analisi interessante e ricco, dal quale si sono ottenute informazioni di carattere storico e tecnologico grazie all'utilizzo combinato di tecniche analitiche multidisciplinari.

Lo studio dei resti archeominerari ed archeometallurgici condotto nel corso degli anni attraverso analisi di superficie, *surveys* sotterranei, approfondimenti cartografici ed analisi chimiche, ha consentito di ricostruire molti degli aspetti legati ai processi estrattivi e metallurgici e di inquadrare l'intero contesto ambientale ed i segni dell'attività dell'uomo sia dal punto di vista dell'archeologia della produzione che della storia del paesaggio.

Grazie alle indagini topografiche effettuate per anni in diverse aree campione del comprensorio delle Colline Metallifere e ad una massa critica di dati (oltre 2500 indicazioni puntuali) che è tutt'oggi in implementazione, al pari delle coperture territoriali, sono emerse con evidenza le peculiarità della maglia insediativa del territorio, che le indagini stratigrafiche condotte su alcuni siti chiave (come ad esempio Rocchette Pannocchieschi e Cugnano) hanno precisato ulteriormente. Esse mostrano in particolare come la presenza di risorse del sottosuolo risulti variabile preferenziale per la selezione delle aree insediative<sup>2</sup>,

e come ciò sia valido non solo per i secoli centrali del Medioevo, che videro lo sviluppo dei cosiddetti « castelli minerari » a ridosso delle zone mineralizzate, ma anche per le fasi storiche più antiche, ed in particolare per i secoli di formazione del paesaggio medievale<sup>3</sup>. E' in questo periodo cruciale (collocabile fra VII ed VIII secolo), che sul territorio minerario delle Colline Metallifere si assiste ad una marcata selezione insediativa e ad una conseguente riorganizzazione per funzioni che premia alcuni siti (fra cui spiccano quelli prossimi a specifiche risorse, ad esempio miniere, ma non solo) o alla viabilità; esemplari da questo punto di vista sono i risultati acquisiti per il territorio di Monterotondo Marittimo<sup>4</sup>.

E' sulla base di questa solida banca dati che si è sviluppato un compiuto approccio multidisciplinare allo studio del paesaggio storico fortemente integrato ed innovativo, che ha unito il dato archeologico a quello geochimico. Da una comune analisi ci si attendeva l'incremento significativo delle conoscenze relative ai diversi cicli produttivi, di cui si conserva ancora testimonianza; conoscenze di natura tecnica ed organizzativa, che investivano aspetti propri dell'archeologia del paesaggio e dell'archeologia della produzione.

Il territorio ci ha offerto alcuni banchi di prova che si sono rivelati particolarmente efficaci per testare un metodo di lavoro che risultasse davvero efficace a diversa scala: si è lavorato direttamente sulle aree di antica estrazione mineraria, per approfondire aspetti relativi all'organizzazione del lavoro a bocca di miniera, primo fondamentale *step* del complesso ciclo produttivo del rame e dell'argento a partire dai solfuri misti. Si è affrontato un contesto territoriale più ampio, come quello proposto dal territorio di Montieri, per tentare una ricostruzione topografia complessiva delle funzioni assolte da uno spazio di lavoro fortemente interconnesso, che nei secoli centrali del Medioevo divenne fulcro di una molteplicità di funzioni. Si è sviluppato un approccio rigoroso all'utilizzo di analisi *intra-situ*, in questo caso finalizzate alla comprensione dell'uso degli spazi e delle strutture produttive, e lo si è applicato ai siti di Montieri-La Canonica, e Monterotondo-Allumiere. Si è realizzato un primo tentativo di integrazione fra attività diagnostiche (in particolare fra magnetometria ed analisi chimico-fisiche pXRF) sul sito di Carlappiano (area costiera delle Colline Metallifere), primo passo di un progetto di diagnostica integrata che intendiamo sviluppare in seno al progetto ERC nEU-Med (**fig. 1**)<sup>5</sup>.

La progettualità multidisciplinare si è rivelata vincente da molti punti di vista: la lettura geochimica delle matrici

1 Aranguren *et al.* 2007, 79-88; Boisseuil 2005, 109-112.

2 Bianchi *et al.* 2013, 80-85; Bianchi 2010, 93-104.

3 Bianchi, Dallai 2019, in questo volume, supra.

4 Ponta 2015, 499-505.

5 <http://www.neu-med.unisi.it>

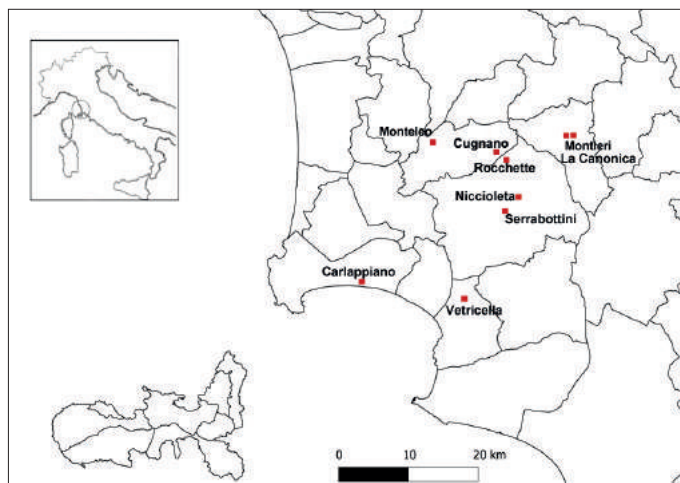


Fig. 1 - Localizzazione dei siti citati nel testo.

ambientali, originariamente utilizzata prevalentemente per determinare i livelli di contaminazione, è diventata oggi un elemento diagnostico essenziale per comprendere la storia produttiva del territorio delle Colline Metallifere in epoca pre-industriale; la sperimentazione interdisciplinare ha generato una prassi operativa che, testata sul campo, si è rivelata di grande utilità per una migliore lettura diacronica del paesaggio.

## 1. Un protocollo operativo multidisciplinare per lo studio di contesti topografici piccoli o medio-grandi

La prima occasione di prova della reale applicabilità di un approccio multidisciplinare al territorio minerario è stata offerta dal progetto *Ar.Chi.Min: Archeologia e chimica per il patrimonio minerario*<sup>6</sup>. Il progetto, sviluppato fra il 2009 ed il 2012, è stato giudicato di interesse e finanziato dalla Regione Toscana per il potenziale apporto di conoscenze di natura storica ed ambientale e per lo sviluppo di un protocollo di salvaguardia e monitoraggio degli antichi contesti estrattivi. Esso si è proposto di arricchire le conoscenze di natura archeologica, storica e scientifica del comprensorio delle Colline Metallifere attraverso la definizione di una prassi combinata di metodologie archeologiche e scientifiche da testare direttamente sul campo, selezionando contesti topografici differenziati per dimensione, caratteristiche ambientali e vicende storiche. Il fine ultimo del progetto era quello di raccogliere dati utili allo studio, alla conservazione ed alla valorizzazione del patrimonio archeominerario della

Toscana meridionale, costantemente a rischio di cancellazione a causa delle pesanti attività di bonifica in corso<sup>7</sup>.

Lo studio accurato della documentazione pregressa (di natura storica, cartografica e tecnica) ha consentito di individuare i siti chiave da cui partire. Ai dati chimico-ambientali, già disponibili per l'intero territorio grazie a precedenti ricerche, se ne sono aggiunti altri di prima mano, ottenuti direttamente sul campo. L'acquisizione di questi ultimi è molto semplice, grazie all'uso della fluorescenza a raggi X portatile (pXRF). Lo strumento utilizzato (un Olympus Delta Premium Innov-X dotato di collegamento GPS) ha consentito l'acquisizione e la contestuale georeferenziazione dei dati in tempo reale; in alcuni casi si sono effettuate campionature successivamente processate in laboratorio<sup>8</sup>.

La sovrapposizione di diverse banche dati (storico-archeologica e chimico-ambientale in particolare) ha evidenziato la congruenza fra la presenza di anomalie geochimiche e la localizzazione di siti archeominerari ed archeometallurgici già censiti. La stessa sovrapposizione ha inoltre evidenziato l'esistenza di significative concentrazioni di elementi chimici in aree attualmente prive di indicazioni di carattere archeologico; il protocollo si è dunque rivelato anche un utilissimo strumento di carattere predittivo.

Come accennato in precedenza, la scelta dei contesti di indagine ha intenzionalmente selezionato ambiti topografici di scala diversa: dal sito (analisi *intra-situ*) a contesti territoriali medio grandi.

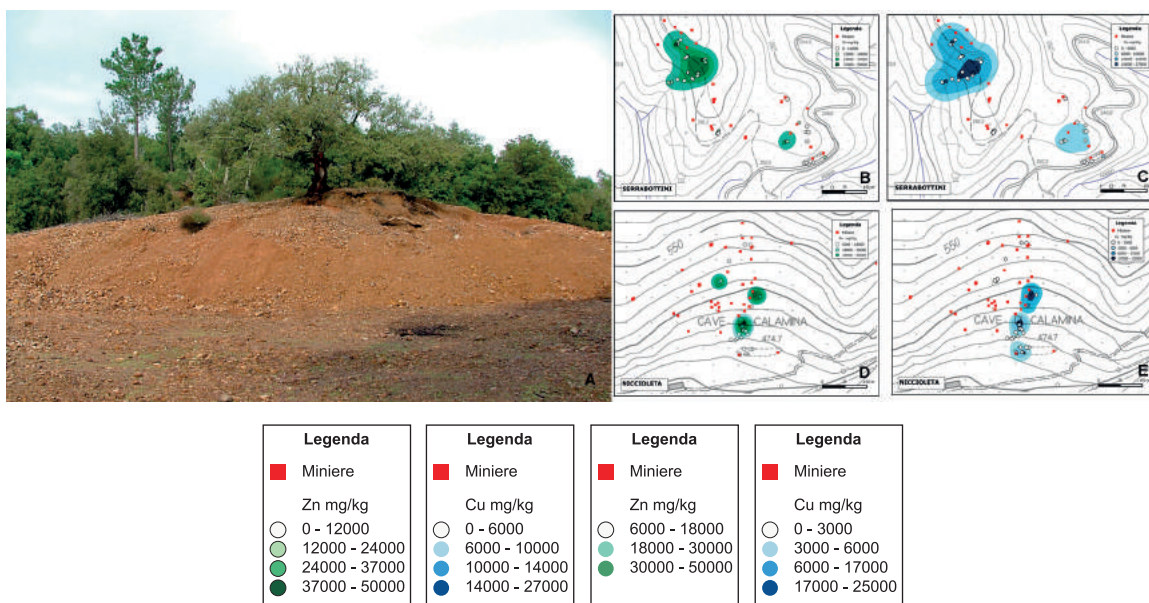
L'utilizzo di tecniche analitiche fisico-chimiche *intra-situ* è una prassi già ampiamente sperimentata in numerosi contesti archeologici, realizzata attraverso la tracciatura di vari elementi (analisi multiparametrica); l'acquisizione dei risultati è regolata da specifici protocolli operativi che garantiscono l'affidabilità scientifica dei dati<sup>9</sup>. Nel contesto delle Colline Metallifere ad oggi essa è stata applicata in un numero limitato di casi e su contesti molto diversi (Canonica di San Niccolò - Montieri; Allumiere di Monteleo - Monterotondo Marittimo). Con questo tipo di analisi è possibile caratterizzare funzionalmente strutture ed aree interne ai siti e verificare la natura di eventuali apprestamenti produttivi individuati già in fase di scavo. In altri casi lo stesso metodo diagnostico è stato invece impiegato con finalità predittiva, a supporto delle attività preliminari allo scavo (è questo il caso già menzionato dello scavo di Carliappiano - Piombino).

Le analisi sulla distribuzione degli elementi in traccia in contesti topografici medio-grandi si sono rivelate

<sup>7</sup> Dallai *et al.* 2013, 86-91.

<sup>8</sup> Dallai *et al.* 2016, 177-186.

<sup>9</sup> Donays, George 2013, 351-374.



**Fig. 2** - Le analisi sulle discariche minerarie di Serrabottini e Niccioleta (Massa Marittima, GR) : A- Serrabottini, grande discarica mineraria ; B-C, Serrabottini, valori registrati per Zn e Cu ; D-E, Niccioleta, valori registrati per Zn e Cu.

particolarmente efficaci per la ricostruzione del paesaggio storico e per il monitoraggio ambientale. In questo secondo caso l'obiettivo è stato quello di evidenziare il valore di fondo dell'arsenico (As) e di alcuni metalli pesanti presenti nell'area delle Colline Metallifere, specificamente nelle aree di estrazione e di lavorazione di metalli. A partire dall'analisi dei minerali presenti nelle discariche di importanti campi minerari come quelli di Niccioleta e Serrabottini (comune di Massa Marittima) si è inoltre potuta proporre una lettura più puntuale ed articolata della "vocazione" produttiva delle diverse aree selezionate.

In sintesi, l'analisi combinata dei dati storico-archeologici e fisico-chimici ha consentito una efficace comprensione e descrizione dei caratteri sia funzionali che ambientali dei contesti esaminati, ed ha dimostrato la propria valenza predittiva, molto vantaggiosa nell'indirizzare future indagini.

### 1.1. L'applicazione della fluorescenza a raggi X portatile (pXRF) nello studio delle discariche minerarie di Serrabottini e Niccioleta (Comune di Massa Marittima, GR)

Due delle aree d'indagine a scala medio grande sulle quali si è sperimentato il protocollo combinato di analisi sopra descritto sono rappresentate dai contesti estrattivi di Serrabottini e Niccioleta, entrambi posti nel comune di Massa Marittima (GR). Le due aree sono ben note dal punto di vista storico-archeologico per i dati rilevanti, di carattere

archeominerario ed archeometallurgico, raccolti nel corso di precedenti indagini<sup>10</sup>. Le stesse sono menzionate inoltre all'interno della quarta distinzione degli Statuti di Massa Marittima, datata agli anni '70 del XIII secolo, gli *Ordinamenta super arte fossarum rameriae et argenteriae civitatis Massae*, che normarono il lavoro estrattivo e metallurgico sul territorio della repubblica massetana (**fig. 2**)<sup>11</sup>.

L'indagine multidisciplinare realizzata su questi contesti estrattivi ha previsto una serie di attività di carattere diagnostico e descrittivo, in particolare : survey archeologico territoriale finalizzato ad individuare gli antichi imbocchi di miniera ; sopralluoghi e rilievi in sottoterraneo nelle miniere ancora accessibili ; scavo e documentazione di alcuni degli accumuli visibili in superficie ; analisi di carattere fisico-chimico realizzate direttamente *on-site* sulle discariche. I dati ricavati dall'applicazione delle diverse metodologie elencate hanno consentito di identificare le tracce archeologiche delle attività di cernita che sappiamo essere state solitamente realizzate « a bocca di miniera », e che sono descritte dagli stessi statuti minerari. Le analisi fisico-chimiche in particolare hanno aggiunto ulteriori importanti elementi di conoscenza ad un quadro già ricco di dati, individuando nel rame (calcopirite) l'obiettivo principale dell'attività estrattiva e metallurgica (ricordiamo che in entrambi i contesti territoriali le mineralizzazioni a solfuri misti erano ricche di minerali diversi). Questo dato è di particolare utilità nella ricostruzione della geografia produttiva dei diversi campi

<sup>10</sup> Aranguren *et al.* 2007, 79-113.

<sup>11</sup> Dallai 2014a, 74-75.

minerari e delle relative vocazioni, che spaziano fra piombo/argento e rame e sono ad oggi note soprattutto attraverso la documentazione scritta.

I dati chimici evidenziano inoltre, come prevedibile, un elevato grado di inquinamento da metalli pesanti su tutto il contesto circostante le aree estrattive, con valori medi di Cu attestati attorno a 15000 mg/Kg e di Zn attorno a 25000 mg/Kg. Riguardo a quest'ultimo minerale in particolare, le analisi evidenziano come, in presenza di un quantitativo significativo di Zn, si abbia anche un contestuale scarto del Cu. Poiché il Cu era, in verità, l'obiettivo primario del lavoro estrattivo, è evidente che la perdita deliberata di una significativa quantità di minerale sia il frutto di una valutazione intenzionale, forse legata a ragioni di ordine tecnologico. Un minerale con eccessiva presenza di Zn era probabilmente indesiderato all'interno del ciclo produttivo, e perciò si preferiva una sua eliminazione preventiva, piuttosto che una sua eccessiva presenza nelle fasi di riduzione.

## 1.2. Le analisi *intra situ* : le Allumiere di Monteleo (Vanessa Volpi)

La storia produttiva del sito delle Allumiere di Monteleo, situato all'interno del distretto minerario delle Colline Metallifere e più in particolare nel territorio di Monterotondo Marittimo, è legata al ciclo produttivo dell'allume alunitico. I documenti indicano che l'area fu al centro di interessi diretti allo sfruttamento dell'alunite e sede di una allumiera già dagli anni '70 del XV secolo ; una serie di elementi di carattere topografico, oltre alla localizzazione dei principali depositi di alunite, consentono di proporre la realistica identificazione fra i resti scavati da parte dell'Università di Siena fra il 2008 ed il 2016 e l'allumiera promossa dalla famiglia Tolomei nel 1502<sup>12</sup>. Questa iniziativa imprenditoriale, di breve durata, fu mirata alla produzione di una materia prima assai ricercata sul mercato internazionale, l'allume appunto, della quale vi era richiesta pressante da parte delle manifatture cittadine di stoffe e pellame. In quello stesso periodo storico anche gli altri depositi alunitici Toscani, localizzati principalmente nel comprensorio massetano, in quello di Campiglia Marittima ed a Montioni, conobbero un intenso sfruttamento ; l'alunite, un solfato idrato di alluminio e potassio ( $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ ), si rinviene prevalentemente entro le rocce sedimentarie (scisti argillosi o argille ricche in alluminio e potassio).

Come per ogni ciclo produttivo, anche quello dell'allume alunitico parte dall'individuazione e dalla selezione della materia prima per giungere al prodotto finito attraverso quattro fondamentali passaggi, ben descritti alla metà

del '500 nel II libro del *De la Pirotechnia* dal senese Vannoccio Biringuccio : arrostimento, macerazione, lisciviazione e cristallizzazione<sup>13</sup>. L'insieme del processo produttivo aveva luogo in siti molto specializzati, le *allumiere* appunto, di cui Monteleo costituisce ad oggi l'esempio archeologicamente meglio conosciuto.

Oltre ai resti monumentali, dell'allumiera rimane una preziosa documentazione contabile relativa agli anni 1508-1509, dalla quale è possibile ricostruire il ritmo della produzione, il numero degli addetti e, in parte, quale fosse l'organizzazione del lavoro<sup>14</sup>.

L'indagine archeologica ha individuato e classificato le strutture produttive relative al ciclo di produzione dell'allume alunitico ; lo scavo ha inoltre evidenziato che, al di sotto degli impianti cinquecenteschi, vi erano precedenti strutture produttive, in questo caso di carattere prettamente metallurgico, connesse in particolare alla lavorazione di minerali di rame. Per una migliore comprensione dei resti degli impianti, degli indicatori di produzione e degli spazi di lavoro, anche a Monteleo si è scelto di utilizzare in modo sistematico le analisi chimico-fisiche direttamente in fase di scavo : in questo modo si è potuto individuare il cambiamento di funzione (e nello specifico di ciclo produttivo) degli spazi produttivi grazie ai risultati ottenuti dall'analisi del suolo ed in assenza di indicatori macroscopici<sup>15</sup>. Le analisi XRF sono state condotte sia sui resti delle strutture produttive sia sugli indicatori di produzione (**fig. 3**). I risultati analitici (a ridosso delle strutture produttive sono stati registrati 400 mg/Kg di Cu e picchi di 2000 mg/Kg) hanno confermato il legame diretto di alcune delle strutture rinvenute con la metallurgia del rame. Le analisi pXRF *intra-situ* e le successive analisi FESEM (Field Emission Scanning Electronic Microscopy) effettuate sugli indicatori di produzione (colaticci e piccole scorie) hanno precisato in particolare che tali attività sono riferibili ad una fase di affinamento del metallo, o di riuso dello stesso, che non trova al momento altri riscontri archeologici sul territorio e che si data, grazie ad analisi C14, alla fine del XIII secolo.

## 2. Il territorio di Montieri : un contesto di indagine multiscala (Alessandro Donati)

Il primo e più significativo caso studio relativo all'applicazione dell'approccio multidisciplinare ad un territorio ampio è quello di Montieri. L'area di Montieri, collocata nel cuore delle Colline Metallifere grossetane, è nota per la particolare

12 Dallai 2014b, 245-257.

13 Biringuccio 1540, 78-81.

14 Boisseuil, Chareille 2009, 9-28.

15 Dallai, Volpi 2015, 395-400.





**Fig. 3** - Allumiere di Monteleo (Monterotondo Marittimo, GR) :  
 A, struttura produttiva di XIII secolo, valori registrati per CU ;  
 B, misurazioni con pXRF su un forno da rame di XV secolo.

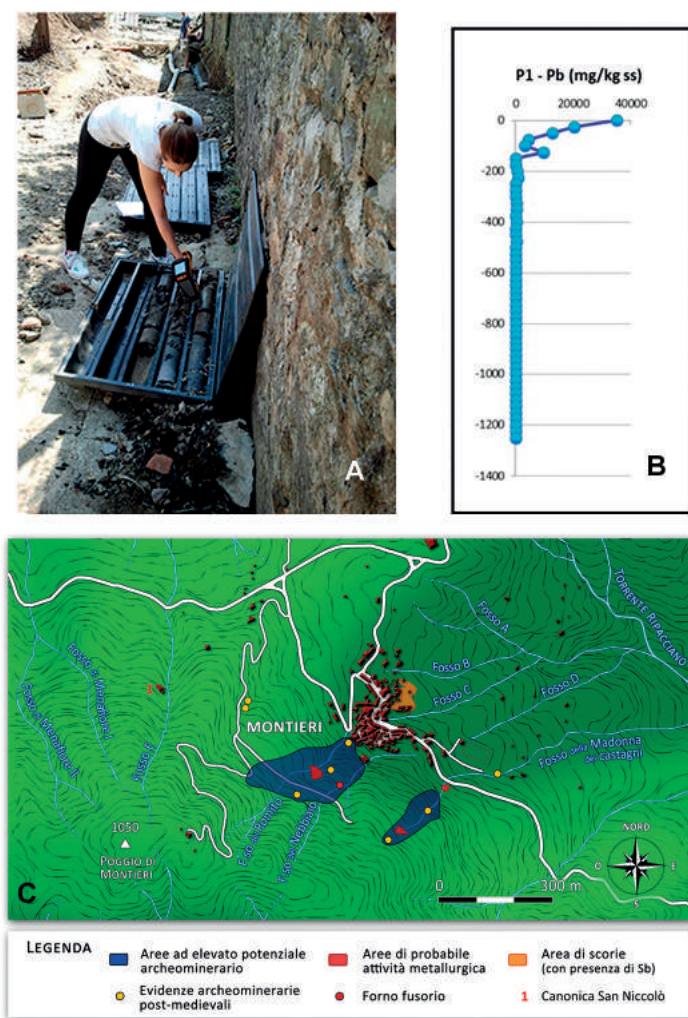
concentrazione di risorse di carattere piombo-argentifero e cuprifero, legate alla presenza di importanti giacimenti di galena, tetraedrite e calcopirite<sup>16</sup>.

La pianificazione dell'indagine a scala medio grande è iniziata con l'individuazione delle aree chiave del Poggio di Montieri ad elevato potenziale archeominerario ed archeometallurgico su cui effettuare i sopralluoghi combinati di natura archeomineraria e geochemica. Sul versante Nord e Sud-Est le indagini sono state finalizzate a localizzare la presenza di antiche coltivazioni minerarie ; a Nord-Est ed all'interno del centro abitato di Montieri, dove si rinvennero ancora moltissime scorie metallurgiche, le indagini sono state orientate a stimare, sulla base della contaminazione riscontrabile nei suoli e nei sedimenti fluviali e di carotaggi, l'estensione dell'antica area di discarica per tentare una valutazione quantitativa della produzione (fig. 4 A, B).

Le prime analisi si sono concentrate sui sedimenti dei corsi d'acqua che drenano e concentrano i metalli pesanti presenti nel terreno, massimizzando così il potenziale informativo delle analisi stesse. In molti casi le misure sono state effettuate direttamente on-site ; in altri i campioni prelevati, dopo essere stati essiccati e setacciati, sono stati analizzati in laboratorio mediante tecnica XRF e di assorbimento atomico con fornetto di grafite (GF-AAS). I minerali su cui si sono concentrate le analisi sono il Pb (presente nei minerali da cui veniva estratto l'Ag ed estremamente utile per l'identificazione di antichi lavori minerari), l'Ag, il Cu e l'As.

Le concentrazioni maggiori rilevate si localizzano sui corsi d'acqua immediatamente a valle dell'abitato, dove si registrano 400 mg/kg di Pb e 150 mg/Kg di Cu ; i valori decrescono progressivamente dalla sorgente verso la valle. Elevate concentrazioni di Pb (547 mg/Kg) si raggiungono anche nella zona mineraria a monte dell'abitato di Montieri, in prossimità degli imbocchi minerari.

16 Bianchi et al. 2013, 80-85 ; Benvenuti et al. 2014, 261-287.



La presenza di contaminanti nei sedimenti fluviali a valle del paese è certamente legata all'esistenza del grande accumulo di scorie metallurgiche descritto nelle *Relazioni* del naturalista Targioni Tozzetti della prima metà del XVIII secolo<sup>17</sup>, ed oggi in larga misura nascosto al di sotto dell'abitato di Monteri. Questo accumulo, esito delle significative attività di estrazione e successiva lavorazione dei minerali del distretto circostante attestato sino all'ultimo quarto del XIII secolo, testimonia l'importanza assunta dal centro di Monteri nei secoli centrali del Medioevo.

Le analisi che sono state condotte su tutta l'area circostante all'abitato hanno permesso di ottenere elementi utili alla definizione topografica dei limiti dell'area di discarica. Per stimare il volume di queste scorie si sono analizzati campioni di suolo e porzioni di carotaggi provenienti da sondaggi geognostici realizzati all'interno dell'abitato.

Dai dati ottenuti è stato possibile osservare valori molto elevati di Pb sul suolo (fino a 10000 mg/Kg - 50000 mg/Kg) nei punti di presenza delle scorie ; tali valori decrescono con gradualità a valle dell'abitato mentre le carote provenienti dalla zona a monte dell'abitato sono sostanzialmente prive di contaminazione.

Dalla valutazione complessiva dei dati ottenuti dall'analisi dei carotaggi si è effettuata una stima della contaminazione in verticale del terreno e conseguentemente si è ipotizzata la dimensione originaria del cumulo di scorie, esteso per di 7500 m<sup>2</sup>, con una potenza compresa fra circa 4 m all'estremità Sud-Ovest e circa 30 cm all'estremità Nord-Est<sup>18</sup>.

17 Repetti 1839, 574.

18 Dallai et al. 2015, 389-394.



**Fig. 5** - Canonica di San Niccolò (Montieri, GR) :  
A, vista del complesso e localizzazione della griglia di misurazioni con indicazione dell'area di massima concentrazione di Sn e Cu ; B, Area 2000 analisi in fase di scavo ; C, Area 2000, individuazione e scavo della fornace da campana.

## 2.1. Analisi *intra-situ* (Luisa Dallai)

L'indagine condotta sul territorio di Montieri ha previsto un approfondimento specifico su un sito oggetto di scavo da parte dell'Università di Siena, La Canonica di San Niccolò (per dettagli si rimanda al contributo di Bianchi e Dallai in questo stesso volume). Le analisi si sono concentrate su due aree di scavo, le aree 3000 e 2000. Su entrambe si è proceduto impostando una griglia con celle di 1 m<sup>2</sup> per ciascuna delle quali sono state effettuate almeno tre misure, mediate per ottenere il dato finale (fig. 5 A).

I risultati ottenuti sono già stati oggetto di commento in precedenti contributi, ai quali si rimanda in questa sede<sup>19</sup>. Dall'area 2000 in particolare sono emersi dati di estremo interesse che, oltre a produrre elementi utili alla conoscenza delle funzioni assolate dagli spazi interni al sito, hanno evidenziato, ancora una volta, lo straordinario potenziale di carattere predittivo connesso all'uso della strumentazione XRF utilizzata direttamente *on site*, durante le fasi di scavo.

Nel caso in esame, l'indagine stratigrafica aveva localizzato nell'area 2000 resti di attività di forgia ed ipotizzato la presenza di altre attività produttive non meglio identificate. L'area 2000 è stata analizzata sulla base della griglia di 1x1 m sopra descritta; nella porzione centrale della stessa le analisi hanno segnalato valori di Sn (239 mg/Kg) e Cu (400 mg/Kg) molto alti e del tutto anomali rispetto al contesto circostante. Si è dunque ritenuto verosimile che qui fosse stata svolta una attività connessa legata all'utilizzo dei due metalli, e quindi al bronzo. L'avanzamento dello scavo ha effettivamente individuato i resti di una fornace per campana in ottimo stato di conservazione, coincidente con l'area di anomala concentrazione dei due elementi Cu e Sn (fig. 5 B, C).

Il caso studio di Montieri ha consentito di testare e validare il protocollo di indagine multidisciplinare sviluppato durante il progetto *Ar.chi.min*. Il risultato dell'indagine territoriale ha permesso di realizzare una mappatura degli elementi contaminanti (Pb, Cu, Zn e As) nell'area del Poggio di Montieri; localizzare possibili aree di estrazione del minerale; delimitare l'area di accumulo di scorie; testare il carattere predittivo delle analisi pXRF *intra-situ*. Lo studio multidisciplinare ha aggiunto elementi di conoscenza che hanno consentito di dettagliare meglio il quadro delle risorse del territorio, evidenziando quali siano state davvero utilizzate e in che modo il loro utilizzo abbia modificato il contesto territoriale (fig. 4 C).

## 3. Il progetto ERC *nEU-Med* e il sito di Carlappiano : una nuova prospettiva di sviluppo della multidisciplinarietà (Vanessa Volpi)

Sulla base delle esperienze maturate nel contesto interno delle Colline Metallifere ci si è prefissi di sviluppare nuovi approcci allo studio diacronico del territorio integrando stabilmente le analisi XRF nella pratica archeologica e nelle strategie di ricerca del progetto ERC : *NeuMed : Origins of a new economic union, 7th-12th centuries : resources, landscapes and political strategies in a Mediterranean region*. Il progetto, avviato nel 2015 presso l'Università di Siena (Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali) sotto il coordinamento scientifico del prof. Richard Hodges e sviluppato grazie ad un team scientifico multidisciplinare, ha eletto il territorio delle Colline Metallifere come area di indagine esemplare per studiare i meccanismi alla base della crescita economica registrata in diverse aree del Mediterraneo, fra cui quella in esame, a partire dal IX secolo. Fra gli obiettivi principali del progetto vi è la ricostruzione delle caratteristiche storiche del paesaggio, parametro fondamentale attraverso cui leggere i cambiamenti dei modelli di insediamento, delle dinamiche commerciali e degli assetti politici che caratterizzarono quest'area tra la fine dell'antichità ed il XII secolo. L'area di indagine selezionata dal progetto include una vasta porzione della Maremma settentrionale, un transetto territoriale che si estende dai rilievi delle Colline Metallifere sino all'area costiera del golfo di Follonica.

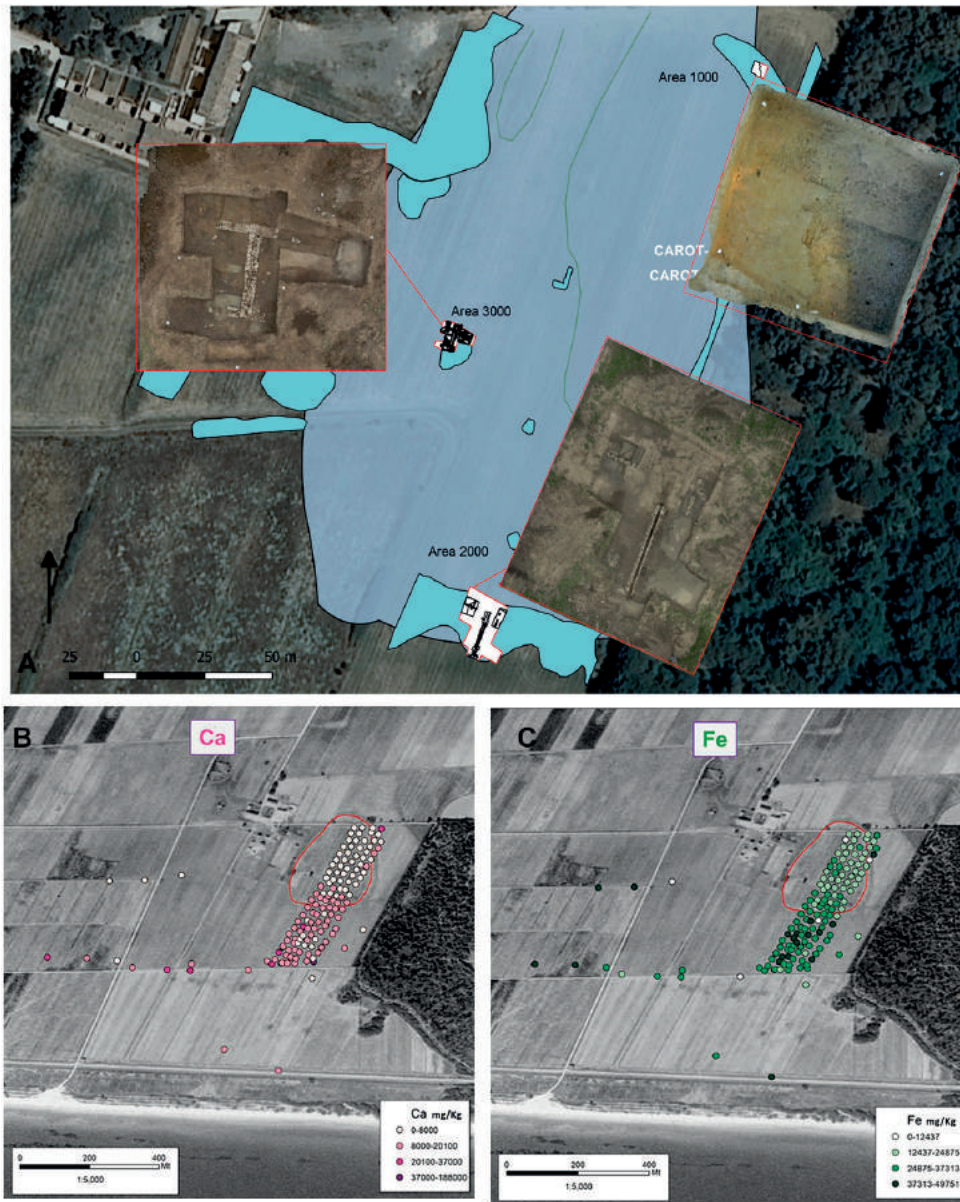
All'interno del progetto le analisi chimico-fisiche (pXRF) sono state applicate su tutti i contesti d'indagine attualmente attivati, inclusi i due scavi di Carlappiano e Vetricella.

Il sito di Carlappiano in particolare è localizzato su una duna molto vicina alla linea di costa, ai margini di quella che un tempo fu una laguna interna, non lontano dalla città di Piombino. La lettura delle foto aeree storiche (volo IGM 1938) aveva evidenziato la presenza di molte anomalie interpretate come paleovalvei, legate al vicino corso d'acqua della Corniaccia; fra i segni se ne riconosceva uno in particolare, che descriveva un'area circolare di circa 8 ha. Il segno scuro era stato interpretato come un probabile fossato; l'area interna al fossato, sottoposta ad indagini topografiche, ha restituito moltissimi materiali ceramici riferibili ad un orizzonte assai ampio, compreso fra l'Età del Bronzo e la prima Età Moderna<sup>20</sup>.

L'analisi della cartografia storica del XIX secolo (*Catasto Leopoldino*) ha permesso di riconoscere un sistema idrografico molto complesso e relativamente instabile, caratterizzato

19 In particolare : Dallai *et al.* 2016, 177-186.

20 Patera *et al.* 2003, 281-310 ; Marasco 2013, 57-68.



**Fig. 6** - Carlappiano (Piombino, LI) : A, localizzazione dell'anomalia da foto aerea e delle aree di scavo ; B, valori rilevati per il Ca ; C, valori rilevati per il Fe.

da numerosi meandri fluviali che, scorrendo in un'area sostanzialmente piatta, hanno generato nel corso degli anni, ed a seconda delle stagioni, un paesaggio costituito da un'alternanza di aree umide ed asciutte. Lo scavo archeologico, condotto nei mesi di Settembre ed Ottobre 2016, ha evidenziato la presenza di strutture verosimilmente connesse alla produzione del sale : si tratta di canalizzazioni e vasche legate alla fase finale di concentrazione del prodotto, e di probabili magazzini (fig. 6 A). La posizione degli impianti risulta strategica sia in relazione alla presenza della laguna salmastra che per la vicinanza alle vie di commercio, sia

terrestri (la via Aurelia dista poco più di un chilometro dal sito) che fluviali (il vicino corso della Corniaccia ed il suo sbocco a mare).

Sul sito, preliminarmente alle attività di scavo, è stata condotta una campagna di diagnostica che ha combinato le analisi pXRF con le analisi magnetometriche e le ricognizioni archeologiche di superficie. Le analisi pXRF in particolare sono state effettuate sia all'interno che all'esterno dell'anomalia osservata dalle immagini aeree. I campionamenti sono stati impostati su sei transetti orientati Nord-Sud ; all'interno dei

transetti sono state effettuate misure ogni 20 m. L'analisi multiparametrica ha incluso i seguenti elementi chimici : Fe, Ca, Zn e Cu. Il risultato ha evidenziato la presenza di due zone chimicamente diverse, coincidenti con il limite Sud dell'anomalia ; la prima, posta all'esterno, presenta valori più elevati per tutti gli elementi considerati. La seconda, interna al fossato, mostra valori più bassi (fig. 6 B, C).

E' probabile che la differenza di valori chimici, certamente imputabile alla presenza di differenti terreni, tracci il limite fra la duna, certamente asciutta, e la laguna prossima al sito, almeno nella sua fase più recente. Il terreno esterno all'anomalia, quello con i valori più alti, potrebbe quindi essere identificabile con una colmata finalizzata alla bonifica dell'area o con una diversa storia produttiva rispetto all'area interna all'anomalia. Anche in questo caso, l'uso sistematico di analisi geochimiche su contesti di indagine archeologica si rivela un validissimo supporto alla ricostruzione storica del paesaggio ; è sulla base di queste esperienze che la metodologia integrata chimico-fisica ed archeologica verrà testata su larga scala nelle aree di pianura individuate dal progetto ERC nEU-Med.

## Sources imprimées

**Biringuccio 1540** : V. Biringuccio, *De la Pyrotechnia*, Venezia, 1540 ; A. Carugo (éd.), Milano, Il Polifilo, 1977, 168 p.

## Bibliografia

**Aranguren et al. 2007** : B. Aranguren, P. Bagnoli, L. Dallai, R. Farinelli, M. Negri, Serrabottini (Massa Marittima, GR) : indagini archeologiche su un antico campo minerario, *Archeologia Medievale*, 34, 2007, 79-113.

**Benvenuti et al. 2014** : M. Benvenuti, G. Bianchi, J. Bruttini, M. Buonincontri, L. Chiarantini, L. Dallai, G. Di Pasquale, A. Donati, F. Grassi, V. Pescini, Studying the Colline Metallifere mining area in Tuscany: an interdisciplinary approach, in: J. Silvertant, *Research and preservation of ancient mining areas: 9th International symposium on archeological Mining History of trento (Italy)*, Trento, Silvertant Erfgoedprojecten (Yearbook of the Institute Europa Subterranea), 2014, 327 p., 260-287.

**Bianchi, Dallai 2019** : G. Bianchi, L. Dallai, Le district minier de les Colline Métallifère (Toscane, Italie) durant la période Médiévale : l'exploitation des ressources et les implications politiques et économiques, in : N. Minvielle Larousse, M.-C. Bailly-Maître, G. Bianchi (ed.), *Les métaux précieux en Méditerranée médiévale. Exploitations, transformations, circulations : actes du colloque international d'Aix-en-Provence, 6-8 octobre 2016*, Aix-en-Provence, Presses universitaires de Provence - Centre Camille Jullian (Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine, 27), 2019, supra.

**Bianchi 2010** : G. Bianchi, Dominare e gestire un territorio. Ascesa e sviluppo delle "signorie forti" nella Maremma toscana centrosettentrionale tra X e metà XII secolo, *Archeologia Medievale*, 37, 2010, 93-104.

**Bianchi et al. 2013** : G. Bianchi, L. Dallai, J. Bruttini, F. Grassi, Nuovi dati dalla ricerca archeologica per la ricostruzione del paesaggio storico delle Colline Metallifere massetane, in : G. Galeotti et M. Paperini (dir.), *Città e territorio. Conoscenza, tutela e valorizzazione dei paesaggi culturali*, Livourne, Debatte, 2013, 336 p., 80-85.

**Boisseuil 2005** : D. Boisseuil, L'alun en Toscane à la fin du Moyen Âge, in : P. Borgard, J.P. Brun., M. Picon (dir.), *L'alun de Méditerranée : colloque international, Naples 4-5-6 juin 2003*, Lipari 7-8 juin 2003, Napoli, Aix-en-Provence, Centre Jean Bérard, Centre Camille Julian (Collection du Centre Jean Bérard, 23), 2005, 352 p., 105-117.

**Boisseuil, Chareille 2009** : D. Boisseuil, P. Chareille, L'exploitation de l'alun en Toscane au début du XVI<sup>e</sup> siècle : l'aluniera de Monterotondo et la société de Rinaldo Tolomei, *Mélanges de l'École française de Rome - Moyen Âge*, 121-1, 2009, 9-28.

**Dallai 2014a** : L. Dallai, Massa Marittima nell'età del Codice : una rilettura dei dati archeologici e minerari, in : R. Farinelli, G. Santinucci (éds.), *I codici minerari nell'Europa preindustriale : archeologia e storia. Atti delle Giornate Internazionali di studio sugli statuti minerari antichi e medievali, latini e volgari, dal titolo : «I codici minerari : statuti europei a confronto. Dalle Tavole di Aljustrel agli Ordinamenta Medievali», Igllesia - Massa Marittima, 4-8 dicembre 2008*, Florence, All'insegna del Giglio (Biblioteca del Dipartimento di archeologia e storia delle arti, Sezione archeologica, Università di Siena, 19), 2014, 125 p., 71-81.

**Dallai 2014b** : L. Dallai, L'allumiera di Montealeo nel territorio di Monterotondo Marittimo, *Mélanges de l'École française de Rome - Moyen Âge*, 126-1, 2014, 245-258.

**Dallai et al. 2013** : L. Dallai, A. Donati, A. Bardi, S. Fanciulletti, Archeologia e chimica per il patrimonio minerario (Ar.Chi.Min.). Un nuovo approccio multidisciplinare allo studio dei contesti archeominerari del comprensorio massetano, in : G. Galeotti et M. Paperini (dir.), *Città e territorio. Conoscenza, tutela e valorizzazione dei paesaggi culturali*, Livourne, Debatte, 2013, 336 p., 86-91.

**Dallai et al. 2015** : L. Dallai, G. Bianchi, A. Donati, M. Trotta, V. Volpi, Le analisi fisico-chimiche territoriali ed "intra sito" nelle Colline Metallifere : aspetti descrittivi, "predittivi" e prima interpretazione storica dei dati, in : P. Arthur, M.L Imperiale (dir.), *Atti del VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Florence, All'Insegna del Giglio, 2015, 458 p., 389-394.

**Dallai et al. 2016** : L. Dallai, A. Donati, V. Volpi, A. Bardi, Archaeological and physicochemical approaches to the territory: on-site analysis and multidisciplinary databases for the reconstruction of historical landscapes, in: S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero (éds), *CAA2015. Keep the Revolution Going. Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, Oxford, Archaeopress Archaeology, 2016, 1182 p., 177-186.

**Dallai, Volpi 2015** : L. Dallai, V. Volpi, Risorse del sottosuolo e cicli produttivi : allume, rame e argento. Il sito delle Allumiere di Montealeo e l'organizzazione della produzione fra tardo Medioevo

e prima Età Moderna, in : P. Arthur, M.L Imperiale (dir.), *Atti del VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Florence, All'Insegna del Giglio, 2015, 458 p., 395-400.

**Donais, George 2013** : M.K. Donais, D. George, Using handheld XRF to aid in phasing, locus comparisons, and material homogeneity assessment at an archaeological excavation, in: A. N. Shugar, J. L. Mass (dir.), *Handheld XRF for art and archaeology*, Leuven, Leuven University Press (Studies in archaeological sciences, 3), 2013, 473 p., 349-377.

**Marasco 2013** : L. Marasco, La Castellina di Scarlino e le fortificazioni di terra nelle pianure costiere della Maremma settentrionale, *Archeologia Medievale*, 40, 2013, 57-68.

**Patera et al. 2003** : A. Patera, E.J. Shepherd, L. Dallai, E. Zanini, Il Vignale ritrovato, in : C. Mascione et A. Patera (dir.), *Materiali per Populonia 2*, Firenze, All'Insegna del Giglio (Serie, Quaderni del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti. Sezione Archeologica. Università di Siena, 56), 2003, 344 p., 281-310.

**Ponta 2015** : E. Ponta, Dinamiche di formazione e trasformazione del paesaggio tra Tardantichità ed Alto Medioevo. Il caso di Monterotondo Marittimo (GR), in : P. Arthur, M.L Imperiale (dir.), *Atti del VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Florence, All'Insegna del Giglio, 2015, 458 p., 499-504.

**Repetti 1839** : E. Repetti, *Dizionario Geografico, Fisico e Storico della Toscana*, 3, Firenze, Allegrini e Mazzoni, 1839, 710 p.

# Les auteurs

---

**Arles Adrien**

Arkemine SARL  
Adrien.arles@arkemine.fr

**Bailly-Maître Marie-Christine**

Aix Marseille Univ, CNRS, LA3M, Aix-en-Provence, France  
baillymaitre@wanadoo.fr

**Benvenuti Marco**

Università di Firenze, Dipartimento Scienze della Terra  
m.benvenuti@unifi.it

**Bianchi Giovanna**

Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei  
Beni Culturali  
giovanna.bianchi@unisi.it

**Boisseuil Didier**

Université de Tours, Cethis, EA 6298  
didier.boisseuil@wanadoo.fr

**Bonnamour Gérard**

Arkemine SARL, association EESV, membre associé du  
laboratoire Traces (UMR 5608, Toulouse)  
gerald.bonnamour@arkemine.fr

**Bonnamour Romain**

association EESV (Equipe d'Exploration Spéléologique de  
Villefranche)  
rb@rb-ebeniste.fr

**Braunstein Philippe**

École des Hautes Études en Sciences Sociales  
philippe\_braunstein@yahoo.fr

**Bresc Cécile**

Université Paris IV Sorbonne, Orient et Méditerranée,  
UMR 8167  
ratepenade@yahoo.fr

**Capel Chloé**

UMR 8167 – Orient et Méditerranée, équipe Islam médiéval  
chloe.capel@gmail.com

**Casagrande Lara**

Ecomuseo Argentario  
info@ecoargentario.it

**Chiarantini Laura**

Università di Firenze, Dipartimento Scienze della Terra  
laura.chiarantini@unifi.it

**Cicali Cristina**

Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei  
Beni Culturali  
cristinacicali@yahoo.it

**Cloughton Peter**

University of Exeter  
P.F.Cloughton@exeter.ac.uk

**Condorelli Francesca**

Fondazione Bruno Kessler (FBK)  
francesca.condorelli@hotmail.it

**Dallai Luisa**

Università di Siena, Dipartimento di Scienze Storiche e dei  
Beni Culturali  
luisa.dallai@unisi.it

**Donati Alessandro**

Università di Siena, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e  
Farmacia  
alessandro.donati@unisi.it

**Fabijanec Sabine-Florence**

Croatie Academy of Sciences and Arts (CASA/HAZU)  
flobaber@hazu.hr



**Faucher Thomas**

UMR 5060 IRAMAT-Centre Ernest Babelon, CNRS, Université d'Orléans  
thomas.faucher@cnrs-orleans.fr

**Flament Julien**

UMR 5060 IRAMAT-CEB, Université d'Orléans, 3D rue de la Férollerie, 45071 Orléans Cedex 2, France  
julien.flamen@gmail.com

**Gattiglia Anna**

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Studi Storici  
anna.gattiglia@unito.it.

**Gauthier Joseph**

CNRS, Chrono-environnement, UMR 6249, Université de Haute-Alsace, CRESAT EA 3436  
josep.gauthier@laposte.net

**Leleu Florian**

Arkemine SARL  
florian.leleu@arkemine.fr

**Marchand Julie**

Université de Poitiers, HERMA, EA 3811  
julie.mj.marchand@gmail.com

**Martinez Elcacho Albert**

Universitat de Lleida (UdL)  
albert.martinez@historia.udl.cat

**Minvielle Larousse Nicolas**

Aix Marseille Univ, CNRS, LA3M, Aix-en-Provence, France  
minvielle.nicolas@gmail.com

**Montel Aurélien**

Université Lumière-Lyon 2 - CIHAM-UMR 5648  
aurelien.montel@gmail.com

**Nefzaoui Souha**

Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis (9 Avril) (FSHST)  
nefzaouis@yahoo.fr

**Neri Elisabetha**

Université Paris-Sorbonne, OM, UMR 8167  
Elisabetta.neri@unicatt.it

**Patria Luca**

Centro Ricerche di Cultura Alpina, Torino  
culturealpine@gmail.com

**Pezzica Ilaria**

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Studi Storici  
ilaria.pezzica@gmail.com

**Poisson Jean-Michel**

EHESS, CIHAM, UMR 5648  
Jean-Michel.Poisson@univ-lyon2.fr

**Rabot Alexandre**

Université Lyon 2 Lumière, HiSoMA, UMR 5189  
alexandre.rabot@mom.fr

**Redon Bérangère**

CNRS, HiSoMA, UMR 5189  
berangere.redon@mom.fr

**Roat Giulia**

Università degli Studi di Padova  
giulia.roat@gmail.com

**Rossi Maurizio**

Il Patrimonio Storico-Ambientale, Torino  
presidenza@aipsam.org

**Rovelli Alessia**

Università della Tuscia, Dipartimento di Studi linguistico-letterari, storico-filosofici e giuridici  
rovelli@unitus.it

**Sarah Guillaume**

UMR 5060 IRAMAT-Centre Ernest Babelon, CNRS, Université d'Orléans  
guillaume.sarah@cnrs-orleans.fr

**Scoz Jacopo**

Università degli Studi di Siena  
scoz.jacopo@gmail.com

**Straßburger Martin**

Ludwig-Maximilians-Universität München and Consultancy for Mining Archaeology  
martin@miningarchaeology.com

**Téreygeol Florian**

LAPA-IRAMAT, NIMBE, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay, CEA Saclay 91191 Gif-sur-Yvette France  
florian.tereygeol@cea.fr

**Thaler Federico**

Università degli Studi di Trento  
vukovarstoner@gmail.com

**Thuaudet Olivier**

Aix Marseille Univ, CNRS, LA3M, Aix-en-Provence, France  
olivier.thuaudet@laposte.net

**Tomas Emilie**

Arkemine SARL  
emilie.tomas@gmail.com

**Verna Catherine**

Université Paris 8, HISPOSS, EA 1571  
catherine.verna@wanadoo.fr

**Villa Igor M.**

Institut für Geologie, Universität Bern; Centro Universitario  
Datazioni e Archeometria, Univ. Milano-Bicocca  
igor@geo.unibe.ch

**Vingo (de) Paolo**

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Studi Storici  
paolo.devingo@unito.it

**Volpi Vanessa**

Università di Siena, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e  
Farmacia  
vaniv@hotmail.it

# Table des matières

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Remerciements</b> .....  | 5  |
| Xavier Delestre, Nicolas Faucherre  |    |
| <b>Préfaces</b> .....   | 7  |
| Nicolas Minvielle Larousse, Marie-Christine Bailly-Maître, Giovanna Bianchi   |    |
| <b>Avant-Propos</b> .....   | 9  |
| Marie-Christine Bailly-Maître   |    |
| <b>Introduction - Les métaux précieux en Méditerranée médiévale. Exploitations, transformations, diffusions. État de la recherche</b> ..... | 11 |

## LES ESPACES MINIERS MÉDITERRANÉENS

|  |     |
|--|-----|
| Giovanna Bianchi, Luisa Dallai   |     |
| <b>Le district minier des Collines Métallifères (Toscane, Italie) durant la période médiévale. L'exploitation des ressources et les implications politiques et économiques</b> ..... | 29  |
| Marco Benvenuti, Laura Chiarantini, Cristina Cicali, Igor M. Villa, Vanessa Volpi  |     |
| <b>La produzione d'argento nel distretto minerario di Montieri-Massa Marittima (Colline Metallifere, Toscana meridionale). Alcune considerazioni su dati recenti</b> .....           | 41  |
| Anna Gattiglia, Ilaria Pezzica, Maurizio Rossi, Paolo de Vingo avec la collaboration de Luca Patria  |     |
| <b>Production et destination de l'argent du district minier des vallées de Lanzo (Turin) pendant la première moitié du XIV<sup>e</sup> siècle</b> .....                              | 53  |
| Lara Casagrande, Martin Straßburger, Francesca Condorelli, Giulia Roat, Federico Thaler, Jacopo Scoz   |     |
| <b>Medieval silver mining on the Monte Calisio plateau (Trentino - Italy)</b> .....  | 67  |
| Jean-Michel Poisson  |     |
| <b>L'entreprise pisane d'exploitation des mines d'argent de l'Iglesiente (Sardaigne), XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles</b> .....   | 81  |
| Nicolas Minvielle Larousse   |     |
| <b>Les lieux et les rythmes de la production argentifère médiévale en Languedoc oriental</b> .....   | 95  |
| Florian Leleu avec la collaboration d'Adrien Arles et Emilie Tomas   |     |
| <b>Les mines de cuivre de Castifao</b> .....   | 107 |

|   |     |
|---|-----|
| Albert Martínez Elcacho<br><b>The silver mines of Falset (Catalonia).<br/>Development, regulation and organization in mid-14th century</b> .....  | 115 |
| Peter Claughton<br><b>View from the other side of the Channel.<br/>England's mining response to the silver crisis in the 15th century</b> .....   | 127 |
| Souha Nefzaoui<br><b>L'argent monétaire au haut Moyen Âge en <i>Ifriqiya</i>. Une étude à mener</b> .....   | 137 |
| Julie Marchand, Thomas Faucher, Alexandre Rabot, Bérangère Redon, Florian Téreygeol<br><b>L'exploitation de l'or en Égypte au début de l'époque islamique. L'exemple de Samut</b> ..... | 147 |

## TECHNIQUES ET ORGANISATION DE LA PRODUCTION

|  |     |
|--|-----|
| Joseph Gauthier, Catherine Verna<br><b>Les prospections minières.<br/>Des terrains et des princes (comté du Roussillon et duché de Bourgogne, XV<sup>e</sup> siècle)</b> .....   | 163 |
| Didier Boisseuil<br><b>Prospections minières et production de métaux précieux dans le sud de la Toscane à la fin du XV<sup>e</sup> siècle.<br/>Quelques observations</b> .....   | 171 |
| Gérald Bonnamour, Romain Bonnamour<br><b>La mine médiévale et moderne de Cella à Joux en Beaujolais.<br/>Un petit gisement d'argent de renom en marge des importantes exploitations minières Lyonnaises</b> .....  | 181 |
| Florian Téreygeol<br><b>La préparation des minerais argentifères au Moyen Âge.<br/>Choix technique ou contrainte économique ?</b> .....  | 193 |
| Julien Flament, Florian Téreygeol, Guillaume Sarah<br><b>La production du cuivre et de ses alliages à Castel-Minier (Ariège, France).<br/>Opportunisme métallurgique et pragmatisme économique d'une fonderie de moyenne montagne<br/>au XV<sup>e</sup> siècle</b> ..... | 203 |
| Vanessa Volpi, Luisa Dallai, Alessandro Donati<br><b>L'uso di tecnologia ad elevate prestazioni, pXRF, per lo studio del distretto minerario delle colline metallifere<br/>(Toscana, Italia)</b> .....   | 219 |

## CIRCULATIONS ET USAGES DES MÉTAUX

|  |     |
|--|-----|
| Aurélien Montel<br><b>D'Awdagust à Cordoue. L'or du Soudan et la politique maghrébine du califat umayyade d'al-Andalus<br/>(IV<sup>e</sup>/X<sup>e</sup> siècles)</b> .....    | 233 |
| Chloé Capel<br><b>L'or africain et le paradoxe de Sijilmassa (Maroc - VIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles).<br/>Atelier de frappe primordial, histoire méconnue</b> ..... | 243 |

|  |            |
|--|------------|
| Cécile Bresc   |            |
| <b>Ressources métalliques et frappes monétaires dans le Proche-Orient au temps des califats.</b>   |            |
| <b>Le cas du Bilād al-Shām médiéval .....</b>  | <b>261</b> |
| Elisabetta Neri  |            |
| <b>Les sources de l'or du décor entre Orient et Occident (IV<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècles).</b>                                     |            |
| <b>Or monétaire, réutilisation, or frais .....</b>   | <b>271</b> |
| Guillaume Sarah  |            |
| <b>L'emploi du laiton dans les monnayages d'argent médiévaux.</b>  |            |
| <b>État des connaissances actuelles et perspectives de recherche .....</b>   | <b>289</b> |
| Olivier Thuaudet   |            |
| <b>Approvisionnement et circulation du cuivre et de ses éléments d'alliage en Provence du XIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècles.</b> |            |
| <b>L'apport des sources écrites et archéologiques .....</b>  | <b>301</b> |
| Sabine Florence Fabijanec  |            |
| <b>Le circuit de l'argent de l'Adriatique orientale à Alexandrie à la fin du XIV<sup>e</sup> siècle .....</b>                              | <b>319</b> |
| Philippe Braunstein  |            |
| <b>Conclusion - Les métaux précieux en Méditerranée. Productions, transformations, circulations .....</b>                                  | <b>329</b> |
| <b>Les auteurs .....</b>   | <b>333</b> |

# Les métaux précieux en Méditerranée médiévale

## Exploitations, transformations, circulations

### ARCHÉOLOGIES MÉDITERRANÉENNES

propose des synthèses  
méthodologiques et  
met en perspective  
la documentation  
matérielle,  
des premiers humains  
à l'époque  
contemporaine.

### BiAMA

Dans la lignée des  
anciens *Travaux du  
Centre Camille Jullian*,  
la Bibliothèque d'archéologie  
méditerranéenne et africaine  
(BiAMA) propose des  
ouvrages relatifs à l'histoire  
et à l'archéologie de la  
Méditerranée antique et  
médiévale, en particulier de  
Marseille et de la Provence.

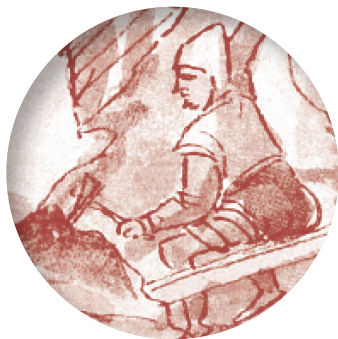


Illustration de 1<sup>er</sup> et 4<sup>e</sup> de couverture  
*Das Schwazer Bergbuch*, 1556

Cet ouvrage rassemble les actes d'un colloque international tenu à la Maison méditerranéenne des sciences de l'homme d'Aix-en-Provence les 6, 7 et 8 octobre 2016. Organisée par le Laboratoire d'Archéologie Médiévale et Moderne en Méditerranée (CNRS, Aix-Marseille Université) et par le Dipartimento di Scienze Storiche e dei Beni Culturali de l'Université de Sienna, cette rencontre a réuni près de cinquante spécialistes du Moyen Âge – archéologues, historiens, géochimistes – autour des métaux précieux en Méditerranée.

Ce livre entend examiner un long processus qui s'étend de l'extraction des minerais jusqu'à la diffusion des métaux, en articulant les techniques aux sociétés et aux pouvoirs. Le panorama des principaux lieux de la production, ici présenté sous forme de synthèses régionales, côtoie des études qui suivent les différentes phases de ce processus, de façon à confronter les sources, les approches et à faciliter les comparaisons. L'enquête se focalise enfin sur les circulations des métaux, en mettant en évidence les problèmes de sources et de méthodes que cela induit, tout en proposant des relectures historiographiques fondées sur les résultats de travaux récents.

Pour la première fois, la Méditerranée médiévale fournit le cadre géographique d'une réflexion collective consacrée aux productions et circulations des métaux précieux. Au-delà du simple bilan de connaissances, ce livre entend finalement proposer quelques jalons pour une histoire comparée et connectée : l'approfondissement, puis la confrontation d'enquêtes monographiques et régionales offrent dans cette optique de fécondes perspectives pour les années à venir.

**Nicolas Minvielle Larousse** est chercheur post-doctorant d'Aix-Marseille Université.

**Marie-Christine Bailly-Maitre** est directrice de recherche émérite au CNRS.

**Giovanna Bianchi** est professeure d'archéologie médiévale à l'Université de Sienna.



UNIVERSITÀ  
DI SIENNA 1240



30 €