

Zeitschrift: Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

Band: - (2015)

Heft: 35

Artikel: Le complexe minier médiéval de Punta Corna (Usseglio, Turin, Italie)

Autor: Rossi, Maurizio / Gattiglia, Anna / Castelli, Daniele

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089799>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

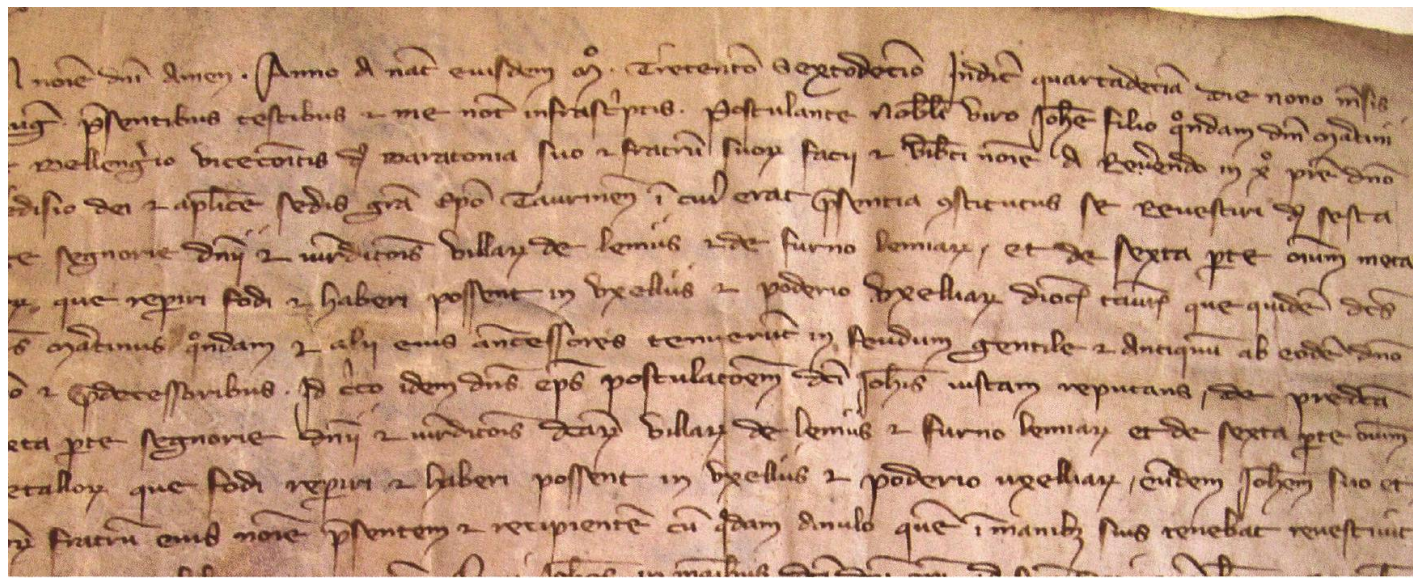
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Maurizio Rossi, Anna Gattiglia, Daniele Castelli, Renato Nisbet, Giacomo Re Fiorentin, Piergiorgio Rossetti
 avec la collaboration de Claudia Chiappino, Elisa Conz, Fabio Dalmasso, Paolo de Vingo, Maurizio Gomez Serito, Luca Patria, Franca Porticelli, Gisella Rebay, Maria Pia Riccardi et Gregorio Silvestro

Le complexe minier médiéval de Punta Corna (Usseglio, Turin, Italie)

Zusammenfassung

Der nahe der Französisch-Italienischen Grenze gelegene Bergbaubezirk von Punta Corna (Turin, Italien) erstreckt sich über 10 km² auf einer Höhe zwischen 2'250 und 2'900 m ü. M.. Die Förderungsarbeiten konzentrierten sich auf ein System hydrothermalen, post-metamorpher Adern und Gänge, die sich fast vollständig in den Metabasiten des Piemont-Ozeans befinden. In den westlichen Sektoren sind die Adern reich an Siderit, im Osten weisen sie hohe Konzentrationen an Co-Fe-Ni-Arseniden auf. Die Ausbeutung der kobalthaltigen Adern hat erst Mitte des 18. Jh. begonnen, das Eisenerz hingegen wurde bereits seit dem Mittelalter (XIII-XV Jh.) abgebaut. Der Eisenerzabbau erfolgte durch die Öffnung langer Tagbauschlitze wenn die Erzgänge an der Oberfläche ausbissen, oder mittels einer grossen Anzahl von Gräben, absteigenden Galerien und Gruben, wo die Gänge durch Bergschutt begraben waren. Die Ausschachtungen, deren Eingänge durch horizontale Felsplatten geschützt wurden, werden auf ihrer ganzen Länge von Abraumhalden begleitet, zudem finden sich Ruinen von Hütten aus Trockenmauern, Terrassen zur Mineralaufbereitung und durch Mauern abgeschlossene Schutzunterstände unter Felsblöcken. Die Datierung stützt sich auf schriftliche Quellen (1264-1515) und auf Mobiliar, das nahe der Ausschachtungen gefunden wurde (XII-XIV Jh.). Holzkohle einer Rotbuche aus dem Bereich einer Schmiede hat ein ¹⁴C Alter von GrA-56663, 970±30 uncal BP = 1016-1155 cal AD für den Beginn der Ausbeutung geliefert. Angereichertes Erz wurde in den Hochöfen und Schmieden von Forno di Lemie weiterverarbeitet. Die Halbprodukte waren für Baustellen in Turin und für die Eisenhütten im unteren Susatal bestimmt, welche einen internationalen Markt bis in den Südosten von Frankreich belieferten.

Abstract

The Punta Corna mining complex (Turin, Italy), situated near the French border, extends over 10 km² at an altitude ranging from 2250 to 2900 m. Extraction activities involved a system of post-metamorphic hydrothermal veins almost completely included within the metabasites of the Piemonte Zone. In the western sectors, the veins are rich in siderite, while in the east significant concentrations of Co-Fe-Ni arsenides are found. Exploitation of cobalt-bearing veins began in mid-18th century, but iron ore was already mined in the middle ages (13th-15th century) with the opening of large open-air trenches where veins cropped out and of a lot of ditches, descending galleries and pits where veins were covered with debris. Over their entire length, the excavations, with entrances protected by horizontal slabs, are flanked with spoil banks, remnants of rough-stone buildings, terraces for treating minerals and rock shelters enclosed by walls. The dating is based on written sources (1264-1515) and on artefacts found near the excavations (12th-14th century); Beech wood charcoal from a forging area produced an initial mining ¹⁴C date of 970±30 uncal BP = 1016-1155 cal AD (GrA-56663). The enriched mineral was treated by the blast furnace and by the forges of Forno di Lemie: the semi-worked products were sent to building sites in Turin and to the metallurgy workshops of the lower Susa valley, which supplied an international market extending to southeast France.

Riassunto

Il complesso minerario di Punta Corna (Torino, Italia) si estende per 10 km², tra 2250 e 2900 m di quota, presso il confine francese. I lavori estrattivi hanno interessato un sistema di vene idrotermali post-metamorfiche quasi totalmente comprese nelle metabasiti della Zona Piemontese. Nei settori Ovest le vene sono ricche di siderite, mentre in quelli Est hanno consistenti concentrazioni di arseniuri di Co-Fe-Ni. Lo sfruttamento dei filoni cobaltiferi è iniziato alla metà del XVIII secolo, ma quello dei minerali ferriferi si è svolto già nel medioevo (XIII-XV secolo), con apertura di ampie trincee a cielo aperto dove i filoni affioravano e di una grande quantità di fosse, gallerie discendenti e pozzi dove essi erano ricoperti da detriti. Per il loro intero sviluppo, le escavazioni, con ingressi protetti da lastre orizzontali, sono accompagnate da discariche, ruderi di ricoveri in pietra a secco, terrazzi per il trattamento del minerale, ripari sotto roccia chiusi da muri. La datazione si basa sulle fonti scritte (1264-1515) e sui materiali mobili rinvenuti presso le escavazioni (XII-XIV secolo); un carbone di legna di Faggio da un'area di forgia ha restituito per l'inizio dello sfruttamento la data ¹⁴C GrA-56663, 970±30 uncal BP = 1016-1155 cal AD. Il minerale arricchito era trattato dall'alto forno e dalle fucine di Forno di Lemie: i semilavorati erano destinati ai cantieri edili di Torino e alle imprese siderurgiche della bassa valle di Susa, che alimentavano un mercato internazionale esteso alla Francia del Sud-Est.

1. Les gisements miniers d'Usseglio

Il y a trois zones minières à Usseglio: le secteur du Tumlet sur le versant droit (Sud) de la vallée, le secteur de Masoc-Boiri et le complexe de Punta Corna (Fig. 1-2-3) sur le versant gauche (Nord).

La première zone semble assez réduite, avec des excavations de recherche de chalcopryrite au XVIII^e siècle (ROSSI ET GATTIGLIA 2011, pp. 106-107, 130, 135). Cette zone n'est pas traitée ici.

La deuxième zone, découverte récemment dans les schistes lustrés de la partie inférieure des vallons du Masoc et de Servin (Fig. 2), et qui ne sera pas non plus abordée dans cet article, comprend deux types différents de minéralisation, qui comportent des différences significatives par rapport au complexe voisin de Punta Corna. Les données préliminaires montrent qu'au Masoc, le long d'une faille, une minéralisation liée à la circulation de fluides chauds a probablement été exploitée pour l'argent du XVI^e au XVIII^e siècle. La minéralisation de Boiri consiste par contre en une concentration de couches minces de sulfures massifs de fer, de cuivre et de zinc (pyrite, chalcoppyrite et sphalérite avec subordonnées bornite et pyrrhotite), parallèles à la schistosité des schistes lustrés; elle dérive de processus exhalatifs sédimentaires sous-marins et a été exploitée pour le cuivre à une époque encore non précisée (ROSSETTI ET AL. 2013).

La troisième zone consiste en un champ filonien hydrothermal, où l'extraction de plusieurs minerais de fer, de cobalt, d'argent et de cuivre s'est effectuée sur une longue période (XIII^e-XV^e et XVIII^e-XX^e siècles), à ciel ouvert ou sous terre. Les phases médiévales sont examinées en détail dans les pages qui suivent.



Fig. 1. Punta Corna et son marché d'après les sources écrites.



Fig.2. Orographie et hydrographie

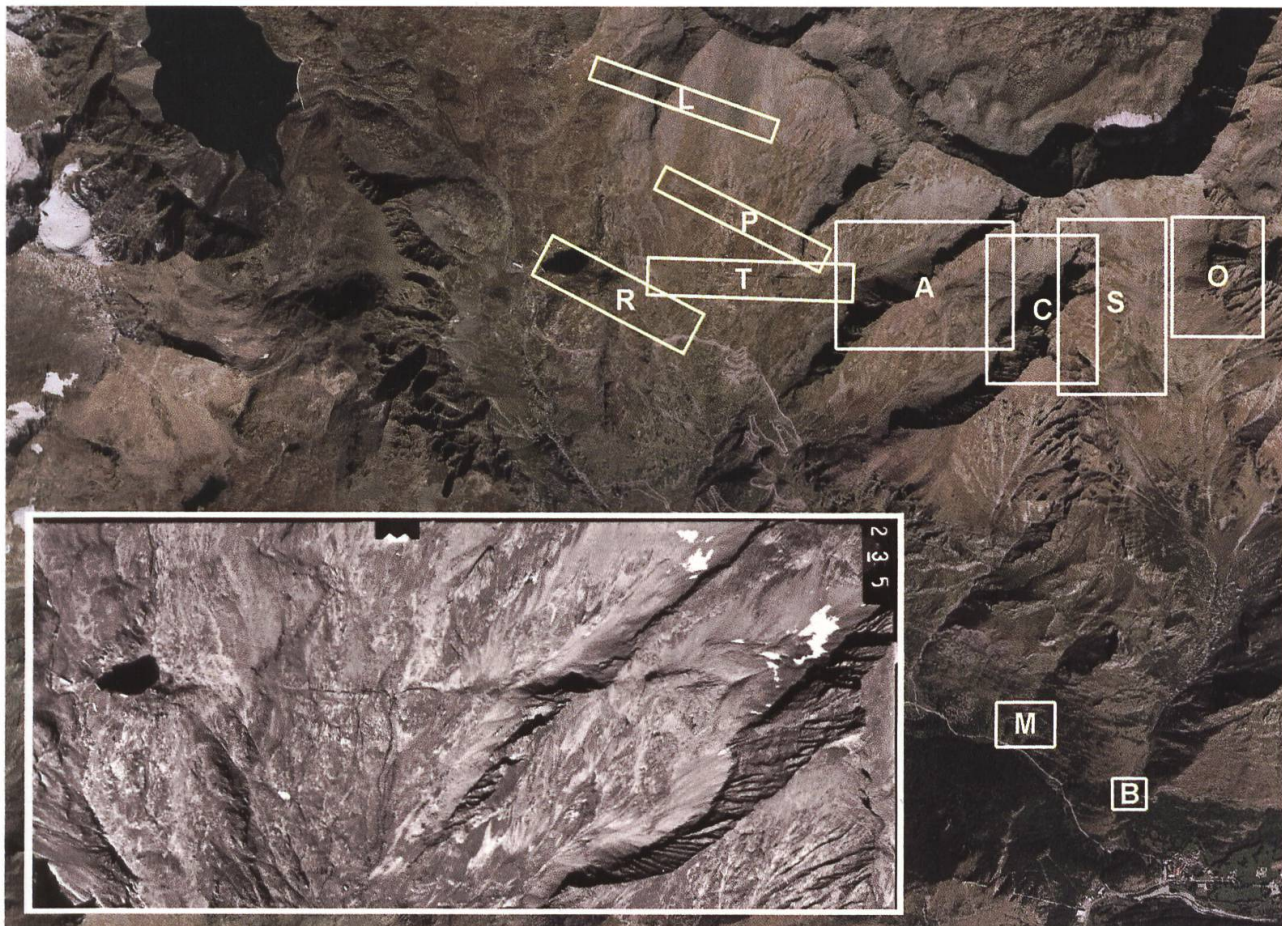


Fig.3. Vues aériennes nadirales avec délimitation des secteurs (Servizio Cartografico della Provincia di Torino, autorisation n. 29726 du 8 février 2002). A = Aoutour-Sant'Andrea; B = Boiri; C = Corna; L = Lucellina; M = Masoc; O = Ovarda; P = Piani; R = Terre Rosse; S = Servin; T = Taglio del Ferro (détail dans l'encadré en bas).

2. Le complexe minier de Punta Corna

2.1. La géomorphologie

Le complexe de Punta Corna s'étend sur une zone d'environ 10 km², correspondant à la partie haute des vallons d'Arnas et de Servin. Il s'agit d'un territoire de haute montagne à l'extrémité Ouest des vallées de Lanzo, proche de la frontière française, limité par le lac de la Rossa à l'Ouest (en haut à gauche sur Fig. 2), le massif de l'Ovarda à l'Est et la ligne de partage des eaux avec le val d'Ala au Nord. Les altitudes sont comprises entre 2000 et 3100 m, avec une exposition principale au Sud-Ouest (ISTITUTO GEOGRAFICO CENTRALE 1998). Le sommet le plus haut est le mont Servin (3108 m).

Cette zone comprend huit bassins hydrographiques secondaires (CAPELLO 1980) nommés comme suit („Fig. 2. Orographie et hydrographie“ auf Seite 6): à l'arrière-plan le Monte Rosa):

- de Bellacomba (de Bessanetto dans la cartographie officielle);
- du Lozon (Mangioire dans la cartographie officielle);
- du Ferro;
- d'Aoutour (non indiqué dans la cartographie officielle);
- du Veil;
- de Saoutaroulent (non indiqué dans la cartographie officielle);
- du Masoc (non indiqué dans la cartographie officielle);
- de Servin.

Les formes d'érosion et d'accumulation observables dans cette zone témoignent sans nul doute de la présence dans le passé de processus morphogénétiques associés à l'action de la glace (CARTON ET PELFINI 1988). Des traces de modelé glaciaire sont facilement reconnaissables aux niveaux moyen et inférieur des bassins, où le substrat rocheux est intensément poli par l'action érosive de la glace.

Des dépôts d'origine glaciaire, composés de matériaux hétérogènes à la granulométrie variée, sont présents au niveau supérieur des bassins; quand ces dépôts n'ont pas la forme de moraines, leur distribution n'est pas toujours facile à définir, à cause des agents du modelé qui sont entrés en jeu depuis leur formation jusqu'à nos jours.

Le paysage actuel est typiquement alpin, avec des altitudes élevées et des phénomènes géomorphologiques spécifiques aux climats froids, où l'agent morphogénétique prédominant est la glace.

La partie haute des bassins est caractérisée par des parois raides, souvent sillonnées de nombreux ravins. À la base de ces parois on trouve des éboulis constitués de fragments rocheux dus à la désagrégation et à la force de gravité. Ces dépôts ont, de haut en bas, une distribution granulométrique régulière, avec les éléments les plus petits dans la partie haute du dépôt et les plus volumineux dans la partie basse.

De grands secteurs de versant présentent des phénomènes de gélifluxion: on remarque alors des ondulations du sol, des coulées de terre et de pierres, qui témoignent d'une fluidification du matériau vers l'aval. Dans les secteurs couverts de végétation, la gélifluxion est mise en évidence par la déchirure du tapis herbeux.

Les cours d'eau drainant les bassins coulent le long des discontinuités du substrat rocheux, souvent profondes d'une dizaine de mètres; ils s'adaptent, en fait, à la structure du territoire. Près des confluents, ces cours d'eau forment de petites accumulations de débris d'origine mixte (gravité, eau et avalanches); ces accumulations de débris sont composées de matériaux transportés le long des torrents et qui se sont déposés en éventail à cause des déplacements fréquents des lits.

Dans tout le secteur, les témoignages des activités minières réalisées à partir du moyen âge sont bien conservés. Grâce à leur position surélevée, les zones concernées par ces activités n'ont presque pas été affectées par les apports de matériaux colluviaux ou alluviaux; les formes artificielles, tant en négatif (tranchées, galeries descendantes) qu'en positif (haldes, constructions), n'ont donc pas été oblitérées, à l'exception d'une petite partie, et sont toujours perceptibles actuellement, pratiquement comme à l'époque de l'exploitation minière.

2.2. Les minéralisations

Les gisements s'étagent de 2250 à 2900 m d'altitude, avec une forte continuité et une grande extension en longueur et en hauteur; au-delà de la ligne des crêtes, ils se prolongent dans la commune de Balme (haut val d'Ala). Leur distribution sur plusieurs centaines de mètres de dénivelé avait déjà été remarquée par les spécialistes des mines du XVIII^e siècle (ROSSI ET GATTIGLIA 2011, pp. 111-112).

Les minéralisations, déjà décrites autrefois (FENOGLIO 1928), ont fait l'objet de nouvelles études de géologie structurale et métallogénique (GIORZA ET AL. 2007; CASTELLI ET AL. 2011). Elles sont liées à un système de veines hydrothermales post-métamorphiques ayant une direction moyenne Est-Ouest et sont comprises presque totalement dans les metabasites de la Zone Piémontaise. Les veines se sont formées suite à la circulation de fluides chauds le long de structures extensionnelles produites par un événement de déformation cassante qui a affecté les roches après l'orogénèse alpine. Ces veines présentent de fortes similarités, en termes de structure et de composition, avec celles qui affleurent dans les vallées de Susa (Cruvino) et d'Orco (Cuccagna, Bellagarda); toutefois, elles diffèrent de ces dernières par le type de minéralisation métallique.

Le système hydrothermal présente des différences de composition importantes: dans les secteurs Ouest les veines sont très riches en sidérite (avec quartz, barytine et ankérite subordonnés), alors que dans les secteurs Est elles

ont des concentrations importantes d'arséniures de Co-Fe-Ni (skuttérudite, safflorite, rammelsbergite, löllingite, avec de faibles quantités de sulfures) et des concentrations isolées de tétrahédrite argentifère.

Plus de 60 minéraux ont été identifiés (VACCIO ET AL. 2011). Les minerais qui ont été effectivement exploités sont les suivants (Tab. 1, Fig. 4):

- sidérite, surtout là où elle s’était altérée en donnant lieu à des hydroxydes («produits limonitiques»);
- skuttérudite, souvent enveloppée par de la rammelsbergite et de la safflorite;
- sulfures mixtes de cuivre et d’argent du groupe de la tétrahédrite, sous forme de concentrations localisées par endroits dans les veines ferrières et cobaltifères.

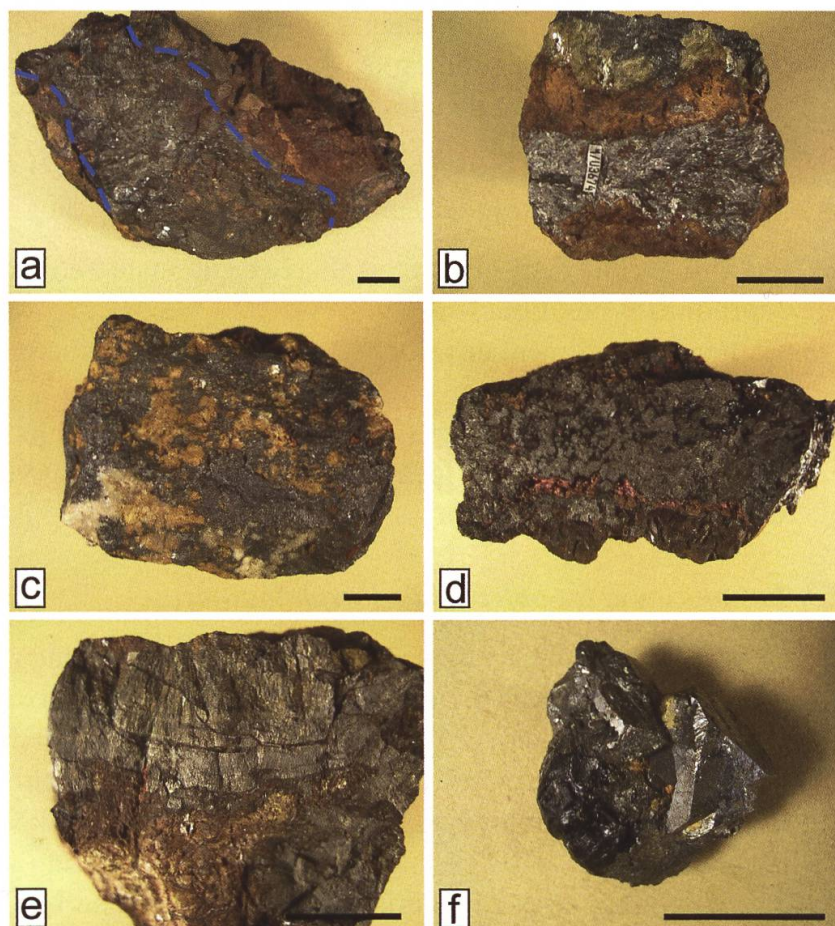
2.3. Les phases et les objectifs de l’exploitation

L’exploitation s’articule en trois phases, appelées «archaïque», «moderne» et «contemporaine» selon la technologie adoptée et les métaux recherchés. La phase archaïque, caractérisée par l’abattage manuel, s’étend du moyen âge à l’âge protomodern, jusqu’à l’introduction de la poudre noire dans l’art des mines; ce progrès technologique, survenu en Europe au XVII^e siècle (VERGANI 2012), marque le passage à la phase moderne, qui dure jusqu’au XIX^e siècle; la phase contemporaine, caractérisée par l’emploi de perforateurs pneumatiques, comprend des travaux de reconnaissance peu étendus, effectués durant la première moitié du XX^e siècle.

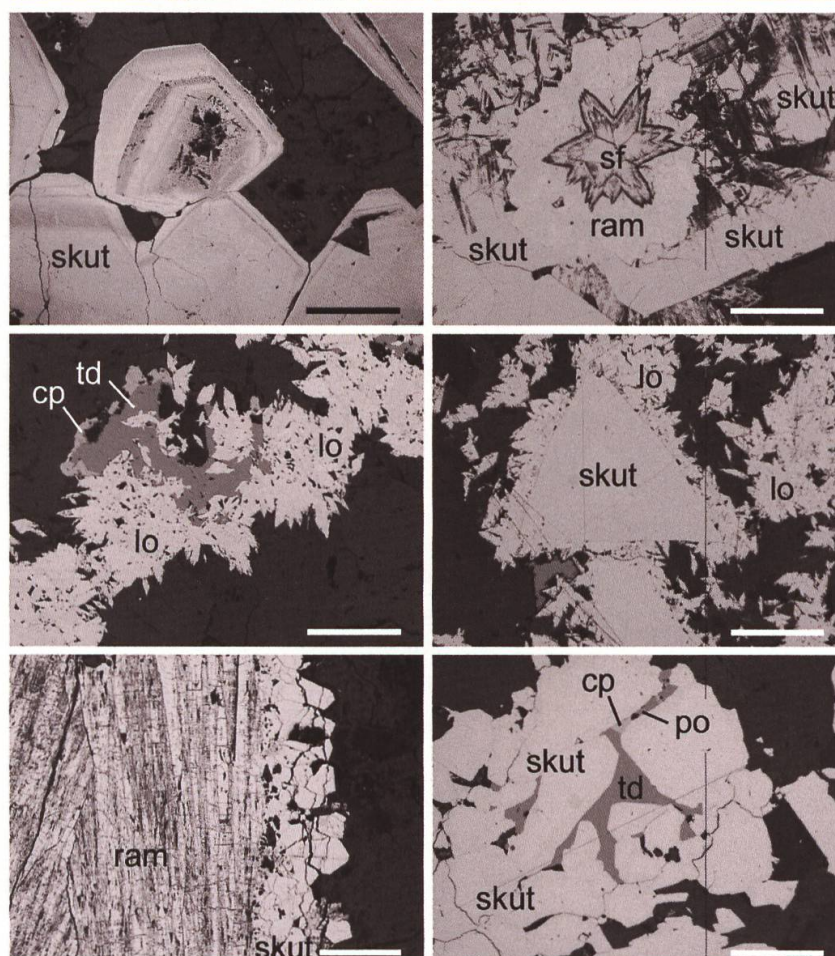
Groupes	Minéraux utiles	Formules chimiques
minéraux de fer	sidérite	FeCO ₃
	«produits limonitiques»	la limonite n’est pas un minéral, mais un mélange de minéraux composé de plusieurs oxydes et hydroxydes de fer: goethite FeO(OH), avec des proportions variables de maghémite Fe _{2,67} O ₄ , hématite Fe ₂ O ₃ , lépidocrocite Fe ³⁺ O(OH)
arséniures de Co-Fe-Ni	skuttérudite	CoAs _{3-x}
	safflorite	CoAs ₂
	löllingite	FeAs ₂
	rammelsbergite	NiAs ₂
sulfures mixtes	tétrahédrite	Cu ₁₂ (As,Sb) ₄ S ₁₃ (Ag peut remplacer une partie de Cu et donner lieu à tétrahédrite argentifère)
	chalcopyrite	CuFeS ₂

Tab. 1. Minéraux recherchés et exploités dans les mines d’Usseglio (formules chimiques théoriques d’après NICKEL ET NICHOLS 2009). Tous les arséniures sont inclus dans les minéraux utiles pour le cobalt, parce que la löllingite et la rammelsbergite contiennent elles aussi du cobalt en solution solide (Rossetti, données inédites).

Fig. 4. Échantillons de minerais de la collection du Museo Regionale di Scienze Naturali (Turin). a = skuttérudite en veine de sidérite; b = arseniures de Co-Fe-Ni, sidérite altérée, ankérite; c = tétrahédrite, sidérite, quartz; d = arseniures de Co-Fe-Ni, goethite, érythrite; e = rammelsbergite, sidérite; f = skuttérudite, goethite (échelles: a-b-c-d-e = 2 cm f = 1 cm).



Photomicrographies en lumière réfléchie: cp = chalcopirite; lo = löllingite; po = pyrrhotite; ram = rammelsbergite; sf = safflorite; skut = skuttérudite; td = tétrahédrite; gris foncé = sidérite, quartz (échelles: a = 0.5 mm b-d-f = 0.1 mm c-e = 0.2 mm).



La recherche de fer, d'argent et de cuivre débute à la phase archaïque. Le premier texte mentionnant les mines «de tous les métaux» d'Usseglio date de 1316, mais en 1264 déjà, les «hommes» de Lemie (12 km en aval de Punta Corna) fournissent au comte de Savoie, «suivant l'ancien usage», des fers à cheval munis de clous: le minerai à l'origine de cette production provient certainement de Punta Corna, seule mine ferrifère existante en amont, dont les entrepreneurs sidérurgiques du village de Forno di Lemie sont concessionnaires aux siècles suivants (Tab. 2, Fig. 5). Dès 1333, on enregistre les premiers résultats positifs de la mine d'argent située sur les montagnes d'Usseglio, au lieu-dit *Moacolio/Acorio* (= Corna?); la première référence précise aux gisements ferrifères du vallon d'Arnas (*in monte Arnaxij*) remonte à 1402. Après 1515, les textes ne semblent plus faire état de mines ferrifères à Usseglio, ni d'entreprises sidérurgiques à Forno di Lemie: en 1630, il faudra aller chercher les clous à Avigliana, dans la basse vallée de Suse! (ROSSI ET GATTIGLIA 2011, pp. 53-100; 2013, pp. 188-190).

L'identification des minerais de cobalt s'effectue par contre à la phase moderne, peu avant 1753, deux décennies seulement après la découverte en laboratoire de l'élément chimique (1735: CAVALLINI 2005, p. 27, tab. 1.3): leur exploitation suscitera un intérêt renouvelé tant pour l'argent que pour le cuivre, mais pas pour le fer (ROSSI ET GATTIGLIA 2011, pp. 101-160; GOMEZ SERITO 2013).

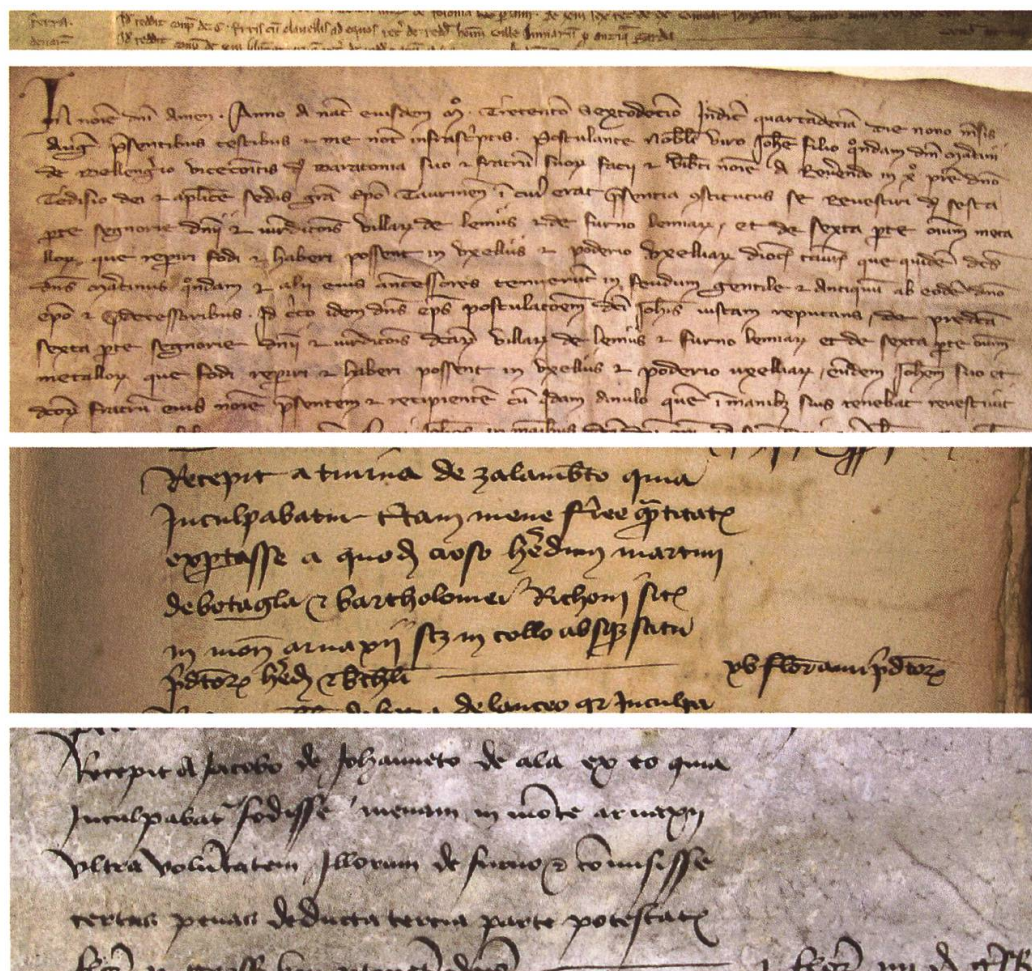


Fig. 5. Quelques textes historiques sur les activités minières et sidérurgiques à Usseglio, Lemie et Forno di Lemie au moyen âge (de haut en bas, ans 1264, 1316, 1402, 1438; autorisations: Archivio Arcivescovile di Torino, 30 juillet 2014; Archivio di Stato di Torino, 5 août 2014).

Ans	Localités	Activités minières et sidérurgiques	Sources
1264-1275	Lemie	<i>computum de centum ferris cum clauellis ad equos receptis de redditis hominum ville Limiarum pro antiqua garda</i>	CC, Art. 65, § 1, Mazzo 1, rotoli 1-5
1272	Forno di Lemie	<i>Barisellus de Furno Lemiarum habitator Furni de Ferreriis testis</i>	CV, Art. 706, § 16, Mazzo 1, 1, f. 67r
1308-1318	Forno di Lemie	<i>ab hominibus de Furno Limiarum pro centum ferris equorum et clauellis pro garda antiqua</i>	CC, Art. 2, § 1, Mazzo 2, rotolo 9
1316	Usseglio	<i>sexta parte omnium metallorum que reperiri, fodi et haberi possent in Uxelliis et poderio Uxelliarum</i>	AATO, Carte antiche, 5.7.11
1318	Forno di Lemie	<i>Arditioni ferrario qui ivit ad Furnum Lemiarum causa faciendi et dictandi dictum ferrum et stetit per .VIII. dies</i>	ASCP, Archivio antico, Categoria 49, fasc. 3, n. 1
1333, 1335, 1337-1338, 1341-1343	Usseglio	<i>mina argenterie in monte de Uxello loco ubi dicitur in Moacolio/Acorio/Aquorio/Acoglo</i>	CC, Art. 41, § 1, Mazzi 2-3, rotoli 9-13
1343	Forno di Lemie	<i>Guillelmo de Crexio de Furno Lemiarum pro firma furni Lemiarum et molendini dicti Furni et cuiusdam pecie prati ibidem contigue ac ponderis ferri extracti de dicto furno</i>	CC, Art. 41, § 1, Mazzo 3, rotolo 14
1351	Forno di Lemie	<i>Furno Lemiarum... rugia sive bealeria a filamentorum a fosina inferiori usque ad paratam superiorem Nante... aliqua persona non possit nec debeat incipere de novo crosium vene, cuiuscumque condicionis sit, prope alium crosium qui sit ad venam... magister furnelli sive furni possit ire per terram post sonum campane cum duobus sociis ad bibendum ad tabernam sine banno</i>	ASTOI, Paesi, Torino, Mazzo 16, fasc. 7
1351	Lanzo et son territoire	<i>nemo debeat vel possit tenere in Lanceo vel poderio ipsius ultra quatuor fusinas de acelio... fornenschus qui habeat ferrum crudum... teneatur ipsum ferrum portare Lanceum</i>	ASTOI, Paesi, Torino, Mazzo 16, fasc. 7
1400-1403	Forno di Lemie	<i>heredes Vuillelmi de Creyssieu de Furno Lemiarum... pro firma furnj et molendinj dominj de Furno Lemiarum et cuiusdam petie prati ibidem contigue et ponderis ferri extracti de dicto furno</i>	CC, Art. 41, § 1, Mazzo 15, rotoli 49-50
1402	Usseglio	<i>Turina de Zalamberto... inculpabatur certam mene ferree quantitatem exportasse a quodam croso heredum Martinj de Botaglia et Bartholomei Richonj sitam in monte Arnaxij</i>	CC, Art. 41, § 1, Mazzo 49, parte 1, n. 123
1402	Forno di Lemie	<i>a Georgio de Albertino de Furno Lemiarum, a Francisco Luciani, Anthonio de Crexo, Perrino Grossi et Iohanne Morodi alias Ferrerii omnes de dicto loco pro quadam promissione per eos facta Iohanni Chabodi burgensi Avillianie de solvendo certam florenorum quantitatem et ferrum cindi per instrumentum manu Muxini Polastri receptum et cetera quam promissionem non observaverunt</i>	CC, Art. 2, § 1, Mazzo 11, fasc. 65
1435-1436	Forno di Lemie	<i>Iacobo Brianzoni de Furno Lemiarum habitatore Furni Lemiarum... pro firma furnj et molendinj de Furno Lemiarum et cuiusdam petie prati ibidem contigue et ponderis ferri extracti de dicto furno</i>	CC, Art. 76, § 1, Mazzo 1
1438	Usseglio	<i>Iacobo de Iohanneto de Ala ex eo quia inculpabatur fodisse menam in monte Arnaxii ultra voluntatem illorum de Furno</i>	CC, Art. 76, § 1, Mazzo 4
1515	Usseglio	<i>Michaelis et Iacobini... fratrum de loco Lemiarum Vallis Lancei... licentiam, auctoritatem et facultatem plenarias, in montibus de Mazoch, Salvini, de la Turre et Argenterie nuncupatis, perquirendi et fodendi et affinandi menas et mineralia auri, argenti, cupri, plombi, stagni, calibis et aliorum quorumque metallorum</i>	ASTOI, Materie economiche, Miniere, Mazzo 1, n. 9

Tab. 2. Sources médiévales sur les mines d'Usseglio et sur la production sidérurgique à Lemie et Forno di Lemie. Abréviations: AATO = Archivio Arcivescovile di Torino; ASCP = Archivio Storico della Città di Pinerolo; ASTOI = Archivio di Stato di Torino, Sezione I; CC/CV = Archivio di Stato di Torino, Sezioni Riunite, Camera dei Conti, Piemonte: CC = Conti delle Castellanerie; CV = Vescovati.

3. L'exploitation archaïque: une vue d'ensemble

Le complexe de Punta Corna a été subdivisé pour l'étude en huit secteurs (Fig. 2), nommés comme suit du Nord-Ouest au Sud-Est: Lucellina (L), Piani (P), Terre Rosse (R), Taglio del Ferro (T), Aoutour-Sant'Andrea (A), Corna (C), Servin (S), Ovarda (O). Les secteurs du Masoc (M) et de Boiri (B) sont en dehors du complexe, mais assez proches. Dans chaque secteur, on a en plus numéroté les filons (R1, R2, A1, A2, A3...) et les sous-secteurs topographiques qui se succèdent le long de chaque filon (L1-1, L1-2, L1-3...). Un numéro individuel a enfin été attribué à chacune des structures identifiées (L1-503, T1-420...).

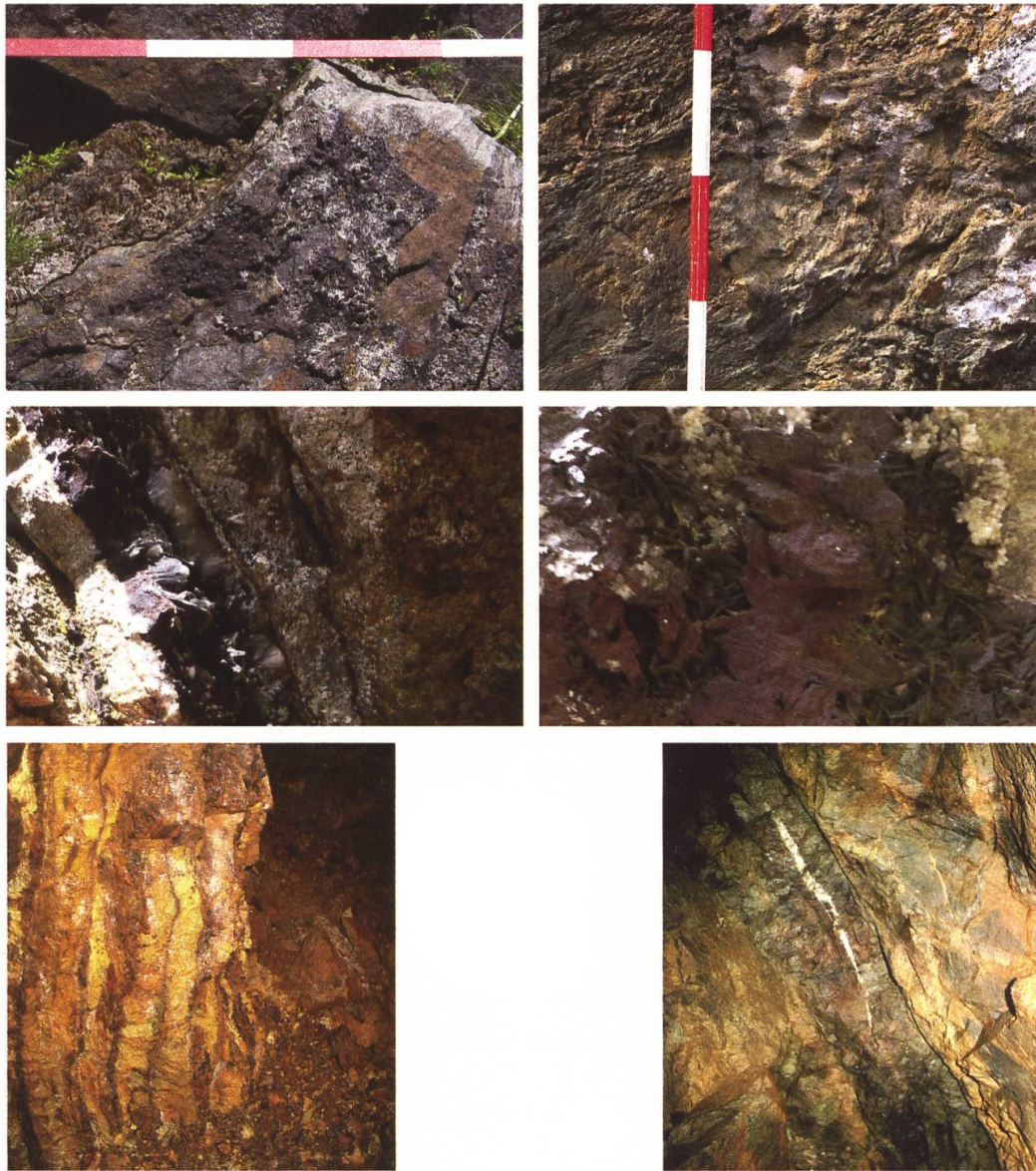
Jusqu'à présent, les témoignages matériels de l'exploitation archaïque n'ont été identifiés avec certitude que dans les secteurs L, P, R et T, c'est-à-dire dans la moitié Ouest du champ filonien, entre 2250 et 2800 m d'altitude. Ils consistent en un faisceau de tranchées à ciel ouvert, associées à des fosses, galeries descendantes, puits, soutirages, gros blocs sous-creusés, haldes, ruines de cabanes en pierre sèche semi-enfouies, terrasses de traitement du minerai, murs et dallages pour fermer les abris sous roche et protéger les entrées souterraines.

L'ensemble s'étend en longueur sur au moins 2 km, avec une largeur atteignant les 1000 m dans la partie la plus vaste. Les tranchées les plus importantes, dont T1, dénommée «Taglio del Ferro» depuis le XIX^e siècle (FRANCESETTI 1823, pp. 128-129, 142; *taglio* = coupure), siège des travaux extractifs de plus vaste envergure, sont aisément visibles soit au sol, soit sur les photos aériennes (Fig. 2) et sur les cartes à grande échelle: dans leur état actuel, elles atteignent plus de 7 m de large et 8 m de profondeur. D'autres, plus petites, sont établies sur des affleurements à longueur limitée.

L'exploitation archaïque coïncide avec la plus large concentration, dans les veines, de sidérite non associée à d'autres minéralisations métalliques (cobaltifères, nickélifères...) et avec la présence, jadis, d'un «chapeau de fer» altéré, qui s'était formé sur les versants en faible pente, en donnant lieu aux «produits limonitiques», parmi lesquels la goethite. Les hydroxydes de fer sont unanimement considérés comme de bons minerais, d'un traitement ordinaire et relativement simple (DOSWALD ET AL. 1997, pp. 8-10, 13-16, 71-72), et les mineurs archaïques ont largement profité de leurs caractéristiques. Sur les raides versants des secteurs orientaux du complexe, où le «chapeau de fer» est absent et où les filons sont moins puissants, avec une minéralisation plus hétérogène, on ne trouve que des traces éparses d'extraction archaïque, qui ne semblent d'ailleurs pas concerner le fer.

Le minerai utile a été extrait presque complètement (tout au moins là où les parements sont encore à vue) et la minéralisation n'est donc observable que dans quelques endroits (Fig. 6). Elle se manifestait par des filonnets de quelques centimètres de large, par des filons bien individualisés de quelques décimètres de puissance et par des veines complexes atteignant quelques

Fig. 6. Salbandes et minerais en place:
tranchées L1-401,
T1-201 (haut),
P1-301 (centre),
travers-banc T1-
302, chambre d'
abattage A3-201
(bas).



mètres d'épaisseur, formées par l'intercalation de plusieurs filonnets décimétriques et de panneaux de roche stérile. Le remplissage filonien consiste donc en une succession de bandes minéralisées parallèles quasi verticales, séparées par des cloisons de roche encaissante, à l'intérieur d'une caisse filonienne bien délimitée par les salbandes; cette conformation a dû favoriser l'extraction, en permettant de prédéterminer les masses rocheuses à abattre. Dans le travers-banc T1-302, percé au XIX^e siècle (millésime 1821) dans le but de reconnaître le filon du Taglio del Ferro à partir d'en bas, une dizaine de bandes de ce type s'alternent.

Lorsque il n'y a aujourd'hui plus aucune trace de minerai, sa présence originale est trahie par la couleur jaune-brune-rougeâtre des parois de la caisse filonienne, sur une épaisseur de quelques centimètres à quelques décimètres.

Les parements des tranchées (Fig. 7) ne présentent pas de trous cylindriques caractérisant l'utilisation de la poudre noire, qui débute au XVII^e siècle. Les rares sillons et martelages visibles sur quelques surfaces indiquent l'emploi



Fig. 7. Tranchées T1-201, T1-301 (haut), T1-410, R1-201 (centre), L1-101, P1-301 (bas).

d'outils manuels, dont on a retrouvé près des excavations quelques exemplaires en acier, usés ou cassés, datables des XII^e-XIV^e siècles (Fig. 8: Rossi ET GATTIGLIA 2011, pp. 203-224).

La dureté de la roche a dû limiter l'ampleur de l'abattage: on remarque presque partout l'absence d'excavations dans la roche stérile; les quelques encoches semblent liées à la nécessité d'aménager des trous pour des poteaux de planchers en bois, destinés peut-être à permettre la circulation, le soulèvement de matériel lourd ou la protection contre les précipitations. Les mineurs ont attaqué presque exclusivement le filon minéralisé, oxydé et relativement tendre, et ont épargné les parois de la caisse filonienne.

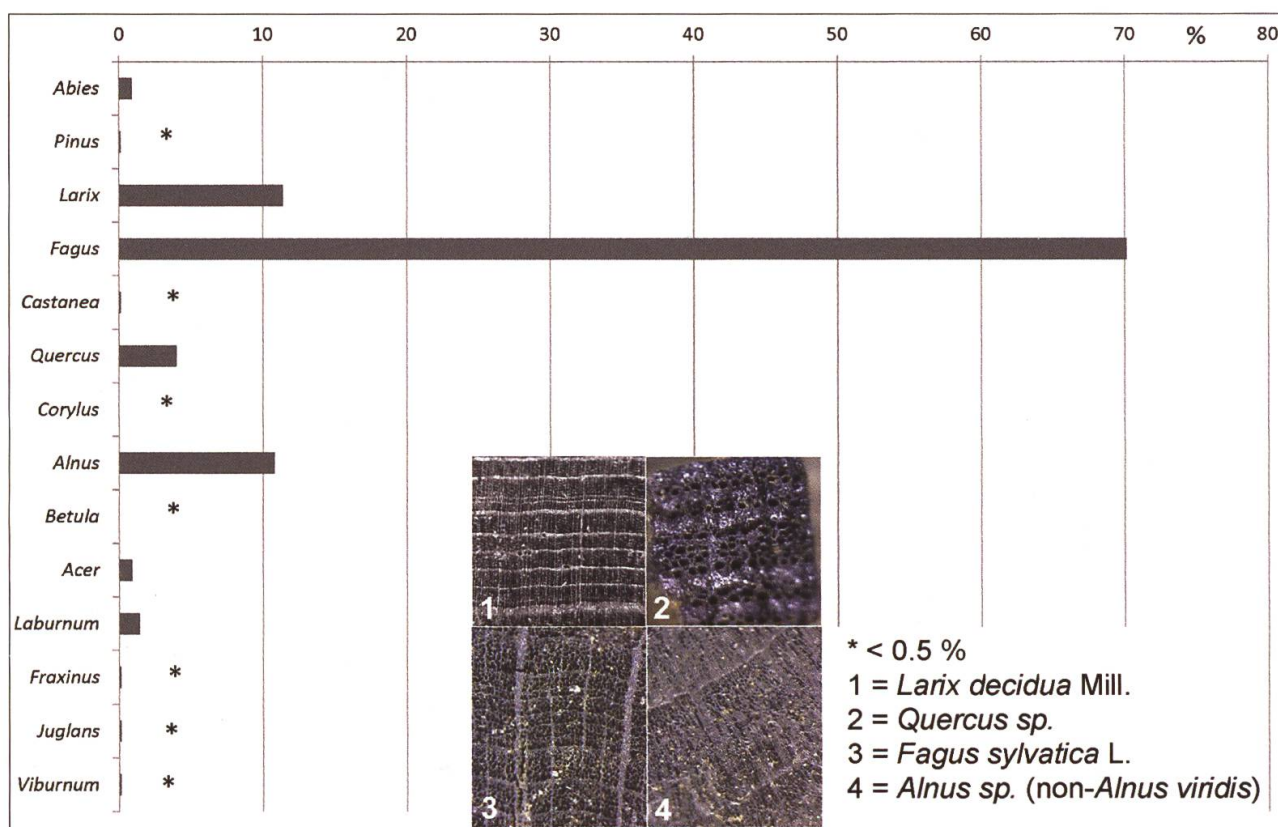
La rareté des charbons de bois dans les excavations indique que l'abattage au feu, souvent pratiqué sur les roches résistantes lors des époques technologiquement archaïques (ANCEL ET PY 2008; ANCEL ET AL. 2013, pp. 29-33), n'a jamais été employé dans ce complexe: la haute altitude, avec l'absence quasi totale de couverture d'arbres, rendait impossible un approvisionnement

Fig. 8. Scories de forge, outils en acier, récipients en céramique et en chloritoschiste associés aux excavations minières.



important en charbon de bois. Les eaux de surface, d'ailleurs, étaient réduites par la sécheresse estivale et les traces de canalisation retrouvées (sous-secteurs L1-4, T1-1, T1-4) sont probablement liées au lavage du minerai.

Dans les environs immédiats des excavations, des concentrations de scories de forge fayalitiques (Fig. 8, déterminées par Vincent Serneels à l'Université de Fribourg; cf. ANDERSON ET AL. 2003, pp. 147-166) et de charbons de bois marquent la présence d'installations vouées à l'entretien des outils miniers, placées à la sortie des tranchées et des galeries, comme on le constate aussi à Brandes-en-Oisans (Isère), à Pampailly (Rhône) et ailleurs (BAILLY-MAÎTRE ET BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 16, 77-78; BENOIT 1997, pp. 55-57; BAILLY-MAÎTRE 2002, pp. 85-94).



L'une de ces structures (R1-203), à 2410 m d'altitude et à 40 m d'un filon exploité, a livré 2744 charbons de bois qui ont tous été analysés (Fig. 9 dessus; NISBET 2013). Un fragment de charbon de Hêtre a fourni la date ^{14}C GrA-56663, 970 ± 30 uncal BP = 1016-1155 cal AD à 2σ , confirmant, si l'on tient compte de l'*old wood effect*¹, la datation des matériaux archéologiques associés (poterie des XII^e-XIII^e siècles, coins et pelle en acier des XII^e-XIV^e siècles, pierre ollaire: Fig. 8).

Les charbons sont issus de troncs ou de branches de grandes dimensions, surtout de Hêtre (*Fagus sylvatica* L., 70%), dont l'aire d'approvisionnement se trouve

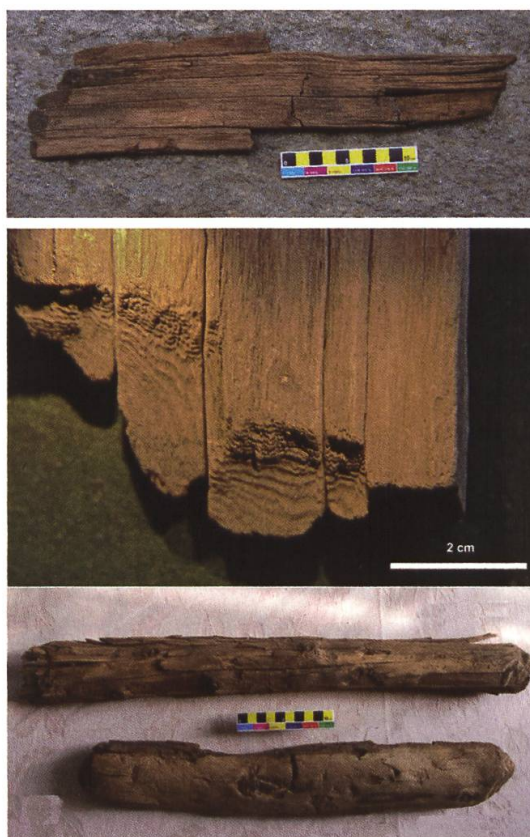


Fig. 9. dessus: Spectre anthracologique des charbons de forge R1-203

à gauche: Des fragments de planche et poutres en Mélèze de L1-501.

1. L'échantillon analysé provient d'une zone interne du duramen: il faut donc retarder la date du dépôt des décennies, pendant lesquelles l'arbre a continué à croître après la formation de la partie analysée, ainsi que des ans qui se sont écoulés entre la coupe, la carbonisation, le transport et la sédimentation définitive.

800-1000 m plus bas; il pourrait s'agir de charbon de bois d'importation, étant donné que l'on ne connaît pas de documents de concession des bois locaux pour l'époque en question. Les charbons d'Érable (*Acer* sp.), Chêne (*Quercus* sp.), Sapin (*Abies alba* Mill.) et Noisetier (*Corylus avellana* L.) sont eux aussi d'origine non strictement locale; les seules espèces locales sont le Mélèze (*Larix decidua* Mill., 11%) et l'Aulne vert (*Alnus viridis* DC., 11%).

La présence (très réduite, 0.1%) du Châtaigner (*Castanea sativa* Mill.), dont les principales étapes d'introduction dans les Alpes Occidentales italiennes sont encore à éclaircir, est d'un intérêt indubitable pour l'histoire ancienne du *taxon*. Des comptes font état de la récolte de châtaignes à Usseglio dans la première moitié du XIV^e siècle. Les recherches des vingt dernières années ont d'ailleurs révélé le potentiel des études sur la végétation ancienne en milieu minier dans les Alpes (Py 2006; 2010).

4. L'influence du milieu sur les tactiques d'exploitation

L'exploitation archaïque s'est développée de deux façons différentes, influencées par la topographie et la géomorphologie.

4.1. Sur les reliefs rocheux

Sur les dos moutonnés et dans les parois surplombant les éboulis, les veines quasi verticales affleuraient autrefois, ce qui a permis aux mineurs de vider la caisse filonienne sur toute sa largeur, depuis le sommet des parements jusqu'à la profondeur maximale que la technologie de l'époque permettait d'atteindre. La présence de fragments de minerai brut anguleux, non arrondi par colluvionnement, aux dimensions subdécimétriques, sur les marges supérieures des tranchées, indique que l'exploitation a débuté à partir d'en haut, quand les caisses filoniennes étaient presque entièrement remplies par la minéralisation: si l'exploitation, au contraire, avait débuté plus bas à l'intérieur de la caisse, on aurait profité de la déclivité des tranchées pour sortir le minerai, sans le jeter au-dessus du parement.

Aux niveaux supérieurs des structures filoniennes, on a ainsi extrait de grands volumes de tout-venant: les excavations ont pris l'aspect soit de larges tranchées en direction à ciel ouvert (Fig. 7), soit de chantiers d'abattage demi-souterrains ou protégés de dalles (Fig. 10), tous encombrés de détritiques grossiers et de blocs en disposition chaotique, correspondant aux panneaux de roche stérile que les mineurs ont contournés sans les remuer et aux matériaux rocheux tombés de la caisse filonienne (un site semblable a été signalé récemment à Dosso Alben, Malonno, Brescia: GHIRARDI 2013). Les parements sont stables et les salbandes largement préservées. Presque partout, le fond des tranchées est à présent inaccessible; quelques tranchées (sous-secteurs R1-2 et T1-3) semblent se poursuivre en profondeur sous forme de galeries en direction.

Les extrémités inférieures et les flancs des tranchées sont occupés par des halles étalées sur d'amples surfaces, aujourd'hui presque complètement engazonnées (Fig. 11). Dans quelques secteurs (T, A, C), on reconnaît les



Fig. 10. Chantiers d'abattage L1-301+302+303, P1-201 (haut), R2-101, R3-101 (bas).

halles d'époques différentes par la couleur des matériaux qui les composent, dénotant divers degrés d'altération, et par le fait que les halles modernes, à granulométrie plus grossière, se superposent aux halles archaïques, en les cachant en partie. Il n'est pas encore possible d'établir des distinctions chronologiques précises au sein des halles archaïques: même quand leurs bords se superposent les uns aux autres (R3-201 et R3-203), elles présentent le même état d'oxydation intense qui les assimile à une seule phase historique au sens large. Dans un seul cas (R3-204), une halde archaïque est recouverte en partie d'un cailloutis fin, indice probable d'une reprise de l'excavation manuelle.



Fig. 11. Haldes des tranchées R3-101 et R1-201 (haut); haldes en bourrelets aplatis des sous-secteurs R1-3 et T1-4 (bas).

L'interruption de l'exploitation pourrait être due à des causes à la fois technologiques et économiques, tel l'épuisement du «chapeau de fer», avec rencontre du minerai non altéré (sidérite), plus compact et massif que les hydroxydes superficiels, et donc plus difficile à attaquer avec un outillage manuel; le traitement thermique de la sidérite est d'ailleurs plus complexe que celui des hydroxydes, puisqu'il demande la calcination, c'est-à-dire un passage préalable à la réduction, consistant en la dissociation des carbonates (DOSWALD ET AL. 1997, p. 75). D'autre part, le front de taille visible dans le travers-banc du XIX^e-XX^e siècle (T1-302) indiquerait qu'en profondeur la minéralisation en sidérite s'amincit beaucoup, avec une gangue quartzeuse dominante (Fig. 6), ce qui a pu rendre l'exploitation infructueuse. Cette dernière hypothèse semble désormais à préférer, suite à l'identification toute récente de deux travers-bancs archaïques, tracés à la base des filons R3 et T1, peut-être vers la fin de l'exploitation, dans le but d'évaluer l'importance de la minéralisation restante.

4.2. Sur les couvertures détritiques

Au pied et au sommet des parois et des dos rocheux, aux endroits où le substrat est recouvert de détritiques grossiers d'origine glaciaire ou colluviale, les veines étaient enfouies. Pour les atteindre, les mineurs ont adopté une tactique différente: ils ont systématiquement ouvert sur la verticale ou sur les



Fig. 12. Soutirages R1-205 et R1-313.

flancs des filons une grande quantité de fosses, galeries descendantes et puits à section réduite (Fig. 11 en bas), par lesquels ils ont traversé la couverture détritique, sous les blocs majeurs, qu'ils ont utilisés comme toiture de protection des excavations. À certains endroits, il est possible de se faire une idée des dimensions des chantiers souterrains, à présent inaccessibles, grâce aux dépressions en entonnoir qui se sont formées par soutirage de la couverture détritique suite au probable affaissement du boisage (Fig. 12).

Aujourd'hui, les entrées des excavations, déjà étroites à l'origine, sont obstruées par les effondrements naturels ou, plus fréquemment, par les comblements volontaires; le colluvionnement a été généralement faible, insuffisant, en tout cas, pour ensevelir les structures. En dépit de la détérioration post-fonctionnelle, plusieurs d'entre elles sont encore assez bien conservées (Fig. 13), protégées par des murs latéraux en pierre sèche et par des couvertures de dalles horizontales, parfois dotées d'un petit escalier descendant en blocs de pierre. Il est généralement possible de suivre ces structures souterraines sur quelques mètres de long.

La couverture de dalles avait pour fonction d'empêcher l'accumulation de la neige dans les excavations pendant les saisons d'inactivité: on évitait ainsi de les retrouver obstruées par la glace à la reprise printanière des travaux (ce qui se produit régulièrement à l'endroit où les couvertures sont détériorées). Il est exclu que ces dalles aient servi de protection directe contre les intempéries afin de permettre l'extraction en hiver (possibilité envisagée par certains auteurs qui, évidemment, n'ont jamais passé une nuit, même en été, dans un abri à 2500 m d'altitude): les textes spécifient que les conditions climatiques locales, au XVI^e siècle comme au XVIII^e siècle, réduisaient la durée des travaux à quatre à six mois par an (ROSSI ET GATTIGLIA 2011, pp. 103, 116, 121; 2013, pp. 185, 198-200); on ne peut pas non plus invoquer le prétendu optimum climatique médiéval, sa portée ayant été récemment remise en question (MERCALLI ET AL. 2012). Une utilisation semblable de couvertures en dalles se retrouve à l'époque moderne, aussi bien à Punta Corna (A4-101, A2-201...) qu'au val Sessera (Biella), dans une zone moins élevée (1360 m) et très boisée (ROSSI ET AL. 2002, pp. 147-148, Fig. 6): il s'agit donc d'un expédient qui, loin d'être spécifique aux zones en haute altitude pauvres en bois, permettait aux mineurs piémontais de résoudre un problème technique qui se présentait en différentes conditions.

Fig. 13. Entrées de galeries descendantes et puits: R3-206, R3-103 (haut)
T1-405, T1-418 (centre)
T1-404, T1-406 (bas à gauche)
L1-502 (bas à droite).



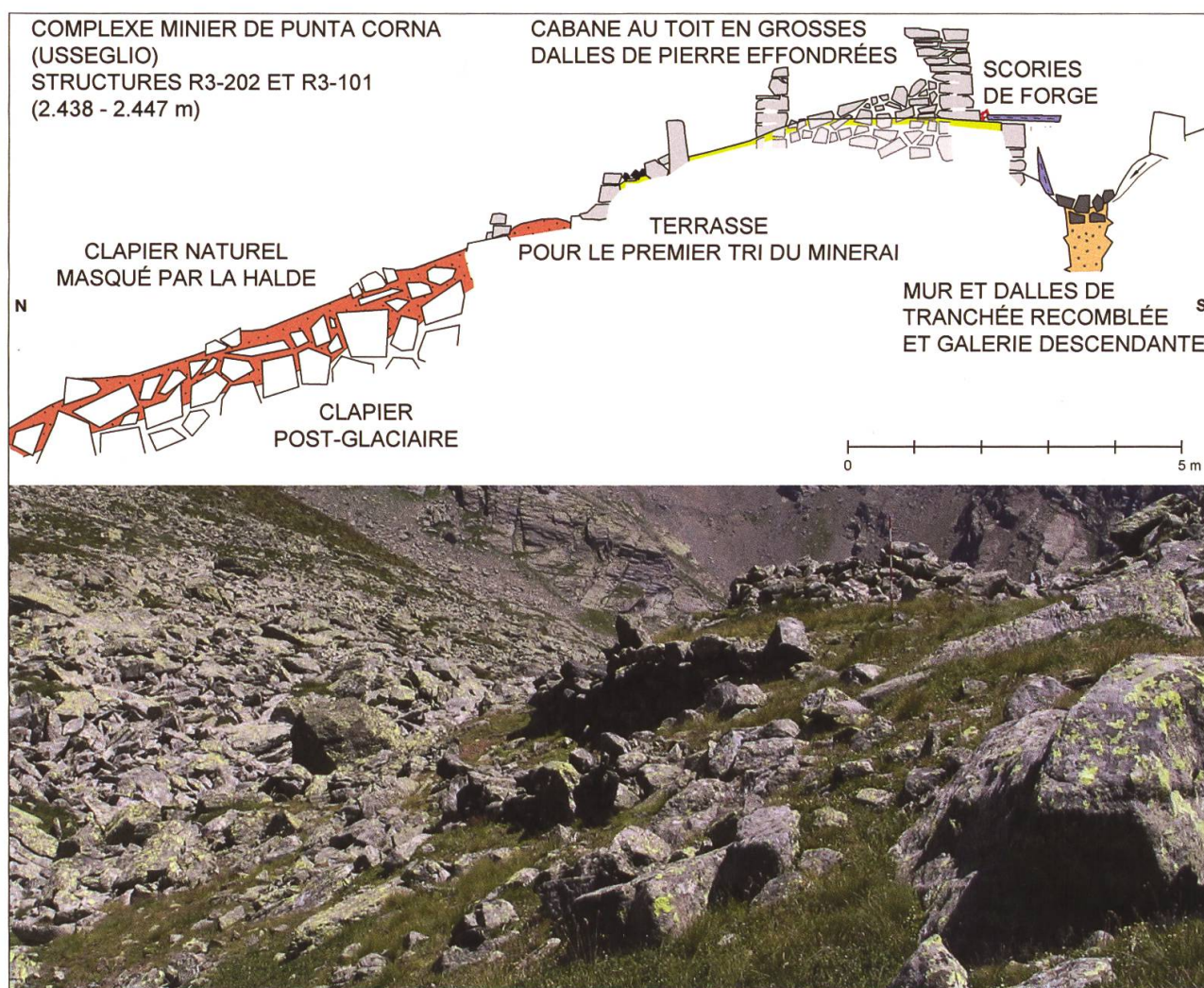
À côté de chaque entrée, une ou plusieurs haldes, en forme de bourrelets aplatis à plan elliptique, festonné ou semi-annulaire, confirment que le corps minéralisé a été effectivement rejoint (Fig. 11-12), ce qui n'est pas sans rappeler la situation enregistrée au Creux de la Menaz (Mijoux, Ain: MELO 1998, pp. 19-20). Près des entrées, la roche montre rarement des encoches artificielles peut-être relatives à des installations en bois pour le soulèvement ou le déplacement de matériel lourd.

Les excavations sont souvent en communication avec les ruines d'une cabane en pierre sèche (Fig. 14-15-16), subdivisée parfois en deux pièces séparées par un mur interne, avec des niches dans l'épaisseur des murs périmétraux. Les toitures, aujourd'hui en grande partie écroulées, étaient formées de larges



Fig. 14. Cabanes:
L1-502, L1-503
(haut)
R1-102, P1-108
(centre)
T1-419
(bas).

dalles forjetant du sommet des murs, superposées en escalier jusqu'à se rencontrer au-dessus du centre de la cabane. Les cabanes, parfois appuyées contre de gros blocs, étaient dès l'origine à demi-enfouies, avec leur toiture au niveau du plan de campagne afin de les protéger contre les avalanches; leur enfouissement a été accentué par l'accumulation de haldes autour d'elles. L'accès se faisait souvent par un couloir bas et étroit, recouvert de dalles, qui conduisait également à la galerie ou au puits: il était donc possible de passer de l'exploitation à l'habitation et vice versa sans sortir en plein air. La texture des murs ne montre pas de remaniements ou de reprises, ce qui suggère que ces édifices ont servi pendant une période relativement courte, sans être reconvertis, comme ailleurs, par les bergers qui ont fréquenté la zone après les mineurs: les caractéristiques architecturales que l'on observe aujourd'hui sont substantiellement celles d'origine, ce qui est un phénomène assez extraordinaire. Ces petites habitations temporaires, à la dimension quasi individuelle ou familiale (Fig. 17), s'échelonnent le long des filons: il n'y a aucun véritable village permanent du type bien connu à Brandes-en-



Une partie du sol était occupée par un niveau végétal très comprimé, mince et discontinu. Il ne s'agirait, après analyse, ni de feuilles, ni de mousses: l'hypothèse la plus vraisemblable est que ce niveau végétal était constitué de morceaux d'écorce de Conifères, que les anciens occupants pouvaient utiliser comme pavage ou pour isoler la couverture en dalles. Quelques fragments de coquille de noix sont le seul vestige alimentaire.

La présence, à côté du Mélèze d'origine locale, de charbons de bois provenant des hêtraies de moyenne vallée laisse supposer que l'activité minière, bien que localisée au-dessus de 2250 m, a produit des effets sensibles sur les forêts de basse et moyenne vallée.

Fig. 16. Coupe verticale schématique des structures R3-202 et R3-101 à comparer avec la photo au-dessous.



Fig. 17. Marques probables de familles ou entreprises concessionnaires gravées sur la roche (échelle 1:5).

Le déboisement pour la production minière a laissé des traces dans le diagramme pollinique du lac Falin (1691 m; CARAMIELLO ET AL. 1999), dans la vallée principale à 5 km des mines, avec des variations négatives dans les principaux *taxa* correspondant approximativement aux XIII^e-XV^e siècles (¹⁴C Rome-1034, 530±60 uncal BP = 1295-1454 cal AD à 2σ), en accord chronologique avec le développement de l'exploitation minière des hauts versants.

À peu de distance des excavations, des abris sous roche ont été réalisés en enlevant les pierres sous les blocs majeurs et en fermant, par des murs et des couvertures de dalles, les espaces ainsi créés (Fig. 18); l'une de ces structures (R1-304), mieux bâtie, à l'entrée basse et étroite, a dû servir de dépôt de minerai, dont des restes sont encore présents sur le sol à l'intérieur.

Quelques terrasses artificielles, enfin, procuraient les espaces plats nécessaires au premier traitement manuel du minerai (tri, concassage, lavage) et à son stockage provisoire, dans l'attente de son transport en aval.

Fig. 18. Abris sous roche murés:
R1-304, T1-102
(haut)
T1-414, T1-402
(bas).

5. Observations conclusives

Les différentes structures que l'on vient de décrire se suivent tous les dix mètres, presque sans interruption, le long de toutes les branches du faisceau



filonien. Elles sont le témoignage d'une exploitation intense, minutieuse, organisée et contrôlée socialement, dotée d'outils juridiques visant à bannir les interventions épisodiques et les individualismes (Tab. 2, Fig. 5; ROSSI ET GATTIGLIA 2011, pp. 87-94). Leur inventaire est loin d'être complet, même si l'on peut affirmer qu'il s'agit de quelques centaines d'exemplaires.

Pour se faire une idée de l'aspect des aires d'extraction et de l'organisation du travail dans les vallons autour de Punta Corna avant l'emploi de la poudre noire, on peut s'inspirer du polyptyque peint en 1522 par Hans Hesse pour l'autel des mineurs dans l'église Sainte-Anne à Annaberg-Buchholz (Saxe, Allemagne). Autres témoignages éloquentes: les deux enluminures attribuées à Pietro Guindaleri de Crémone, élève d'Andrea Mantegna, qui font partie d'un codex en parchemin de la *Naturalis historia* de Pline l'Ancien, daté de 1463-1506 et conservé à la Bibliothèque Nationale de Turin (PORTICELLI 2011).

On ne sait pas grand-chose sur l'enrichissement du minerai brut. Le minerai enrichi était transporté, au moins en partie, à Forno di Lemie, où un haut fourneau produisait de la fonte (scories de réduction indirecte, en cours d'étude par Vincent Serneels, retrouvées parmi les maisons actuelles du village, *ferrum crudum* mentionné par la *Charte d'affranchissement* des communes de Lanzo et Forno di Lemie de 1351); à Forno di Lemie, également, une ou quelques forges réalisaient des demi-produits en acier qui rejoignaient les chantiers de construction de Turin ainsi que les entreprises sidérurgiques de la basse vallée de Suse (Tab. 2). En 1318, un entrepreneur de Forno fournit à Philippe I^{er} de Piémont (1278-1334) 55% du matériel en acier utilisé cette année-là pour la restructuration du château de Turin (aujourd'hui *Palazzo Madama*; cf. LONGHI 2012). Du milieu du XIV^e au début du XVI^e siècle, les demi-produits de Forno alimentent les forges d'Avigliana et Giaveno, dont la production d'éléments d'armures et d'armes portatives est destinée à un marché international qui couvre le Sud-Est de la France (Avignon, Lyon, Genève), soutenu par des capitaux non seulement piémontais, mais aussi lombards (PATRIA 2013, pp. 120-125).

Le rôle de Forno di Lemie en tant que centre de production dans le secteur économique secondaire est confirmé par la concentration, dans son territoire et dans les villages voisins de Villa et Lemie, de l'extraction et du traitement du minerai de cuivre, des carrières et des ateliers de pierre ollaire. Quant à cette dernière, les analyses pétrographiques ont révélé la compatibilité, bien que non univoque, entre les fragments de récipients retrouvés dans le complexe de Punta Corna (Fig. 8) et une carrière en amont de Villa (CONZ ET AL. 2013).

Les aspects archéologiques des recherches vont être pris en charge directement par l'Université de Turin (Dipartimento di Studi Storici), en collaboration avec la Soprintendenza Archeologia del Piemonte.

Bibliographie et cartographie

- ANCEL B., PY V. 2008. L'abattage par le feu: une technique minière ancestrale. *Archéopages* 22: 34-41. Paris.
- ANCEL B., PY V., MARCONNET C., KAMMENTHALER E., FERAUD J., LENNE A., LELEU V., COWBURN I., CONSTANT A. 2013. La mine d'argent du Fournel. Des origines médiévales de L'Argentière-La Bessée à sa première industrie au XIX^e siècle. L'Argentière-La Bessée.
- ANDERSON T.J., AGUSTONI C., DUVAUCHELLE A., SERNEELS V., CASTELLA D. et al. 2003. Des artisans à la campagne. Carrière de meules, forge et voie gallo-romaines à Châbles (FR). Fribourg.
- BAILLY-MAÎTRE M.-C. 2002. L'argent. Du minerai au pouvoir dans la France médiévale. Paris.
- BAILLY-MAÎTRE M.-C., BRUNO DUPRAZ J. 1994. Brandes-en-Oisans. La mine d'argent des Dauphins (XII-XIV^e s.). Isère. Lyon.
- BENOIT P. 1997. La mine de Pampailly. XVe-XVIIIe siècles. Brussieu - Rhône. Lyon.
- CAPELLO C.F. 1980. Archivio storico topografico delle valanghe italiane, II: Provincia di Torino. Torino.
- CARAMIELLO R.A., SINISCALCO C., SAVANT ROS I., CALDERONI G. 1999. A late Holocene pollen record from the lake Falin peat-bog (Piedmont, Western Italian Alps). *Archivio Geobotanico* 5 (1-2): 29-35. Pavia.
- CARTON A., PELFINI M. 1988. Forme del paesaggio d'alta montagna. Bologna.
- CASTELLI D., GIORZA A., ROSSETTI P., PIANA F., CLERICO F. 2011. Le mineralizzazioni a siderite e arseniuri di cobalto-ferro-nichel del vallone di Arnàs (Usseglio, valli di Lanzo). Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 21-35. Usseglio - Torino.
- CAVALLINI M. 2005. Fortuitum & sordidum opus. Appunti di storia della metallurgia. Perugia.
- CONZ E., BERNINI D., REBAY G., RICCARDI M.P. 2013. La pietra ollare nelle valli di Lanzo: approccio metodologico non invasivo per lo studio di caratterizzazione. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 75-84. Usseglio - Torino.
- DOSWALD C., DUVAUCHELLE A., ESCHENLOHR L., FASNACHT W., SCHALTENBRAND OBRECHT V., SENN-LUDER M., SERNEELS V. 1997². Technique des fouilles. Minerai, scories, fer. Cours d'initiation à l'étude de la métallurgie du fer ancienne et à l'identification des déchets de cette industrie. Bâle. (1^{ère} éd.: 1991).
- FENOGLIO M. 1928. Sui giacimenti di cobalto dell'alta valle di Lanzo. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano LXVII: 182-192. Milano.
- FRANCESETTI L. 1823. Lettres sur les vallées de Lanzo. Torino.
- GHIRARDI G. [2013]. Dosso Alben - Presabrana (Malonno - Bs). Antico sito di escavazione mineraria. Nuovi ritrovamenti. *Ad Metalla Quaderni* 0 (2012): 44-50. Malonno.
- GIORZA A., CASTELLI D., PIANA F., ROSSETTI P. 2007. The siderite-Co-Ni-arsenide mesothermal system of Taglio del Ferro (Lanzo Valley, Italy): an integrated petrological and structural study of post-metamorphic hydrothermalism in the metaophiolites of Western Alps. Atti del VI Forum Italiano di Scienze della Terra, 10.1474/Epitome. 02.1418. Rimini.
- GOMEZ SERITO M. 2013. La Fabbrica dell'Azzurro a Usseglio: lettura stratigrafica dell'edificio. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 229-236. Usseglio - Torino.

- ISTITUTO GEOGRAFICO CENTRALE [1998]. Carta dei sentieri e dei rifugi 1:25.000, 103: Rocciamelone. Uja di Ciamarella. Le Levanne. Alte valli di Lanzo. Torino.
- LONGHI A. 2012. Contabilità e gestione del cantiere nel trecento sabauda. Il cantiere storico. Organizzazione mestieri tecniche costruttive, (éd.) M. Volpiano: 105-123. Torino.
- MELO A. 1998. Une entreprise sidérurgique à la fin du moyen âge. Les forges de Divonne et de Mijoux (Ain, France) entre 1350 et 1400. *Minaria Helvetica* 18a: 15-29. Bâle.
- MERCALLI L., CAT BERRO D., SERGI G., CANCIAN P., BERTOLOTTO S., CEREIA D., LOMBARDI P., LUDOVICI A.M., ZONATO A. 2012. Progetto «Archlim»: ricostruzione del clima medievale da fonti documentarie in area alpino-padana. *Nimbus* 65-66 (2010): 1-64. Bussoleno.
- NICKEL E.H., NICHOLS M.C. 2009. IMA/CNMNC List of Mineral Names. http://pubsites.uws.edu.au/ima-cnmnc/IMA2009-01_UPDATE_160309.pdf.
- NISBET R. 2013. I resti vegetali delle miniere di Usseglio (val di Viù, Torino). Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 61-73. Usseglio - Torino.
- PATRIA L. 2013. Locus ipse proutior et idoneor est ad artes et merchancias quam ad agriculturam: il distretto siderurgico di Avigliana tardomedievale. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 107-144. Usseglio - Torino.
- PORTICELLI F. 2011. Antiche miniere e lavorazione dei metalli nel Plinio di Torino. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 11-12. Usseglio - Torino.
- PY V. 2006. Mine charcoal deposits: methods and strategies. The medieval Fournel silver mines in the Hautes-Alpes (France). Charcoal analysis. New analytical tools and methods for archaeology, (éd.) A. Dufraisse: 35-46. Oxford.
- PY V. 2010. Techniques et usages du bois des mineurs à Faravellum aux XI^e-XIII^e siècles (Freissinières, Hautes-Alpes). Des hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la préhistoire à nos jours. XXX^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Juan-les-Pins 2009, (éd.) C. Delhon, I. Théry-Parisot, S. Thiébault: 293-321. Antibes.
- ROSSETTI P., CASTELLI D., GATTIGLIA A., ROSSI M. 2013. Nuovi ritrovamenti di mineralizzazioni e di lavori minerari nei valloni di Servin e del Masòc (Usseglio, valli di Lanzo): primi dati geologico-petrografici e microanalitici. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 215-228. Usseglio - Torino.
- ROSSI M., GATTIGLIA A. (éd.) 2011. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi. Usseglio - Torino.
- ROSSI M., GATTIGLIA A. (éd.) 2013. Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Seconda raccolta di studi. Usseglio - Torino.
- ROSSI M., GATTIGLIA A., ROSTAN P., CHERSICH S. 2002. Miniere e metallurgia in alta Valsessera (Biella). Studi e ricerche sull'alta Valsessera, 2: 137-196. Biella.
- VACCIO R.V., RE FIORENTIN B., BALAGNA DENA C. 2011. Osservazioni sui minerali del giacimento metallifero a cobalto-ferro-nichel di Punta Corna (Usseglio). Terre rosse, pietre verdi e blu cobalto. Miniere a Usseglio. Prima raccolta di studi, (éd.) M. Rossi, A. Gattiglia: 37-52. Usseglio - Torino.
- VERGANI R. 2012. L'uso della polvere da sparo nelle miniere lombarde d'età moderna (con un documento). *Notizie Archeologiche Bergomensi* 20: 265-270. Bergamo.

Les auteurs Maurizio Rossi et Anna Gattiglia

Maurizio Rossi et Anna Gattiglia sont deux archéologues professionnels, consacrés depuis 35 ans à la valorisation du patrimoine historique et préhistorique alpin. Turinois, élèves de Raymond Chevallier et de Tiziano Mannoni, ils ont fait des fouilles, des prospections et des inventaires diachroniques entre Piémont, Dauphiné, Lombardie et Ligurie, en réalisant environ 250 titres, entre livres, articles, recueils, expositions et produits numériques. Dans le domaine de l'archéologie minière et de la métallurgie préhistorique, ils ont à leur actif la première datation du bronze ancien de la mine de cuivre de Saint-Véran et l'identification de l'atelier de fondeur du bronze final de la Croupe de Casse Rousse (Hautes-Alpes). Quant aux âges historiques, ils ont dirigé les fouilles et les restaurations de deux établissements proto-industriels du XVIII^e siècle situés dans le haut val de Sesslera (Biella), devenus ensuite deux aires archéologiques ouvertes au public: Rondolere (haut fourneau, marteau-pilon hydraulique, affinerie, feux de chaufferie, trompes hydrauliques) et «Opificio in riva destra Sesslera», grande usine pour le traitement de la galène argentifère (concasseur hydraulique, laverie, fourneau d'essai du minerai enrichi, voies de roulage, canaux). Soucieux des exigences d'interdisciplinarité des recherches archéominières, ils ont réuni au cours des années l'équipe qui signe l'article publié dans cette revue.

