

LE SCIENZE

edizione italiana di **SCIENTIFIC
AMERICAN**

*Nuove prospettive per curare la dipendenza da cocaina.
Scoperte solo di recente le galassie più grandi dell'universo.
La «preistoria» del calcolatore dalle origini al 1950.*

Sperimentazione animale: quale etica, quali regole?



Una miniera di rame preistorica nelle Alpi Occidentali

Attiva già a partire dal II millennio a.C., offre un raro esempio di ciclo estrattivo completo, a partire da un minerale particolarmente ricco e quindi facilmente sfruttabile anche con tecniche antiche

di Maurizio Rossi, Pierre Rostan e Anna Gattiglia

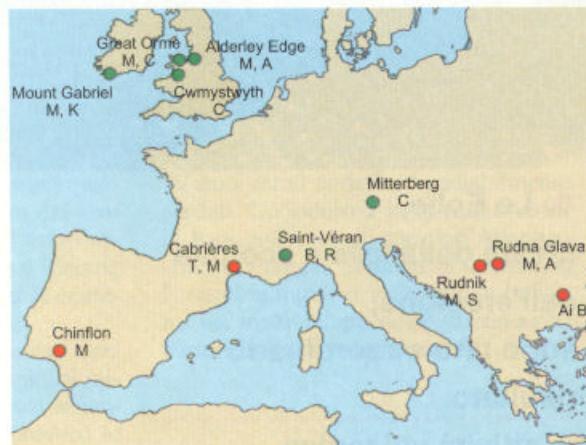
La miniera di rame preistorica di Saint-Véran-les Clausis si apre nelle Alpi Cozie, non lontano dal Monviso, sul versante prativo della valle dell'Aigue Blanche (un subaffluente della Durance), a un'altitudine compresa tra 2400 e 2600 metri. Per poco più di tre chilometri essa ricade nel bacino del Rodano, ma è facilmente accessibile dal versante padano attraverso la Val Varaita e il colle di Saint-Véran, che, con i suoi 2844 metri, è relativamente elevato, ma agevole.

Verso la fine del III millennio a.C. o all'inizio del II, quando su queste pendici giunse il primo uomo in possesso di un bagaglio tecnico che gli consentisse di riconoscere l'interesse del minerale di rame, il paesaggio era molto differente dall'attuale. La foresta di conifere, che si era spinta alle massime quote mai raggiunte, non si era ancora ritirata verso il basso, malgrado il progressivo raffreddamento del Sub-borea-

le, continuando a rivestire la montagna anche oltre le già notevoli altitudini oggi osservabili (2300-2400 metri).

Qui, infatti, non erano probabilmente giunti i pastori-deforestatori neolitici e protocalcolitici, che nelle Alpi Cozie non sembrano avere lasciato tracce al di sopra dei 1000 metri, e in questa valle l'uomo della fine del Calcolitico e dell'inizio dell'Età del bronzo va considerato a pieno titolo un pioniere.

Cacciatore, pastore o prospektore minerario che fosse, questo primo uomo fu in grado di individuare, al limite

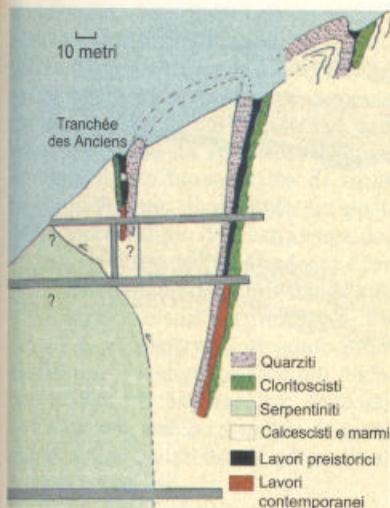


Distribuzione delle principali miniere di rame d'Europa, attive dal Calcolitico (in rosso) o dall'Età del bronzo antico (in verde). Le lettere sotto i siti indicano i minerali sfruttati (in ordine d'importanza per ogni singolo giacimento): A, azzurrite; B, bornite; C, calcopirite; K, cuprite; M, malachite; R, rame nativo; S, solfuri non meglio determinati; T, tetraedrite (rame grigio).



del bosco o in una radura - forse originata proprio dalla tossicità di un suolo troppo ricco di rame - i caratteristici colori del «cappellaccio» ossidato che rivelavano l'esistenza di uno dei più ricchi giacimenti cupriferi che avesse mai avuto modo di vedere. Poi,

Panoramica del sito minerario-metalurgico di Saint-Véran-les Clausis. L'area estrattiva preistorica è in alto a destra, a monte del grande masso erratico dell'Abri de Pinilière. In basso a sinistra, a valle dello spiazzo lungo la strada, si trova il forno metallurgico della Cabane des Clausis. Più in lontananza, lungo la strada, si vedono i ruderi della laveria del XX secolo.



Profilo geologico schematico della parte superiore del giacimento cuprifero di Saint-Véran-les Clausis. I traverso-banchi del XX secolo (in grigio) hanno intercettato i pozzi subverticali preistorici (in nero), ostruiti da un riempimento terroso in seguito all'abbandono del sito. La Tranchée des Anciens (fotografia a destra) è una lunga depressione lineare tra due paramenti rocciosi. Qui affiorava il cappellaccio del-

lo strato cuprifero e qui si svolsero i primi scavi dell'uomo preistorico, successivamente colmati già in antico. Secondo alcuni studiosi, queste colmate avvenivano per motivi non solo pratici - per garantire cioè la sicurezza dei lavori successivi - ma anche magico-votivi: offerte sono state trovate frammiste al riempimento in alcuni siti (Rudna Glava, Great Orme).

usando uno degli strumenti che portava in una gerla - che, nonostante fosse di un millennio più recente, probabilmente non differiva molto da quella dell'uomo del Similaun - staccò un pezzo del minerale, lo batté, lo scaldò sulla fiamma e infine fu sicuro della propria scoperta. La storia mineraria di Saint-Véran-les Clausis era incominciata.

IL GIACIMENTO

L'assenza di vegetazione arborea che caratterizza il versante settentrionale della valle dell'Aigue Blanche trae origine proprio dalle attività minerarie e metallurgiche preistoriche, anche se a farla perdurare per tutta l'età storica è stata la pastorizia degli ovini, locali e transumanti, i cui ultimi episodi sono stati magistralmente descritti negli anni sessanta da Mariel Jean-Brunhes Delamarre. Nel XIX secolo, il ritrovamento di grossi ceppi di larice a 2500 metri non mancò di stupire la gente del luogo. L'attuale prateria alpina è stabile da molto tempo: le coltri di residui preistorici, a pochi centimetri di profondità, presentano infatti scarse tracce di erosione.

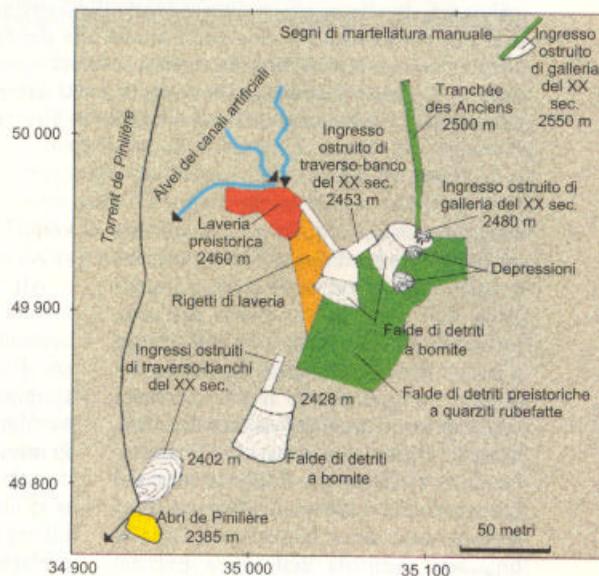
Per quasi tutta l'età storica non vi sono prove, né memoria, di sfruttamento minerario. Solo nel tardo Medioevo, nel *Registre de reconnaissance du Briançonnais pour l'année 1265*, è riservata al Delfino la proprietà delle «miniére metalliche» presenti sul territorio, ma «si acciderint», cioè «se sarà capitato di trovarne»: il che significa,

anche se un po' ambiguamente, che al momento non ve n'erano. Dopo di che, per sentire nuovamente parlare di miniere a Saint-Véran bisogna arrivare al XX secolo, quando prende avvio la coltivazione industriale del giacimento.

Questo, inizialmente ritenuto di origine filoniana, è in realtà un giacimento idrotermale esalativo di bornite, ad andamento stratiforme, depositatosi su un fondo oceanico ofiolitico e successivamente raddrizzato, quasi verticalmente, in direzione nord-sud e ripiegato a sinclinale. I peculiari caratteri metallogenici hanno un risvolto geochimico (la presenza di tellurio) che, come vedremo, non è privo di potenziale interesse archeologico.

La bornite è un solfuro di ferro e rame (Cu_2FeS_4) molto ricco di metallo. A Saint-Véran contiene il 45 per cento di rame. Lo strato metallifero, compreso tra un muro di cloritoscisti e un tetto di quarziti anfiboliche a riebeckite, è massiccio, omogeneo, localmente potente più di un metro, e risulta quindi molto produttivo, soprattutto in rapporto alle tecniche di sfruttamento antiche.

Accanto alla mineralizzazione solforata, compare anche con una certa fre-



In questo rilievo planimetrico quotato del sito minerario di Saint-Véran-les Clausis sono indicate le principali strutture del versante connesse con attività minerarie antiche (in colore) e recenti, visibili in superficie. Le cifre ai margini corrispondono alle coordinate UTM espresse in metri (fuso, fascia e quadrato: 32TLQ).

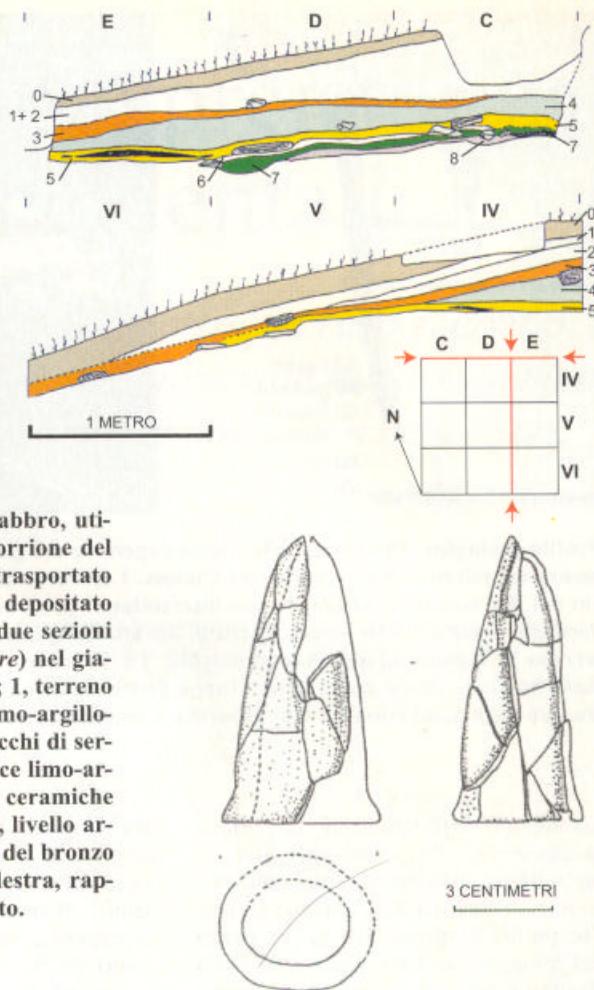
quenza, sia in superficie, sia in profondità, il rame nativo, sotto forma di sottili filamenti nei pirosseni della ganga e di placche di notevoli dimensioni.

LE FASI DI FREQUENTAZIONE

Le fasi della frequentazione umana preistorica nell'area della miniera sono



La foto mostra l'Abri de Pinilière, un grande masso erratico in gabbro, utilizzato a più riprese nella preistoria come riparo. Staccatosi dal torrione del Rouchon (2929 metri), nel corso del Pleistocene il masso è stato trasportato per un paio di chilometri dal ghiacciaio del Cornivier, che lo ha depositato nel punto in cui, 6000 anni dopo, l'uomo lo ha trovato. A fianco, due sezioni stratigrafiche di questo sito con la loro localizzazione (rette in colore) nel giacimento. I numeri indicano rispettivamente: 0, humus superficiale; 1, terreno scuro ricco di carbone di legna; 2, ghiaie a spigoli vivi a matrice limo-argillosa; 3, livello archeologico ricco di carbone di legna, contenente blocchi di serpentinite e ceramiche gallo-romane; 4, ghiaie a spigoli vivi a matrice limo-argillosa; 5, livello archeologico a lenti di ceneri grigie, contenente ceramiche dell'Età del bronzo finale o della prima Età del ferro; 6, ghiaie; 7, livello archeologico con frammenti di bornite, focolari e ceramiche dell'Età del bronzo antico; 8, ghiaie a matrice limo-argillosa. Il disegno al tratto, a destra, rappresenta un ugello in ceramica rinvenuto nello strato 5 di questo sito.



riassunte dalla sequenza stratigrafica dell'Abri de Pinilière (2385 metri), un grande masso erratico in gabbro situato circa 200 metri a sud-ovest dell'area estrattiva antica e adattato a più riprese a temporaneo riparo sotto roccia. La sequenza comprende tre livelli antropici sovrapposti, contenenti ceramiche attribuibili, rispettivamente, all'Età gallo-romana (I-II secolo d.C.), all'Età del bronzo finale o alla prima Età del ferro (prima metà del I millennio a.C.) e a una fase avanzata dell'antica Età del bronzo (inizio del II millennio a.C.). I tre strati archeologici sono ben definiti, in quanto separati da lenti sterili di ghiaie e pietrame, dovute a ruscellamento e corrispondenti a periodi di abbandono del sito. La sequenza è di valore capitale, in quanto a essa possono venire riferiti i materiali archeologici trovati alla superficie del versante, nella miniera, o in altri siti sepolcrali caratterizzati da una sola fase.

La presenza gallo-romana è confermata da una moneta in bronzo di Antonino Pio, databile al 156-157 d.C., che è stata rinvenuta all'ingresso della galleria 0.

Lo strato attribuito al Bronzo finale o alla prima Età del ferro ha rivelato anche un ugello in ceramica, che, come si

vedrà, ha una parte importante nel processo metallurgico.

All'interno della miniera è stata rinvenuta ceramica analoga a quella proveniente dallo strato del Bronzo antico, il quale ha restituito a sua volta frammenti di bornite alterata (da polverulenta a compatta) provenienti dalla miniera.

Alla Cabane des Clausis (2270 metri), situata a 400 metri dall'Abri de Pinilière e a 500 metri dall'area estrattiva preistorica, è venuta in luce, pochi decimetri al di sotto della cotica erbosa, una piccola struttura in pietra a secco, crollata, interpretabile come forno metallurgico in quanto associata con ceneri, carbone di legna, ugelli in ceramica, scorie di minerale di rame, frammenti di ganga e di un crogiolo ottenuto da un tenero scisto biotitico, nonché con ceramiche analoghe a quelle dello strato più antico dell'Abri de Pinilière. Altri siti di trattamento del minerale sono stati individuati a breve distanza e attendono di essere studiati.

Lo sfruttamento della bornite documentato a Saint-Véran costituisce una novità, in quanto il solfuro primario più frequentemente estratto nelle miniere dell'antica Età del bronzo (Mitterberg in Austria, Cwmystwyth e Great

Orme in Galles), benché molto meno produttivo, è la calcopirite. Può darsi che la bornite sia stata sfruttata anche a Mount Gabriel, in Irlanda. In precedenza, le attività estrattive avevano riguardato piuttosto i carbonati (malachite, azzurrite), gli ossidi (cuprite) e il rame nativo, ma anche un solfuro come la tetraedrite. La metallurgia dei solfuri si generalizza però solo con l'Età del bronzo.

La trasformazione dei solfuri è infatti più complicata di quella dei carbonati o degli ossidi e richiede più passaggi. Prima della riduzione, il minerale va sottoposto ad arrostitimento, una ossidazione volta ad abbassare il contenuto di zolfo. L'operazione si svolge in più fasi, in quanto i solfuri vengono eliminati solo progressivamente. Poiché la bornite di Saint-Véran ha un tenore di rame molto superiore alla calcopirite del Mitterberg (45 per cento contro poco più dell'1,5 per cento), è probabile che il processo di produzione fosse meno complesso di quello ipotizzato per il sito austriaco.

Nella riduzione del minerale arrostito entravano in gioco gli ugelli in ceramica, innestati nelle pareti dei forni

metallurgici. Servendosi di mantici, si aerava attraverso gli ugelli il combustibile (carbone di legna), così da raggiungere l'alta temperatura necessaria alla fusione, mantenendo nel contempo nel forno un'atmosfera riducente. Dato il suo basso punto di fusione, la riebeckite, disponibile sul posto come sottoprodotto dell'estrazione della bornite, fungeva da fondente, permettendo temperature più basse dei 1083 gradi Celsius teoricamente necessari e un risparmio di combustibile. Gli ugelli venivano utilizzati anche per le fasi di lavorazione successive (rifusione, raffinazione) e avevano quindi forme e dimensioni adeguate alle varie necessità.

Gli esemplari rinvenuti a Saint-Véran sono di due categorie, l'una troncoconica e di lunghezza non superiore a 5-6 centimetri, l'altra ogivale, con lunghezza di 9 centimetri. Da un punto di vista tipologico, tali reperti rimandano a contesti del Bronzo antico o del Calcolitico recente dell'area gardesano-trentina, dove è noto un nutrito gruppo di siti di trasformazione, senza però che si conosca la localizzazione delle miniere da cui proveniva la materia prima.

Le scorie sono dense, poco bollose, spesse al massimo tre centimetri, con la superficie superiore leggermente ondulata e quella inferiore piatta, anche se alcuni pezzi presentano verso il basso un saliente che suggerisce l'idea del travaso di un liquido viscoso attraverso un orifizio. In sezione, la metà superiore mostra una struttura poliedrica, mentre la metà inferiore è amorfa e omogenea. In alcuni pezzi sono rimaste imprigionate piccole gocce di rame solidificato e ossidato. Vi si osservano tracce di turbolenza e solcature che fanno pensare che, per raccogliere queste micro-gocce, le scorie venissero vagliate con uno stelo quando erano ancora allo stato viscoso.

Una volta risolidificate, esse venivano frantumate per recuperare ulteriori

residui di rame rimasti intrappolati: lo si desume dalla non casuale classazione granulometrica dei frammenti rinvenuti e dal fatto che essi raggiungono al massimo (e di rado) dimensioni di circa quattro centimetri. La medesima cura nel recupero delle più minute particelle di rame è stata osservata a Chinflon, in Spagna.

Risulta chiaro che la miniera è stata sfruttata e il minerale è stato trattato sul posto in due delle tre epoche documentate dalla sequenza dell'Abri de Pinilière: all'inizio e alla fine dell'Età del bronzo. Lo sfruttamento della miniera deve essersi protratto per qualche secolo, all'inizio del II millennio a.C., per venire poi abbandonato e in seguito ripreso, in scala minore, nel periodo di transizione tra Età del bronzo ed Età del ferro (prima metà del I millennio a.C.). La distribuzione nel tempo dei siti preistorici di Saint-Véran non collegati allo sfruttamento della miniera (tombe, oggetti sporadici) rivela il medesimo andamento.

Per quanto riguarda l'Età gallo-romana è difficile attribuire un significato preciso ai reperti: in ogni caso, è improbabile che potesse trattarsi di uno sfruttamento in grande stile, che avrebbe lasciato dietro di sé caratteristici resti di lavorazione, di attrezzature e di strutture di grande impegno, i quali invece mancano del tutto. Se uno sfruttamento in epoca romana c'è stato, doveva trattarsi di una iniziativa indigena, come del resto indica la tipologia della ceramica rinvenuta.

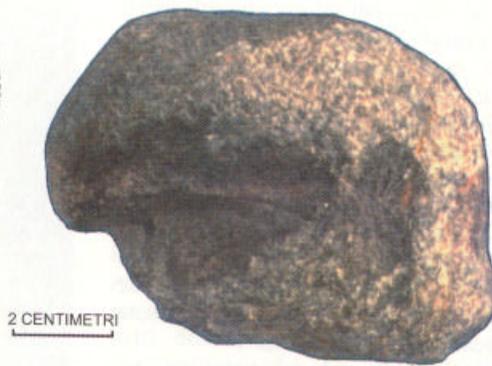
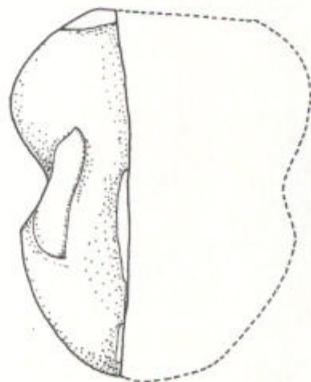


Strato di bornite, compreso tra un muro di cloritoscisti e un tetto di quarziti. È uno dei punti in cui i lavori del XX secolo hanno intercettato quelli preistorici ed è anche il punto più profondo raggiunto dall'uomo preistorico, 80 metri al di sotto della Tranchée des Anciens. Infatti verso il basso lo strato cuprifero è intatto, mentre verso l'alto il minerale è quasi completamente esaurito.

I POZZI PREISTORICI

All'ingresso della galleria 0 (2550 metri), in corrispondenza del ramo settentrionale della mineralizzazione cupriferà, i lavori estrattivi recenti hanno riportato in luce una superficie rocciosa in cloritoscisto con tracce di martellatura manuale lasciate da magli in pietra. Esse hanno l'aspetto di incavi reniformi, corrispondenti a «tasche» entro cui era annidato il minerale, all'interno dei quali si osservano i segni lasciati dagli strumenti che venivano utilizzati per l'estrazione. Segni analoghi sono noti nelle miniere di Alderley Edge, in Inghilterra, e di Timna, in Israele.

Intorno ai 2500 metri, il versante presenta una depressione lineare larga



Tentativo di ricostruzione di un maglio in eclogite: il frammento superstite pesa 120 grammi, mentre l'oggetto intero doveva pesare circa 400 grammi.



Frammenti di crogiolo in scisto biotitico dalla Cabane des Clausis. I crogioli erano più frequentemente in ceramica (Zürich in Svizzera, Terrina in Corsica, Kalinovka in Russia), ma a tale funzione erano adibiti un po' tutti i materiali refrattari, a seconda della disponibilità locale.

poco più di quattro metri e lunga circa 90 metri, compresa tra due paramenti rocciosi, che i tecnici minerari dell'inizio del XX secolo hanno battezzato *Tranchée des Anciens*. Essa è ciò che resta dello scavo fatto inizialmente dall'uomo preistorico per seguire il «cappellaccio» del ramo sud della mineralizzazione. Come si verifica in altre miniere preistoriche (Ai Bunar in Bulgaria, Rudna Glava in Serbia, Chinflon, Great Orme), lo scavo è stato poi parzialmente ricolmato, per uno spessore di quattro metri, da scarichi successivi di materiale roccioso grossolano, molto aerato, comprendente grossi pezzi di carbone di legna. Il tetto del rinterro è costituito da uno strato di carboni a cui si sovrappongono limi depositati dal ruscellamento, che segnano il definitivo abbandono dell'attività mineraria in questo settore.

A partire dalla *Tranchée des Anciens* e da una zona soprastante, contraddistinta da leggere depressioni, gli uomini preistorici hanno scavato due stretti pozzi subverticali, seguendo ed esaurendo accuratamente la mineralizzazione sino a una profondità di 40 metri lungo il ramo sud e di 80 metri

lungo il ramo nord. Sono proprio questi pozzi, intercettati dai traverso-banchi aperti tra il 1901 e il 1921 alle quote di 2453 e 2428 metri, i primi ad avere rivelato l'esistenza di lavori sotterranei antichi.

Oggi i pozzi sono per lo più inaccessibili, in quanto ostruiti da un riempimento terroso che è stato asportato solo per brevi tratti (20 metri lungo il ramo sud, 4 metri lungo quello nord). Anche questo riempimento è dovuto in parte all'uomo preistorico, ma, come al Mitterberg, al rinterro hanno contribuito i normali processi erosivi dei versanti di alta montagna. Le dimensioni dei pozzi permettono a stento il passaggio di una persona con un piccolo zaino da speleologo sulla schiena, in quanto i minatori dell'Età del bronzo si limitavano a seguire lo strato cuprifero, quasi senza attaccare la roccia incassante, con una tattica messa a punto nei millenni precedenti nelle miniere di selce.

Insieme con un'abbondante percentuale di pietre scistose, tale riempimento comprende una grande quantità di frammenti di carbone di legno di larice. Questo fatto, unito alla conformazione delle pareti dei pozzi, smussate e povere di spigoli acuti e rotture, costituisce una sicura indicazione della tecnica adottata per l'estrazione: si tratta infatti di elementi caratteristici dell'abbattimento a fuoco. Tale procedimento richiedeva un attento controllo dell'aerazione e della circolazione superficiale e sotterranea delle acque, in quanto, prima di essere attaccata, la roccia incassante veniva indebolita termicamente, incendiando rami e fascine negli scavi e convogliandovi subito dopo dell'acqua per ottenere un improvviso raffreddamento. Si sfruttava così l'alto coefficiente di dilatazione termica del quarzo.

Si sarebbe indotti a ipotizzare che lo sfruttamento antico si articoli in due fasi, caratterizzate la prima dal semplice uso di strumenti in pietra e la seconda dall'abbattimento a fuoco. Numerose cicatrici lasciate dai magli si osservano però anche in profondità, sicché le due tecniche coesistevano ed erano adottate a seconda delle situazioni.

L'estrazione del minerale era comunque facilitata dalla scarsa durezza

dei cloritoscisti, mentre le quarziti, se da un lato erano troppo compatte per essere attaccate manualmente, dall'altro assicuravano la tenuta dei pozzi. Il fatto che l'orizzonte scistoso scompaia in profondità in corrispondenza del ramo sud dello strato cuprifero potrebbe essere stato la causa dell'arresto dei lavori antichi in quel settore.

Il riempimento dei pozzi ha rivelato un notevole campionario di frammenti di utensili in eclogite, abbandonati nella miniera dopo essere stati logorati sino a rottura, nonché numerosi oggetti in materia organica (legno, vimini, cuoio, corno). La conservazione di questi ultimi è stata possibile solo per le particolari condizioni dell'ambiente, saturo d'acqua e anossico. Gli equipaggiamenti dell'uomo del Similaun, dei minatori di sale di Hallstatt e dei palafitticoli di Charavines sono giunti sino a noi grazie a simili fortunate condizioni ambientali.

Come in tutte le miniere preistoriche, l'utensileria litica denuncia una bassa varietà tipologica e può essere suddivisa in due grandi categorie: magli e cunei. I primi, nettamente più numerosi, hanno forme globulari, con una scanalatura paramediale levigata o bocciardata, per lo più incompleta o appena accennata, che facilitava l'immanicatura. I cunei hanno le due facce principali levigate. Tutti mostrano stimate di percussione.

L'eclogite è una roccia assente sul versante francese delle Alpi, mentre compare sul versante padano delle Alpi Cozie in giacimenti primari e secondari (alluvionali). Mancano per ora i magli e i cunei in quarzite, simili ma più leggeri, che sono stati rinvenuti in altri siti minerari, fra cui Collobrières



(Var). All'interno della miniera non si sono mai raccolti utensili in gabbro, una roccia disponibile localmente, con la quale pure sono stati fabbricati alcuni piccoli strumenti recuperati all'Abri de Pinilière, nonché parecchi magli di Rudna Glava e Great Orme.

Tra gli oggetti in legno, tagliati e sagomati ad ascia, si segnalano frammenti di travi in larice, con incastri, destinate al puntellamento dei lavori, frammenti di assi con incastri e segni di usura provocati da corde (gradini di scale?), pesanti pioli o cunei, pezzi piatti a forma di spatola, forse utilizzati come piccole pale, manici di vari strumenti più piccoli dei magli, talvolta con tenoni e mortase e sagomati in modo da facilitare la presa o l'immanicatura, ottenuti da rami scortecciati, levigati e sfaccettati, nonché una enorme quantità di bastoncini, appuntiti e semicombusti, che venivano riuniti in mazzetti, mediante legacci in vimini intrecciati, per fare delle torce. Mancano per ora manici lunghi, che possano appartenere a picconi sul tipo dell'esemplare di Libiola (Genova). La produzione di tutta questa attrezzatura era favorita dall'ampia disponibilità locale di legname.

L'analisi radiocarbonica di un frammento di legno con segni di taglio proveniente dalla zona inferiore dei lavori - risalente quindi alla fine dello sfruttamento preistorico - ha restituito una datazione non calibrata a 3090 ± 140 anni BP. Una volta correlata alla dendrocronologia, tale data rimanda all'intervallo 1491-1109 a.C., confermando indirettamente una data considerevolmente più antica per l'inizio dei lavori sotterranei.

Due oggetti rinvenuti all'inizio del

XX secolo sono purtroppo andati perduti: una pala in legno, forse simile a quella di Mount Gabriel, e un secchiello cilindrico in cuoio, cucito allo stesso modo della faretra dell'uomo del Similaun.

Alcune punte in corno di capra, con segni di taglio e di usura da sfregamento, avevano una funzione precisa nei lavori di estrazione, come indicano analoghi reperti di Ai Bunar.

IL TRATTAMENTO DEL MINERALE

In superficie, la morfologia del versante a valle della Tranchée des Anciens rivela consistenti tracce delle attività minerarie preistoriche: falde di detriti, opere idrauliche, una piattaforma, rigetti di laveria e depressioni.

Le falde di detriti antiche si differenziano nettamente da quelle contemporanee. Queste ultime sono infatti nude, a profilo ripido, e rivestono solo aree immediatamente sottostanti gli ingressi dei traverso-banchi. Le falde antiche, invece, sono mascherate da una copertura erbosa, hanno ormai assunto un profilo equilibrato e, oltre a essere più estese, hanno una posizione topografica incoerente con i traverso-banchi. La sovrapposizione delle due generazioni di falde è evidenziata dal fatto che quelle più recenti hanno fossilizzato un paleosuolo che è la continuazione della copertura erbosa di quelle antiche. Queste hanno anche una diversa classazione granulometrica, mancano del tutto di residui di bornite (presenti nelle falde contemporanee, meno accuratamente vagliate) e comprendono quarziti rubefatte, con fusione superficiale della riebeckite, prodotte dall'abbattimento a fuoco. Anche a Great Orme la rubefazione della roccia incassante permette di distinguere a prima vista le zone sottoposte a incendio.

A ovest della Tranchée des Anciens, vi sono due piccoli alvei artificiali, che avevano la funzione di derivare l'acqua dal Torrent de Pinilière e da un suo affluente e di convogliarla verso un'area piana, poco a valle della quale si osservano rigetti di laveria di due classi

Oggetti in materia organica provenienti dal riempimento dei pozzi preistorici. Punta in corno simili a quella a sinistra sono state trovate anche ad Ai Bunar, in Bulgaria. Il legaccio in vimini intrecciati serviva a tenere insieme i mazzetti di bastoncini resinosi che erano usati come torce. Anche alcuni oggetti dell'equipaggiamento dell'uomo del Similaun e dei palafitticoli di Chavannes erano in vimini.

granulometriche (una frazione grossa, comprendente solo quarzite senza minerale, e una frazione fine, ricca di minerale di rame). Dalla confluenza dei due canali se ne stacca un terzo, destinato a ricondurre l'eccesso idrico al Torrent de Pinilière.

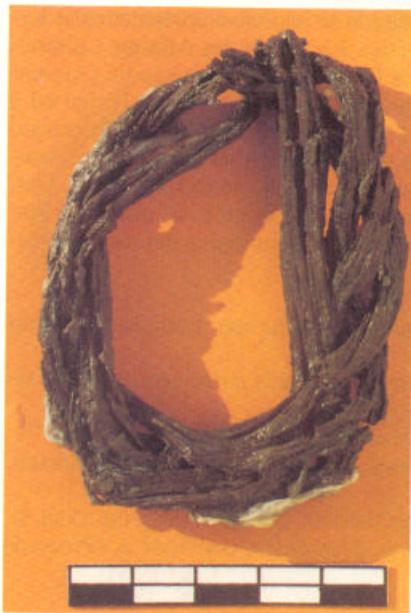
L'insieme è interpretabile come una installazione per l'arricchimento meccanico del minerale: a una minuta frantumazione facevano seguito la cernita manuale e il lavaggio gravimetrico, procedimenti seguiti anche a Cabrières, nel sud della Francia. Pur non disponendo di elementi cronologici, va tenuto conto del fatto che anche in questo caso la posizione dei rigetti di laveria è incoerente con quella dei traverso-banchi del XX secolo, che si trovano più in basso e i cui scarichi ricoprono in parte i rigetti. Il minerale arricchito veniva poi arrostito e ridotto alla Cabane des Clausis e infine introdotto sul mercato.

INQUADRAMENTO STORICO

Il complesso minerario-metallurgico preistorico di Saint-Véran è uno dei più antichi delle Alpi e certamente il più elevato d'Europa. Esso risulta di importanza internazionale, sia per l'eccezionale natura e qualità delle vestigia, che danno un contributo originale alla storia dello sfruttamento delle risorse alpine e alla storia della tecnologia, sia per la quantità del metallo prodotto, stimabile nell'ordine delle 1500 tonnellate.

La totale assenza di arsenico, antimonio e mercurio, il tenore molto scarso di piombo, oro, argento, zinco, stagno e nichel e soprattutto la presenza di un elemento molto raro come il tellurio (0,019-0,06 per cento) conferiscono al giacimento una peculiarità geochemica che lo differenzia nettamente da quelli delle Alpes Maritimes (Guillaumes), del Var (Collobrières, Cap Garonne), del Massiccio Centrale, delle Cevenne e delle Alpi del Nord, mentre lo avvicina a quelli della Corsica (Vezzani, Noceta) e della Toscana (Montecatini). La ricerca combinata del tellurio e dell'arsenico negli oggetti in bronzo preistorici permetterebbe perciò di riconoscere quelli fabbricati con il rame di Saint-Véran.

Il sito si inserisce inoltre in una problematica più vasta, quella della prima frequentazione sistematica dell'alta montagna alpina da parte dell'uomo. La distribuzione dei siti preistorici nel bacino dell'Aigue Blanche, dal Bronzo antico all'Età gallo-romana, evidenzia una insolita continuità della presenza umana a quote più elevate che nei bacini confinanti, i quali non pre-



PRESENTA



creatures
CD-ROM



L'unico gioco
multimediale in cui si
possono rivivere i
processi biologici della
natura:

**la nascita di una
creatura per poi
allevarla, nutrirla,
crescerla, curarla,
educarla in un habitat
affascinante,
attraverso una serie
di suggestive
situazioni.**



Caratteristiche minime
del sistema per eseguire Creatures:

PC Pentium 60 MHz o superiore;
RAM 8 MB;
40 MB spazio libero su disco;
Monitor SVGA 640x480, 256 colori;
Unità CD-ROM a doppia velocità;
Scheda audio 16 bit;
Sistema operativo Windows '95.

L. 87.000

Per ordinare Creatures utilizzare
la cartolina allegata alla rivista.

sentano giacimenti minerali adatti alle tecniche di sfruttamento preistoriche, che siano paragonabili con quello di Saint-Véran. La precocità, l'intensità e la continuità della frequentazione in alta quota sembrano perciò essere qui in relazione con la presenza di una risorsa naturale particolarmente appetibile quale un ricco giacimento cuprifero. In altre parole, poiché mancano tracce anteriori all'Età dei metalli, mentre in seguito la frequentazione è più continua che altrove, nel caso di Saint-Véran si deve pensare che, almeno in un primo momento, ad attirare sistematicamente e durevolmente l'uomo in alta montagna sia stato il rame, più che non i pascoli, i boschi o la selvaggina.

Altre risorse minerali sono del resto presenti sul posto sotto forma di pietra ollare e di oficalce, e la scoperta preistorica di un giacimento cuprifero ben si inserisce nel quadro dell'intensificarsi della prospezione e dello sfruttamento delle materie prime minerali che caratterizza la fine del Neolitico e le epoche immediatamente successive, quando la gamma dei materiali ricercati (e controllati) si diversifica e il rapporto privilegiato che l'uomo tradizionalmente intrattiene con l'ambiente minerale si arricchisce di nuove esperienze e di nuovi significati (religione, potere, ricchezza).

Per quanto riguarda le parentele culturali, gli ugelli, come si è visto, rimandano verso oriente. Lo stesso si può dire di un unico frammento ceramico con la caratteristica finitura «scopettata» (Besenstrich) originaria del-

l'Ungheria e ben documentata in Italia settentrionale. Che le eclogite provengano dal versante italiano non è molto diagnostico, poiché tutti gli strumenti in eclogite del sud della Francia hanno comunque una origine piemontese o ligure. Ben più significativa è la presenza di petroglifi raffiguranti pugnali in rame calcolitici, tipici della fase recente della cultura di Remedello (2800-2400 a.C.), a soli sei chilometri dalla miniera, alla testata della valle dell'Ubaye, collegata con quella dell'Aigue Blanche per mezzo del comodo colle della Noire. Se provenivano dal versante padano, i minatori di Saint-Véran potrebbero perciò avere percorso itinerari sostanzialmente già noti da alcuni secoli per altre ragioni.

Nel territorio di Saint-Véran si sono d'altra parte rinvenute in passato, in un contesto imprecisato, asce in bronzo di una fase avanzata del Bronzo antico (dunque coeve allo sfruttamento della miniera), chiaramente attribuibili alla cultura del Rodano, originaria della Svizzera occidentale: un piccolo gruppo di cavità sepolcrali di questa cultura è anche stato riconosciuto in un'altra valle laterale della Durance, quella della Biaysse, situata a 46 chilometri dalla miniera. I caratteri delle ceramiche vascolari, da parte loro, sono comuni a un'ampia regione a cavallo dei due versanti alpini, pur con una maggiore diffusione nel sud della Francia. Solo ulteriori ricerche potranno definitivamente chiarire le origini culturali dei primi minatori delle Alpi Occidentali.

MAURIZIO ROSSI, PIERRE ROSTAN e ANNA GATTIGLIA condividono l'interesse per la preistoria della metallurgia e dell'estrazione mineraria in ambiente alpino. Collaborano da vari anni, mettendo le rispettive competenze al servizio di diversi progetti di ricerca della Direction Régionale des Affaires Culturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur - Service Régional de l'Archéologie (Aix-en-Provence). Rossi si è laureato in antropologia presso l'Università di Torino ed è dal 1982 direttore di Antropologia Alpina (Torino), un centro di ricerca privato specializzato nello studio archeologico delle Alpi. Rostan è un geologo professionista e ha fondato il Bureau d'Études Géologiques di Châteauroux-les-Alpes. Gattiglia si è laureata in archeologia presso l'Università di Torino e, all'interno di Antropologia Alpina, si occupa dello studio tipologico e tecnologico dei reperti in ceramica, pietra e metallo.

TYLECOTE R.F., *The Early History of Metallurgy in Europe*, Longman, Londra-New York, 1987.

MOHEN J.-P., *Métallurgie préhistorique. Introduction à la paléoméallurgie*, Masson, Parigi, 1990.

MOHEN J.-P., ÉLUÈRE C. (a cura), *Découverte du métal*, Picard, Parigi, 1991.

WEEBER K.-W., *Smog sull'Attica. I problemi ecologici nell'antichità*, Garzanti, Milano, 1991.

DUTTON A., FASHAM P.J., JENKINS D.A., CASELDINE A.E. e HAMILTON-DYER S., *Prehistoric Copper Mining on the Great Orme, Llandudno, Gwynedd* in «Proceedings of the Prehistoric Society», 60, 1994.