

## LES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

Les Séances de la Société préhistorique française sont organisées deux à trois fois par an. D'une durée d'une ou deux journées, elles portent sur des thèmes variés : bilans régionaux ou nationaux sur les découvertes et travaux récents ou synthèses sur une problématique en cours dans un secteur de recherche ou une période en particulier.

La Société préhistorique française considère qu'il est de l'intérêt général de permettre un large accès aux articles et ouvrages scientifiques sans en compromettre la qualité ni la liberté académique. La SPF est une association à but non lucratif régie par la loi de 1901 et reconnue d'utilité publique, dont l'un des buts, définis dans ses statuts, est de faciliter la publication des travaux de ses membres. Elle ne cherche pas le profit par une activité commerciale mais doit recevoir une rémunération pour compenser ses coûts de gestion et les coûts de fabrication et de diffusion de ses publications.

Conformément à ces principes, la Société préhistorique française a décidé de proposer les actes des Séances en téléchargement gratuit sous forme de fichiers au format PDF interactif. Bien qu'en libre accès, ces publications disposent d'un ISBN et font l'objet d'une évaluation scientifique au même titre que nos publications papier périodiques et non périodiques. Par ailleurs, même en ligne, ces publications ont un coût (secrétariat d'édition, mise en page, mise en ligne, gestion du site internet) : vous pouvez aider la SPF à poursuivre ces activités de diffusion scientifique en adhérant à l'association et en vous abonnant au *Bulletin de la Société préhistorique française* (voir au dos ou sur <http://www.prehistoire.org/form/515/736/formulaire-adhesion-et-ou-abonnement-spf-2014.html>).

### LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

La Société préhistorique française, fondée en 1904, est une des plus anciennes sociétés d'archéologie. Reconnue d'utilité publique en 1910, elle a obtenu le grand prix de l'Archéologie en 1982. Elle compte actuellement plus de mille membres, et près de cinq cents bibliothèques, universités ou associations sont, en France et dans le monde, abonnées au *Bulletin de la Société préhistorique française*.

#### Tous les membres de la Société préhistorique française peuvent participer :

- aux séances scientifiques de la Société – Plusieurs séances ont lieu chaque année, en France ou dans les pays limitrophes. Le programme annuel est annoncé dans le premier *Bulletin* et rappelé régulièrement. Ces réunions portent sur des thèmes variés : bilans régionaux ou nationaux sur les découvertes et travaux récents ou synthèses sur une problématique en cours dans un secteur de recherche ou une période en particulier ;
- aux Congrès préhistoriques de France – Ils se déroulent régulièrement depuis la création de la Société, actuellement tous les quatre ans environ. Leurs actes sont publiés par la Société préhistorique française. Depuis 1984, les congrès se tiennent sur des thèmes particuliers ;
- à l'assemblée générale annuelle – L'assemblée générale se réunit en début d'année, en région parisienne, et s'accompagne toujours d'une réunion scientifique. Elle permet au conseil d'administration de rendre compte de la gestion de la Société devant ses membres et à ceux-ci de l'interpeller directement. Le renouvellement partiel du conseil se fait à cette occasion.

#### Les membres de la Société préhistorique française bénéficient :

- d'information et de documentation scientifiques – Le *Bulletin de la Société préhistorique française* comprend, en quatre livraisons de 200 pages chacune environ, des articles, des comptes rendus, une rubrique d'actualités scientifiques et une autre sur la vie de la Société. La diffusion du bulletin se fait par abonnement annuel. Les autres publications de la SPF – Mémoires, Travaux, Séances, fascicules des Typologies de la Commission du Bronze, Actes des Congrès, Tables et index bibliographiques ainsi que les anciens numéros du *Bulletin* – sont disponibles au siège de la Société préhistorique française, sur son site web (avec une réduction de 20 % pour les membres de la SPF et téléchargement gratuit au format PDF lorsque l'ouvrage est épuisé) ou en librairie.
- de services – Les membres de la SPF ont accès à la riche bibliothèque de la Société, mise en dépôt à la bibliothèque du musée de l'Homme à Paris.

**Régie par la loi de 1901, sans but lucratif, la Société préhistorique française vit des cotisations versées par ses adhérents. Contribuez à la vie de notre Société par vos cotisations, par des dons et en suscitant de nouvelles adhésions autour de vous.**

# ADHÉSION ET ABONNEMENT 2016

Le réabonnement est reconduit automatiquement d'année en année\*.

Paiement en ligne sécurisé sur

**www.prehistoire.org**

ou paiement par courrier : formulaire papier à nous retourner à l'adresse de gestion et de correspondance de la SPF :

*BSPF, Maison de l'archéologie et de l'ethnologie*

*Pôle éditorial, boîte 41, 21 allée de l'Université, 92023 Nanterre cedex*

1. PERSONNES PHYSIQUES	Zone €**	Hors zone €
Adhésion à la <i>Société préhistorique française</i> et abonnement au <i>Bulletin de la Société préhistorique française</i>		
▶ tarif réduit (premier abonnement, étudiants, moins de 26 ans, demandeurs d'emploi, membres de la Prehistoric Society***)	<input type="checkbox"/> 40 €	<input type="checkbox"/> 45 €
▶ abonnement / renouvellement	<input type="checkbox"/> 75 €	<input type="checkbox"/> 80 €
<b>OU</b>		
Abonnement au <i>Bulletin de la Société préhistorique française</i>		
▶ abonnement annuel (sans adhésion)	<input type="checkbox"/> 85 €	<input type="checkbox"/> 90 €
<b>OU</b>		
Adhésion à la <i>Société préhistorique française</i>		
▶ cotisation annuelle	<input type="checkbox"/> 25 €	<input type="checkbox"/> 25 €
2. PERSONNES MORALES		
Abonnement au <i>Bulletin de la Société préhistorique française</i>		
▶ associations archéologiques françaises	<input type="checkbox"/> 110 €	
▶ autres personnes morales	<input type="checkbox"/> 145 €	<input type="checkbox"/> 155 €
Adhésion à la <i>Société préhistorique française</i>		
▶ cotisation annuelle	<input type="checkbox"/> 25 €	<input type="checkbox"/> 25 €

NOM : ..... PRÉNOM : .....

ADRESSE COMPLÈTE : .....

TÉLÉPHONE : ..... DATE DE NAISSANCE : \_ \_ / \_ \_ / \_ \_ \_ \_

E-MAIL : .....

VOUS ÊTES :  « professionnel » (votre organisme de rattachement) : .....

« bénévole »  « étudiant »  « autre » (préciser) : .....

Date d'adhésion et / ou d'abonnement : \_ \_ / \_ \_ / \_ \_

Merci d'indiquer les période(s) ou domaine(s) qui vous intéresse(nt) plus particulièrement :

.....

Date ....., signature :

Les chèques doivent être libellés au nom de la Société préhistorique française. Le paiement par **carte de crédit** est bienvenu (Visa, Mastercard et Eurocard) ainsi que le paiement par **virement** à La Banque Postale • Paris IDF centre financier • 11, rue Bourseul, 75900 Paris cedex 15, France • RIB : 20041 00001 0040644J020 86 • IBAN : FR 07 2004 1000 0100 4064 4J02 086 • BIC : PSSTFRPPPAR.

Toute réclamation d'un bulletin non reçu de l'abonnement en cours doit se faire au plus tard dans l'année qui suit. Merci de toujours envoyer une enveloppe timbrée (tarif en vigueur) avec vos coordonnées lorsque vous souhaitez recevoir un reçu fiscal et/ou une facture acquittée et/ou le timbre SPF de l'année en cours, et au besoin une nouvelle carte de membre.

N° de carte bancaire : \_ \_ \_ \_ \_

Cryptogramme (3 derniers chiffres) : \_ \_ \_ Date d'expiration : \_ \_ / \_ \_ signature :

\* : Pour une meilleure gestion de l'association, merci de bien vouloir envoyer par courrier ou par e-mail en fin d'année, ou en tout début de la nouvelle année, votre lettre de démission.

\*\* : Zone euro de l'Union européenne : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Pays-Bas, Portugal, Slovaquie, Slovénie.

\*\*\* : Pour les moins de 26 ans, joindre une copie d'une pièce d'identité; pour les demandeurs d'emploi, joindre un justificatif de Pôle emploi; pour les membres de la Prehistoric Society, joindre une copie de la carte de membre; le tarif « premier abonnement » profite exclusivement à des membres qui s'abonnent pour la toute première fois et est valable un an uniquement (ne concerne pas les réabonnements).



RESSOURCES LITHIQUES,  
PRODUCTIONS ET TRANSFERTS  
ENTRE ALPES  
ET MÉDITERRANÉE

ACTES DE LA SÉANCE  
DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE  
NICE  
28-29 MARS 2013

Textes publiés sous la direction de  
Antonin TOMASSO, Didier BINDER, Gabriele MARTINO,  
Guillaume PORRAZ, Patrick SIMON et Nicolas NAUDINOT

SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

5

RESSOURCES LITHIQUES,  
PRODUCTIONS ET TRANSFERTS  
ENTRE ALPES ET MÉDITERRANÉE

ACTES DE LA JOURNÉE DE LA SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE FRANÇAISE

NICE

28-29 MARS 2013

Textes publiés sous la direction de

**Antonin TOMASSO, Didier BINDER, Gabriele MARTINO, Guillaume PORRAZ,**

**Patrick SIMON et Nicolas NAUDINOT**



Société préhistorique française

Paris

2016

**Les « Séances de la Société préhistorique française »  
sont des publications en ligne disponibles sur :**

**[www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)**

**Illustration de couverture :** Carole Cheval, [artcheograph.fr](http://artcheograph.fr).



Responsables des réunions scientifiques de la SPF :  
Jacques Jaubert, José Gomez de Soto, Jean-Pierre Fagnart et Cyril Montoya  
Directeur de la publication : Jean-Marc Pétillon  
Secrétariat de rédaction, maquette et mise en page : Martin Sauvage et Frank Barbery (CNRS, USR 3225, Nanterre)  
Correction et vérification : Karolin Mazurié de Keroualin  
Mise en ligne : Ludovic Mevel



**Société préhistorique française**  
(reconnue d'utilité publique, décret du 28 juillet 1910). Grand Prix de l'Archéologie 1982.  
Siège social : 22, rue Saint-Ambroise, 75011 Paris  
Tél. : 01 43 57 16 97 – Fax : 01 43 57 73 95 – Mél. : [spf@prehistoire.org](mailto:spf@prehistoire.org)  
Site internet : [www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)

*Adresse de gestion et de correspondance*

Maison de l'archéologie et de l'ethnologie,  
Pôle éditorial, boîte 41, 21 allée de l'Université, F-92023 Nanterre cedex  
Tél. : 01 46 69 24 44  
La Banque Postale Paris 406-44 J

Publié avec le concours du ministère de la Culture et de la Communication (sous-direction de l'Archéologie),  
du Centre national de la recherche scientifique,  
de l'université Nice - Sophia Antipolis,  
de l'UMR 7264 « Cultures et environnements, Préhistoire, Antiquité, Moyen Âge (CEPAM) », Nice - Sophia Antipolis  
et de la Maison des sciences de l'homme et de la société Sud-Est, Nice.

© Société préhistorique française, Paris, 2016.  
Tous droits réservés, reproduction et diffusion interdite sans autorisation.

Dépôt légal : 2<sup>e</sup> trimestre 2016

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-64-4 (en ligne)

# SOMMAIRE

Antonin TOMASSO, Didier BINDER, Gabriele MARTINO, Guillaume PORRAZ, Patrick SIMON et Nicolas NAUDINOT — <b>Introduction</b> .....	7
--	---

## PREMIÈRE PARTIE RESSOURCES LITHIQUES ENTRE ALPES ET MÉDITERRANÉE

Antonin TOMASSO, Didier BINDER, Gabriele MARTINO, Guillaume PORRAZ et Patrick SIMON, avec la collaboration de Michèle BARBIER, Maryse BLET-LEMARQUAND, Mario DINI †, Raphaëlle GUILBERT, Vanessa LÉA, Jean MILLOT, Caroline SIMONUCCI et Carlo TOZZI — <b>Entre Rhône et Apennins : le référentiel MP-ALP, matières premières de Provence et de l'arc Liguro-provençal</b> .....	11
Fabio NEGRINO, Elisabetta STARNINI and Stefano BERTOLA — <b>Red Radiolarite Availability in Western Liguria? A Challenging Enigma from Ortovero (Savona, Liguria, Northern Italy)</b> .....	45
Stefano BERTOLA — <b>Southern Alpine (Trento Plateau) and Northern Apennine flints: Ages, Distribution and Petrography</b> .....	55
Gabriele MARTINO, Domenico LO VETRO, Franz LIVIO, Francesco TRENTI, Pasquino PALLECCHI, Ivo RIGAMONTI et Daria Giuseppina BIANCHERI — <b>Premières notions de géologie et caractérisation des ressources lithiques de Lombardie occidentale</b> .....	77
Pierre ROSTAN et Éric THIRAULT, avec la collaboration de Paul FERNANDES, Bernard MOULIN, Betty NICOLLE, Stéphanie THIÉBAULT et Joël VITAL — <b>L'usage du quartz hyalin dans les Alpes durant la Préhistoire : une vue d'ensemble. Nouvelles données en Oisans (Isère et Hautes-Alpes)</b> .....	97
Paul FERNANDES, Christophe TUFFERY, Didier BINDER, Céline LEANDRI-BRESSY, Jean-Pierre BRACCO, Pascal TALLET, André MORALA, Alain TURQ, Gourguen DAVTIAN, Jean-Baptiste CAVERNE, Denis DALPHINET, Vincent DELVIGNE, Jérémy LIAGRE, Stéphane GAILLOT, Dominique MILLET, Françoise MILLET, Michel PIBOULE, Régis PICAUVET, Patrick SCHMIDT, Antonin TOMASSO, Jehanne AFFOLTER, Frédéric BAZILE, Jean-François GARNIER, Pierre BINTZ, Geneviève PINÇON et Jean-Paul RAYNAL, — <b>Les formations à silex dans le Sud de la France : élaboration en multipartenariat d'une base de données géoréférencées, premiers résultats</b> .....	137

## SECONDE PARTIE PRODUCTIONS ET TRANSFERTS ENTRE ALPES ET MÉDITERRANÉE

Elena ROSSONI-NOTTER et Patrick SIMON — <b>Pétoarchéologie et techno-économie : pour une valorisation des collections moustériennes des Balzi Rossi (Grimaldi, Vintimille, Ligurie, Italie)</b> .....	153
Francesca ROMAGNOLI, Francesco TRENTI, Lorenzo NANNINI, Leonardo CARMIGNANI, Giulia RICCI, Domenico LO VETRO, Fabio MARTINI and Lucia SARTI — <b>Raw-Material Procurement and Productive Sequences in the Palaeolithic of Southern Italy: the Tyrrhenian and Ionian Areas. An Integrated Approach to the Reconstruction of Human Behaviour</b> .....	185

---

<b>Ludovic MEVEL et Jehanne AFFOLTER — Premier de cordée? De l'origine des matières premières à la caractérisation des peuplements préhistoriques. L'exemple du repeuplement des Alpes du Nord pendant le Magdalénien .....</b>	<b>207</b>
<b>Ursula WIERER and Stefano BERTOLA — The Sauveterrian Chert Assemblage of Galgenbühel, Dos de la Forca (Adige Valley, South Tyrol, Italy): Procurement Areas, Reduction Sequences, Tool Making .....</b>	<b>229</b>
<b>Massimo TARANTINI, Giacomo ERAMO, Alessandro MONNO, Italo Maria MUNTONI — Gargano Promontory Flint: mining practices and archaeometric characterisation .....</b>	<b>257</b>
<b>Céline BRESSY-LEANDRI — Caractérisation et provenance des silex de sites néolithiques corses .....</b>	<b>277</b>
<b>Didier BINDER— Approvisionnement et gestion des outillages lithiques au Néolithique : l'exemple de Nice « Giribaldi » en Provence orientale .....</b>	<b>289</b>
<b>Adriana MORONI, Biancamaria ARANGUREN, Alessandra CASINI, Armando COSTANTINI, Giuditta GRANDINETTI, Sem SCARAMUCCI and Paolo GAMBASSINI— The Prehistoric Quarry of La Pietra (Roccastrada, Grosseto, Tuscany). Copper Age Lithic Workshops and the Production of Bifacial Points in Central Italy .....</b>	<b>313</b>



*Ressources lithiques, productions et transferts entre Alpes et Méditerranée*  
Actes de la journée de la Société préhistorique française de Nice, 28-29 mars 2013  
Textes publiés sous la direction de  
Antonin TOMASSO, Didier BINDER, Gabriele MARTINO, Guillaume PORRAZ,  
Patrick SIMON et Nicolas NAUDINOT  
Paris, Société préhistorique française, 2016  
(Séances de la Société préhistorique française, 5)  
p. 97-136  
[www.prehistoire.org](http://www.prehistoire.org)  
ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-913745-2-913745-64-4

# L'usage du quartz hyalin dans les Alpes durant la Préhistoire : une vue d'ensemble.

## Nouvelles données en Oisans (Isère et Hautes-Alpes)

Pierre ROSTAN et Éric THIRAULT

avec la collaboration de Paul FERNANDES, Bernard MOULIN, Betty NICOLLE,  
Stéphanie THIÉBAULT et Joël VITAL

**Résumé :** L'usage du quartz hyalin comme support d'outils est connu depuis longtemps des préhistoriens, et cette spécificité est considérée comme un marqueur dans les Alpes occidentales. Les travaux antérieurs ont essentiellement porté sur la technologie de débitage et la typologie des outils du Mésolithique et du Néolithique, plus récemment sur les modalités de circulation de ce matériau (travaux de M.-R. Sauter, A. Gallay, M. Honegger, V. Brisotto). Les analyses des inclusions fluides menées par S. Cousseran ont permis de démontrer la diversité des sources d'approvisionnement, mais, jusqu'il y a peu, personne n'avait pu découvrir de site d'extraction préhistorique, et le débat sur les modalités de cet approvisionnement, à savoir s'il avait lieu directement dans les filons ou dans des dépôts secondaires, restait ouvert.

Les prospections menées par P. Rostan depuis une quinzaine d'années dans les Alpes du Sud françaises, complétées par des sondages menés en collaboration avec É. Thirault ainsi qu'une extension des recherches vers les Alpes du Nord, renouvellent entièrement la question. Il apparaît que l'Oisans constitue une région d'extraction intense, avec plus de cent quarante points documentés ; plus au nord, des champs extractifs sont en cours de reconnaissance en Maurienne, en Tarentaise et en Beaufortain. D'après les calculs effectués sur les cristallières les mieux documentées, les quantités de cristaux extraits sont très importantes (deux millions pour l'Oisans) et les gîtes accessibles avec les moyens techniques préhistoriques ont tous été exploités. Ces constats permettent de démontrer que les Préhistoriques ont effectué des prospections et des extractions systématiques, jusqu'à l'épuisement des ressources accessibles. La principale technique utilisée durant la Préhistoire était la taille au feu, mise en œuvre pour élargir les filons de quartz afin d'accéder à ces géodes invisibles en surface.

La datation de ces exploitations anciennes est un problème ardu. En Oisans, les dates radiocarbones disponibles et une étude plus approfondie de deux sites, le plateau d'Emparis à La Grave (Hautes-Alpes), entre 2200 et 2500 m d'altitude, et le Ribot à Huez-en-Oisans (Isère), à 1200 m d'altitude, permettent de certifier des exploitations du VI<sup>e</sup> au III<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. Cette fourchette de datation correspond à la période de circulation majeure du quartz hyalin dans le Sud-Est de la France. La quête du quartz hyalin constitue donc une motivation sérieuse pour fréquenter la montagne, dans des régions jusqu'à ce jour quasiment vierges de vestiges préhistoriques.

**Mots-clés :** quartz hyalin, gîtes, prospections, Alpes, Oisans, Néolithique.

**Abstract:** The use of hyaline quartz for tool-making has long been known by prehistorians, and this practice is considered as being specific to the western Alps. Previous works have focused mainly on Mesolithic and Neolithic knapping technology and tool typology, and more recently on the circulation patterns of this material (works of M.-R. Sauter, A. Gallay, M. Honegger, and V. Brisotto). The analyses of the fluid inclusions carried out by S. Cousseran demonstrated a diversity of procurement sources, but until recently the prehistoric extraction sites could not be identified, and the debate as to whether procurement consisted of the mining of quartz veins or of material collection in secondary deposits remained open.

Field surveys directed by P. Rostan over nearly fifteen years in the French Southern Alps, completed by trial trench evaluations together with É. Thirault and the extension of the research to the northern Alps, totally renewed the question. It appears that Oisans was a region of intensive extraction, consisting of almost one hundred and forty documented sites; further to the north, extraction fields in the Maurienne, Tarentaise and Beaufortain regions are currently undergoing identification. According to calculations carried out on the

best documented crystal quarries, the amounts of crystals extracted are very significant (several millions at least for the Oisans region), and the sites that would have been accessible with prehistoric technical means have all been exploited. These observations demonstrate that prehistoric people organised systematic prospecting and extraction, to the point of exhausting the accessible resources. The main technique implemented during prehistory was fire-setting, used to enlarge the quartz veins in order to access the geodes hidden under the surface.

The dating of these prehistoric extraction fields is a great problem. In the Oisans region, the available radiocarbon dates as well as the more detailed study of two sites—the Emparis plateau at La Grave (Hautes-Alpes), between 2200 and 2500 m altitude, and the Ribot at Huez-en-Oisans (Isère) at 1200 m altitude—made it possible to place these extractions during the 6th and the 3rd millennium BC. This time interval corresponds to the main period of circulation of hyaline quartz in southwestern France. The search for hyaline quartz was therefore a serious motivation for exploring the mountains in Neolithic times in regions that are still lacking prehistoric remains.

**Keywords:** hyaline quartz, sources, surveys, Alps, Oisans region, Neolithic.

**L**ES ALPES sont connues des minéralogistes pour l'abondance des ressources en cristal de roche, sous différentes formes (Meisser et Meisser-Issenring, 1997). Depuis les travaux de Marc-Rodolphe Sauter en Valais, Suisse (Sauter, 1959), les préhistoriens reconnaissent l'importance de ce matériau dans les industries taillées, ressource qui prend place, au même titre que le silex, parmi les roches siliceuses recherchées par les hommes. Les études consacrées au quartz hyalin dans les Alpes peuvent être réparties, de manière un peu arbitraire, en trois familles : les inventaires régionaux, les études typotechnologiques et, parfois fonctionnelles, les recherches de provenance.

Aucune enquête documentaire exhaustive n'a jamais été effectuée sur la totalité de l'arc alpin, ni même dans un seul des pays qui le composent. De ce fait, il est impossible de présenter une synthèse sur la présence du quartz hyalin dans les séries préhistoriques alpines. Des bilans régionaux existent néanmoins, qui permettent de se faire, selon les cas, une idée plus ou moins précise de la question. Le point proposé ici constitue donc un bilan d'étape et une base pour de futures recherches.

En outre, aucune recherche systématique n'avait, avant la présente enquête, été entreprise sur la question des gîtes exploités. Nous présentons donc, en second lieu, les découvertes de la dernière décennie et les implications sur la compréhension des modalités d'acquisition et les réseaux de circulation du quartz hyalin.

## LE QUARTZ HYALIN : DEFINITIONS ET QUALITES

### Définitions

Pour tailler leurs outils, les hommes de la Préhistoire ont recherché une très vaste gamme de roches et de minéraux riches en silicium, plus ou moins combiné avec l'oxygène. Les minéraux ainsi constitués, le quartz en premier lieu (mais aussi l'opale), sont en effet de grande dureté (7 sur l'échelle de Mohs) et sont largement répandus sur la terre. Les cristaux de quartz peuvent prendre de multiples formes et dimensions. Ainsi, dans nombre de roches, les quartz sont xénomorphes, c'est-à-dire que leur

morphologie est conditionnée par l'espace disponible lors de leur cristallisation.

Dans le cas du cristal de roche, la cristallisation s'effectue, dans les cas parfaits, sans contrainte spatiale et de ce fait, le cristal est dit automorphe, c'est-à-dire que son apparence externe reflète sa structure interne. Un cristal de roche est constitué par l'assemblage de trois formes géométriques, issues de la combinaison moléculaire du  $\text{SiO}_2$  : un prisme hexagonal et deux rhomboèdres. Le résultat est un prisme hexagonal terminé, à chaque extrémité, par un pyramidion.

Dans la nature, il est rare que le cristal affecte une forme parfaite. Si les angles entre les faces sont toujours respectés, les dimensions et les rapports entre les faces varient grandement. Entre autres, si le cristal se développe sur un support, un seul pyramidion existe et l'extrémité proximale est le plus souvent laiteuse (fig. 1). Les cristaux automorphes peuvent être purs donc transparents (hyalins) ou, au contraire, contenir des inclusions plus ou moins denses qui en modifient la couleur et la translucidité. Dans les Alpes, le cristal recherché durant la Préhistoire est automorphe et hyalin.

### Les caractéristiques principales du quartz hyalin : atouts et faiblesses

Le quartz hyalin est anisotrope et son aptitude à la taille varie selon l'orientation par rapport à l'axe du cristal. Globalement, l'aptitude à la taille est bonne, du fait, contrairement aux principaux minéraux silicatés, du clivage très difficile du quartz entraînant une cassure conchoïdale. Néanmoins, la conduite du débitage s'avère difficile et nombre d'éclats et de cassons démontrent la difficulté à contrôler le détachement. Le caractère hyalin ne se rencontre dans le massif alpin que dans des cavités où les cristaux ont pu librement s'exprimer ; les quartz massifs et sans formes cristallines exprimées, notamment filoniens ou en remplissage intégral de fissures, peuvent être plus moins limpides mais ne présentent pas une homogénéité et une finesse de la matière qui permettent leur débitage avec autant de régularité que les cristaux hyalins.

Le caractère hyalin ne se trouve ainsi sans doute pas être un critère recherché pour lui-même mais parce qu'il indique la bonne aptitude à la taille et présente ainsi une



Fig. 1 – Exemples de cristaux automorphes issus de filons de l’Oisans, la base est laiteuse. Échelle en centimètres (collecte P. Rostan, cliché É. Thirault).

*Fig. 1 – Examples of automorphous crystals stemming from veins in the Oisans region, the base is milky. Scale in centimetres (collecting P. Rostan, photograph É. Thirault).*

condition nécessaire pour permettre un parfait débitage. Mais les cristaux constituent des objets naturellement préformés, en particulier pour le débitage de lamelles, avec des arêtes qui peuvent servir de guide pour le détachement. Ainsi, si le gîte exploité offre une gamme de dimensions variées, le tailleur peut en tirer parti selon son intention : moyen module pour le débitage de lamelles, plus gros module pour celui d’éclats.

La dureté du cristal et sa résistance à l’usure semblent aussi des critères de choix non négligeables. Un autre avantage est à souligner : les cristaux, du moins ceux qui ont été sélectionnés durant la Préhistoire, sont faciles à transporter, car de faibles masse et encombrement.

### La configuration sur les gîtes

Les quartz formés dans des filons, qu’ils soient sédimentaires ou cristallins, peuvent être libres, c’est-à-dire formés à partir d’un germe flottant dans la cavité géodique, et dans ce cas, ils sont bipyramidés, ou bien ils croissent à partir d’un germe sur l’éponte ou sur la paroi de quartz massif, et se développent préférentiellement de manière perpendiculaire à ce support. Ils ne présentent alors qu’un

seul pyramidion, et leur base peut être complexe : souvent laiteuse, avec plusieurs cristaux enchâssés. Parfois, des événements tectoniques survenus lors de leur formation ont entraîné le bris des cristaux, qui sont tombés et ont ensuite été recouverts par de nouveaux cristaux. Ainsi, dans les cavités géodiques, la forme, la dimension et le nombre des cristaux peuvent être fort variables. Le plus souvent, le vide restant est comblé de manière plus ou moins complète par un limon ou une argile qui emballe des cristaux. Le tout peut présenter un bel aspect, une fois dégagé par l’érosion et nettoyé par les pluies, mais le plus souvent, une cavité géodique apparaît de manière discrète à l’affleurement (fig. 2).

Une cavité géodique filonienne, telles celles connues en Oisans, peut avoir un volume de plusieurs mètres cubes et fournir plusieurs milliers de cristaux, dont le tri est indispensable pour choisir ceux qui conviennent aux besoins des tailleurs.

Les quartz non filoniens, formés dans les fissures des séries sédimentaires préalpines, sont le plus souvent bipyramidés et de très petite taille. Leur collecte est plus aléatoire, car ils sont peu nombreux à l’affleurement, mais, *a contrario*, leur caractère insolite attire l’attention dans ces contextes sédimentaires.



Fig. 2 – Une cavité géodique dans un filon de quartz, mise au jour par le retrait glaciaire actuel en Oisans. Noter les cristaux de quartz en place sur les parois de la cavité, emballés dans une argile de colmatage (prospection et cliché P. Rostan).

Fig. 2 – A geodic cavity in a quartz vein, uncovered by the current retreat of the glacier in Oisans. It should be noted that the quartz crystals are still in place on the walls of the cavity, embedded in sealing clay (survey and photograph P. Rostan).

### LES RESSOURCES ALPINES : LE RÔLE DU SOCLE CRISTALLIN DES MASSIFS EXTERNES

Dans les Alpes, les ressources en quartz automorphes sont nombreuses, mais leurs caractéristiques sont très variables (Rostan, 2002a, 2005 et 2007). Il est donc nécessaire, en premier lieu, de rappeler les critères de choix pour les hommes préhistoriques, avant de rechercher les sources potentielles qui remplissent les conditions requises.

#### Les critères de choix préhistoriques

##### *Les contraintes physiques sur les cristaux*

Dans les Alpes occidentales, les cristaux sont utilisés essentiellement pour le débitage. Les choix se portent donc sur des prismes hyalins (voir supra). Les dimen-

sions requises sont difficiles à préciser, mais l'examen des collections archéologiques indique que des prismes de section inférieure à 1 cm environ ne sont pas débités, même s'ils sont présents sur les sites récepteurs. *A contrario*, il semble que les dimensions maximales dépendent des intentions du tailleur : pour le débitage de lamelles sans décortilage, les sections sont de l'ordre de 2-3 cm ; pour les méthodes plus élaborées identifiées en Valais, les sections sont supérieures (Honegger, 2011). En outre, il est plus difficile de mesurer les dimensions initiales des prismes débités sous forme d'éclats, lesquels peuvent être de plus grande section encore. Néanmoins, il semble que les prismes de grandes dimensions (plus de 5 cm de section ?) ne sont pas recherchés, sans doute pour des questions de facilité de débitage. D'après le mobilier archéologique, ces cristaux ne sont pas les plus fréquents en Oisans mais se trouvent par contre plus recherchés dans les Alpes suisses.

L'allongement des cristaux est aussi un critère de choix : une longueur au moins équivalente à la section semble être recherchée, avec parfois des allongements importants. Ceci est sans doute lié à la nature même des cristaux filoniens (les plus recherchés, voir *infra*) : leur base, quand ils sont ancrés sur une paroi, est le plus souvent laiteuse, donc beaucoup moins propice à la taille (fig. 1).

Au Néolithique, mais surtout dans le Néolithique final de Provence et du Languedoc, certains cristaux sont utilisés comme éléments de parure. Il s'agit de petits cristaux, hyalins ou colorés, qui sont parfois façonnés en perle, mais le plus souvent, qui sont utilisés entiers, percés ou non. Dans ce cas, c'est bien la forme régulière du prisme surmonté de son pyramidion qui est recherchée, et les dimensions requises peuvent être faibles, moins de 1 cm de section (Barge et Carry, 1986). La question de la provenance de ces cristaux, choisis pour des raisons a priori d'esthétique, se pose donc de manière différente que pour les pièces à débiter et ne sera pas abordée ici.

##### *L'abondance de la ressource*

Le choix d'un gîte, primaire ou secondaire, repose aussi sur la quantité de cristaux taillables qu'il peut fournir. À partir de l'Azilien, au moins sur certains sites (La Balme-de-Thuy, par exemple : Ginestet *et al.*, 1984), il est difficile de parler d'une collecte aléatoire. Au vu du nombre de pièces et de la maîtrise de la matière dont témoignent les objets débités, il s'agit d'une industrie qui nécessite un approvisionnement délibéré à des sources connues. Il ne faut, en effet, jamais oublier que, en Préhistoire récente, les sites archéologiques que nous étudions ne représentent qu'une très faible part des occupations contemporaines. En conséquence, la probabilité pour qu'un comportement observé sur de tels sites soit exceptionnel est très faible. Dit autrement, puisque dans l'Azilien et le Mésolithique de La Balme-de-Thuy, le quartz hyalin est débité de manière intensive, il est hautement probable qu'à échelle locale au moins, ces choix soient généralisés. Ceci implique donc l'acquisition de quantités importantes de cristaux, donc un approvisionnement conséquent.

Il n'est évidemment pas impossible que la découverte fortuite de beaux prismes, à la faveur d'autres activités, conduise à leur collecte. Mais, pour assurer un approvisionnement régulier, seuls des gîtes capables de livrer des centaines de cristaux taillables peuvent convenir. Les gîtes primaires sont donc les sources principales d'approvisionnement, dans tous les cas où l'usage du quartz hyalin dépasse l'anecdote.

La revue des mentions de quartz hyalin de la part des géologues et des minéralogistes ne suffit pas à documenter les ressources potentiellement mises à profit durant la Préhistoire. Il est nécessaire de retourner sur le terrain pour qualifier et quantifier ces ressources, et ainsi les hiérarchiser par rapport aux besoins des hommes préhistoriques. Néanmoins, il est nécessaire de préciser les conditions géologiques qui président à la formation de ces cristaux, pour savoir où les chercher. Dans les Alpes occidentales, deux grands types de genèse existent pour les cristaux : 1) les « fentes alpines », du socle cristallin et 2) les « fentes alpines » affectant les roches des couvertures sédimentaires déformées. Un important travail de prospection menée dans les Alpes du Sud, puis poursuivi dans les Alpes du Nord françaises permet aujourd'hui de dresser un bilan critique des ressources en quartz hyalin des Alpes françaises (Rostan 2002a, 2005 et 2007). Il en ressort que, si les quartz d'habitus fenêtré (rencontrés dans des fissures des roches d'origine sédimentaires des Préalpes) sont bien attestés dans les séries archéologiques en Provence, ils ne constituent pas la majeure partie des approvisionnements. Il en est de même en Dauphiné, où S. Cousseran a démontré par l'analyse des inclusions fluides que les quartz sédimentaires sont d'une utilisation très marginale (Cousseran, 1999, 2000 et 2001 ; Cousseran *et al.*, 1998). Les fentes des séries gréseuses des zones alpines livrent des cristaux d'habitus prismatiques classiques mais toujours en petits volumes à l'inverse des filons de quartz, présents quasi-exclusivement dans le socle des massifs cristallins alpins. Il s'avère donc que le socle cristallin externe est la source potentielle principale pour le quartz hyalin des Alpes françaises.

### **Le socle cristallin : un réservoir primordial de cristaux dans les Alpes françaises**

Les massifs cristallins externes des Alpes sont le lieu de prédilection pour les cristallisations du quartz utilisé durant la Préhistoire, mais, de manière très variable selon les massifs (Rostan, 2005 et 2007 ; ici : fig. 3).

- dans le Permien des hautes vallées de la Roya et de la Vésubie, des fissures avec rares petits cristaux de 2-3 cm de longueur maximale ;

- dans les roches magmatiques et métamorphiques des vallées de la Vésubie et de la Tinée, des fissures de faible extension avec des cristaux peu abondants pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur.

Le socle cristallin de Pelvoux-Grandes Rousses-Taillefer-Belledonne est le secteur le plus favorable pour le quartz hyalin. À ce jour, la prospection systématique n'a concerné que les deux premiers massifs cités, mais les

résultats sont éloquentes (Rostan, 2005 et 2007 ; Moulin *et al.*, 2012). Les filons se développent dans le socle, près du contact avec le Trias. Ils sont absents sur la partie sud du Pelvoux et sont bien développés sur la retombée nord (en Oisans) et dans les massifs précités jusqu'en Tarentaise. Les filons de quartz sont souvent subverticaux et perpendiculaires au contact, et le quartz est l'espèce minérale dominante. Il s'agit donc, dans cette région, d'une ressource abondante et facile à trouver, pour peu que les connaissances minimales de gîtologie soient acquises.

Dans ces filons, le quartz automorphe se développe dans des cavités géodiques qui peuvent dépasser le mètre cube de volume, disposées en chapelet le long du filon, ou occupant des fissures. Le quartz hyalin est d'habitus prismatique et allongé, parfois avec habitus du Dauphiné, de 10 cm de long maximum en général pour une section de prisme qui ne dépasse guère quelques centimètres. La chlorite est souvent présente, en quantité et sous des formes variables : feutrage ou tapis indépendant du quartz, inclusions dans la masse du cristal, etc.

En Oisans, un inventaire détaillé des gîtes et des exploitations a été entrepris récemment et se trouve présenté en détail ci-dessous (Rostan, 2002b, 2003a, 2003b, 2004a et 2004b).

Plus au nord, les prospections ne sont pas encore complètes. Des données existent cependant pour la Maurienne : le massif cristallin du Grand Châtelard au-dessus de Saint-Jean-de-Maurienne (1 700-2 150 m), recèle des filons tout à fait similaires à ceux de l'Oisans, qui ont été exploités à une période ancienne (inédit). En Tarentaise, les prospections préliminaires engagées dans le secteur géologiquement le plus favorable, entre le col de la Madeleine, la Lauzière et le Grand Mont confirment l'extension des filons à cavités géodiques minéralisées jusqu'au Beaufortain, avec, incidemment, la reconnaissance d'exploitations anciennes (Rostan, 2008). Plus au nord encore, en Beaufortain, Aiguilles Rouges, Mont-Blanc, ainsi, à l'ouest, en Belledonne et dans le Taillefer, tout reste à faire, mais autant les données géologiques que les résultats de l'analyse des inclusions fluides plaident pour l'abondance des ressources et leur mise à profit durant la Préhistoire récente.

Les ressources du versant alpin italien, quant à elles, se trouvent en cours d'appréciation.

## **LA MISE À PROFIT DU QUARTZ HYALIN : BREF BILAN CHRONOLOGIQUE POUR LES ALPES OCCIDENTALES**

### **Chronologie**

L'usage du quartz hyalin dans les Alpes françaises, suisses et italiennes a récemment fait l'objet d'un bilan chronologique (Thirault, 2013) qui complète les données déjà publiées (Brisotto, 1998 et 1999 ; Baroni, 2003 ; Honegger, 2001). Nous en synthétisons ici les principaux résultats :

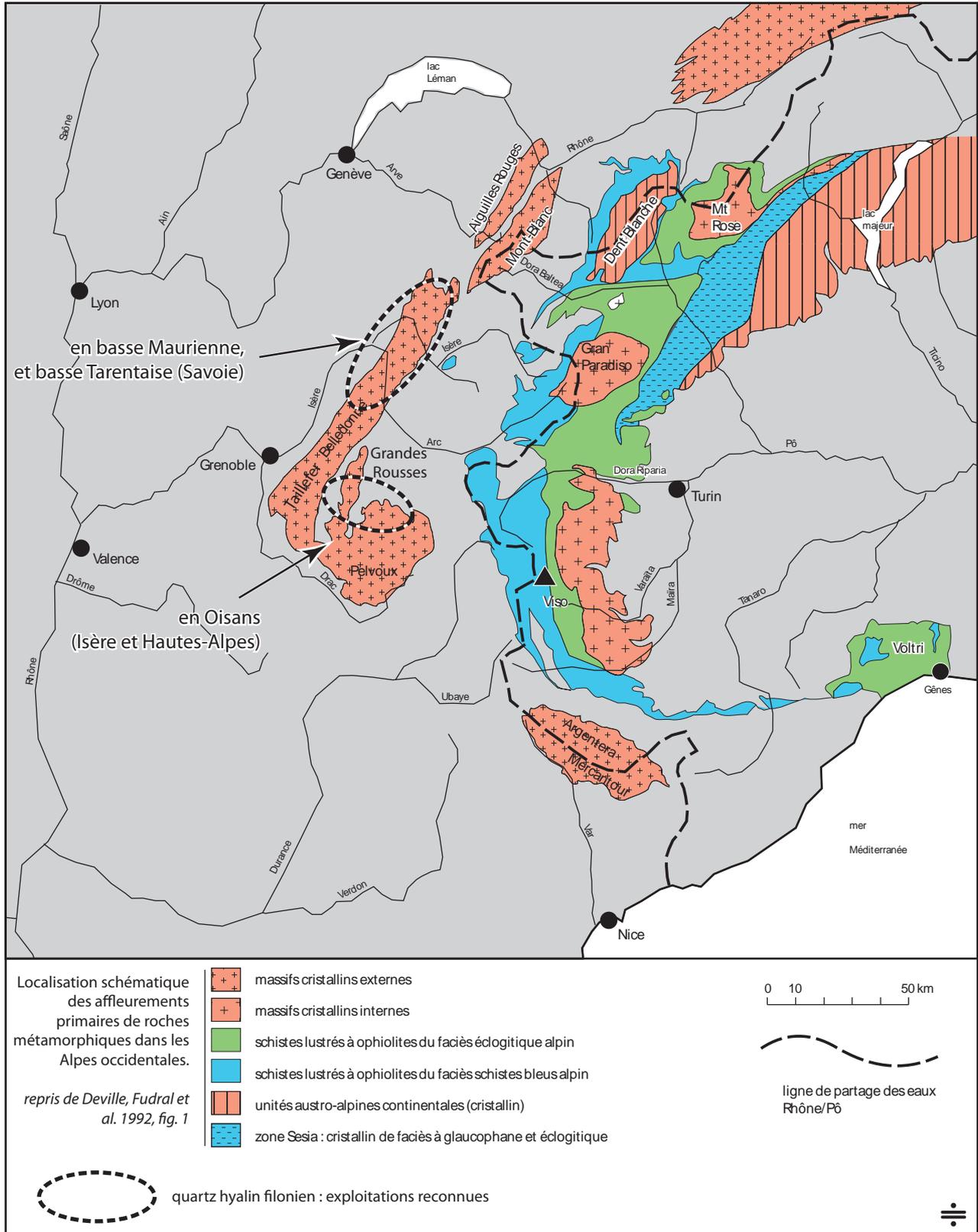


Fig. 3 – Les exploitations de quartz hyalin filonien reconnues à ce jour dans les Alpes occidentales : report sur fond géologique simplifié (carte É. Thirault).

Fig. 3 – The exploitation veins of hyaline quartz known to date in the Western Alps: mapping on simplified geological background (map É. Thirault).

– le quartz hyalin fait une apparition timide dans le Magdalénien supérieur des Alpes françaises, sur des sites des Préalpes ; il en est de même dans l'Épigravettien d'Italie centrale alpine ;

– en Savoie, une industrie notable est attestée durant l'Azilien, surtout à La Balme-de-Thuy (Ginestet *et al.*, 1984), sans doute en lien avec des ressources spécifiques ;

– une véritable industrie se développe durant le « premier Mésolithique » dans les trois pays concernés : le fait est patent sur les sites implantés dans les Alpes cristallines ou à proximité. Il est également net sur les sites pré-alpins, avec des taux de présence bien moindres, mais qui témoignent de la vitalité des circulations de matériaux. La présence de débitage de lamelles montre la parfaite adaptation des tailleurs à ce matériau ;

– au Mésolithique récent au contraire, la documentation semble faire défaut, mais l'enquête devrait être approfondie pour statuer sur ce point ;

– au Néolithique ancien, l'industrie du quartz hyalin semble se développer de nouveau, si on en croit les données acquises sur les sites pré-alpins ; mais la documentation manque pour les régions cristallines. Cependant, c'est à ce moment-là que le quartz hyalin apparaît dans nombre de sites du Sud-Est de la France ;

– au Néolithique moyen, les données intra-alpines, tant en Valais qu'en Savoie, démontrent l'intensité de l'usage du quartz hyalin et sa mise en circulation loin des sources (Sud-Est de la France, plateau Suisse). Le débitage de lamelles et de petites lames, pour partie au moins par pression, atteste là encore l'adaptation des tailleurs au matériau. On relève cependant des méthodes de préparation et de détachement différentes selon les sites ;

– après le Chasséen et le Cortaillod, la circulation et l'usage de ce matériau se restructurent en profondeur : usage pour le débitage dans les secteurs intra-alpins (Valais, Savoie) ; emploi comme parure ailleurs, dans les anciennes régions de circulation.

### Déductions et questions

Deux constats peuvent être pointés de ce rapide survol :

1) En premier lieu, il existe des constantes diachroniques dans le taux de quartz hyalin sur les sites (fig. 4) : les occupations positionnées dans les massifs cristallins présentent des taux toujours bien supérieurs, et il est rare que les silex y soient prépondérants. Parfois même, seul le quartz hyalin est employé. Inversement, le taux décroît dans les vallées préalpines et dans les reliefs sédimentaires externes. Ce fait, compris par nombre d'auteurs, a induit trois idées :

– le quartz hyalin serait un matériau de remplacement du silex là où il est absent ou rare ;

– il proviendrait de gîtes filoniens à rechercher dans les massifs cristallins ;

– il serait de moins bonne aptitude à la taille, et serait donc un matériau de second choix.

Un site, l'abri de la Vieille Église à La Balme-de-Thuy, fait exception, à l'Azilien et au Mésolithique moyen, avec de forts taux d'emploi du quartz hyalin, hors zone cristalline. Néanmoins, lors de son étude de l'industrie,

P. Bintz notait que les deux types de silex utilisés en plus du quartz hyalin étaient une chaille grise locale de très mauvaise aptitude à la taille, employée abondamment, mais surtout pour le débitage d'éclats, avec peu d'outils ; et une chaille du Valanginien local de meilleure qualité, mais peu utilisée (Ginestet *et al.*, 1984, p. 327). Ainsi, au moins sur ce site, le quartz hyalin est bien le matériau de meilleure qualité sélectionné de préférence.

2) La vision diachronique plaide pour une nette arthmie dans la mise en circulation du quartz hyalin alpin :

– à l'Azilien et sans doute aussi durant l'Épigravettien italien, il s'agit d'une ressource utilisée parfois avec intensité, mais sur certains sites seulement. Dans ce cas, un lien pourrait être établi avec la découverte de gîtes précis, sans développement réel d'une circulation ;

– au Mésolithique moyen se produit une nette mise en circulation de ce matériau, avec, dans les Alpes cristallines, un emploi préférentiel qui ne se dément pas jusqu'à la fin du Néolithique ;

– après un possible recul au Mésolithique récent, dès le Néolithique ancien, les circulations à longue distance se mettent en place dès le Néolithique ancien dans le Sud-Est de la France, certes avec de très faibles quantités, mais sur un tel nombre de sites (avec un inventaire encore grandement insuffisant) qu'il ne peut s'agir que de réseaux bien établis.

### Éléments de problématiques

Ces constats plaident pour l'existence de fortes variations dans les accès aux ressources et probablement pour la mise à profit de gîtes différents dans le temps, ou du moins, des exploitations menées avec des modalités différentes. Un retour sur le terrain s'impose donc pour mettre au jour et caractériser les exploitations. Mais cette démarche n'a pas été privilégiée par les préhistoriens, qui ont préféré rechercher les provenances par la caractérisation des matériaux (analyse des inclusions fluides), laquelle n'a pas donné entière satisfaction, à cause des limites mêmes de la méthode, de la déficience du référentiel naturel et de l'arrêt des recherches de la part de la principale protagoniste de cette démarche appliquée à la Préhistoire (Cousseran, 1999, 2000 et 2001). Néanmoins, ces analyses ont permis des avancées notables. La démonstration est faite de la multiplicité des sources dans l'espace alpin français, avec une nette prépondérance pour les filons des massifs cristallins externes. Il est donc impossible de parler « du » quartz hyalin. Comme pour « le » silex, les ressources sont nombreuses dans les Alpes et elles ont été mises à profit en de multiples points.

Ainsi, même si le nombre de sites et d'objets analysés demeurent insuffisants, les données acquises au moyen des inclusions fluides démontrent l'existence de réseaux de circulation distincts, dont l'évolution chronologique n'est pas encore perçue. Pourtant, le changement d'échelle dans les circulations à partir du Néolithique ancien et durant tout le Néolithique moyen, implique une structuration forte des réseaux, qui a déjà été argumentée

en Suisse (Honegger, 2001). Il existe deux niveaux de circulation (fig. 4) :

- un niveau régional, où le quartz hyalin constitue un matériau prépondérant, car les sources sont proches, contrairement au silex ; ce niveau semble encore effectif au Néolithique final ;

- un niveau suprarégional où circulent des produits en très faible quantité, peut-être en accompagnement d'autres biens. Ce niveau est atteint au Néolithique ancien et moyen, mais semble disparaître après le Chasséen, du moins dans les Alpes françaises.

Le premier niveau doit probablement être subdivisé, si l'exemple du Valais et du lac Léman est pertinent pour les Alpes françaises (Honegger, 2001) : en effet, un gradient existe de l'est vers l'ouest, sans doute avec l'éloignement progressif des sources. En haut Valais, les prismes entiers sont nombreux sur les habitats au pied des reliefs (Rarogne) ; en Valais central (Sion), le débitage est très élaboré, avec l'adaptation des techniques de préparation des nucléus en silex bédouliens à des prismes en quartz de bonnes dimensions ; en bas Valais et à Genève dans le bassin lémanique, seules des lamelles parviennent sur les habitats. Il n'est pas certain que ce schéma soit valide pour les Alpes françaises, car il semble, premièrement, que les dimensions des prismes débités y soient inférieures, ne nécessitant pas de décorticage préalable et, deuxièmement, que des nucléus sont attestés sur des habitats éloignés des massifs cristallins.

Ainsi, une comparaison peut être établie avec le fonctionnement des réseaux de circulation de l'obsidienne et des silex bédouliens du Sud-Est de la France. Par comparaison avec l'obsidienne sarde, les Alpes internes seraient dans une situation « insulaire », à l'image de la Sardaigne, d'où partent des nucléus préformés en direction de la Corse et de la côte nord-méditerranéenne (Costa, 2007 ; Léa *et al.*, 2010). Mais la comparaison s'arrête là, car si l'obsidienne circule depuis la côte méditerranéenne avant tout sous la forme de lame(ille)s débitées, le quartz hyalin circule, lui, sous la forme de cristaux entiers. La comparaison avec les silex bédouliens semble plus pertinente : les ateliers inféodés aux gîtes du Sud de la Drôme et du Nord du Vaucluse sont bien distincts, du point de vue géographique, des habitats récepteurs de préformes prêtes à être débitées sous forme de lamelles pression (Léa, 2004 et 2005).

Plus encore, il semble bien qu'au Néolithique moyen, il existe un véritable transfert de technologies qui affecte les diverses productions précitées. Pour le quartz hyalin : « le débitage de lamelles en quartz mené sur les quelques sites du Valais central revêt une importance certaine, car c'est la seule production laminaire *sensu lato* attestée sur des habitats. Elle suppose une maîtrise technique à l'échelle domestique, que l'on ne trouve nulle part ailleurs en Suisse durant le Néolithique moyen et final » (Honegger, 2011, p. 174). Reprenant les conclusions de J. Pelegrin sur les débitages de lame(ille)s par pression, qui indique que l'apparition de la pression dans une région donnée peut être comprise comme un apport externe (Pelegrin, 1988), M. Honegger conclut « qu'en Valais, l'origine du débitage lamellaire est à rechercher dans la sphère chasséenne »,

où la maîtrise des méthodes de préformages et de débitage des lamelles est acquise (Honegger, 2011). En outre, des influences chasséennes sont perceptibles dans la céramique de ces mêmes sites valaisans.

Quartz hyalin, obsidienne, silex bédouliens : ces matériaux, avec des qualités physiques bien différentes, se prêtent bien à des productions investies et standardisées. L'appréciation commune, pour le quartz hyalin, sur la moindre aptitude à la taille et l'usage comme matériau de substitut du silex, est donc à revoir sévèrement : dans les Alpes occidentales, le quartz hyalin est l'enjeu, au moins au Néolithique ancien et moyen, d'exploitations contrôlées, et sa mise en circulation à grande échelle démontre sa valeur dans les réseaux (Brisotto, 1999). Toutefois, cet aspect doit être pondéré vis-à-vis des volumes de matière susceptibles d'être débités, c'est-à-dire de la taille des individus cristallins que livrent les gisements. À de rares exceptions près, les cristaux des Alpes françaises et en particulier ceux de l'Oisans offrent des volumes débitables sensiblement inférieurs à ceux des gîtes de silex et ce critère intervient certainement dans les choix ; par ailleurs, la comparaison entre les deux types de matière trouve ses limites dans les caractéristiques du cristal de roche, nettement plus tranchant et moins apte à la réalisation de retouches.

Un parallèle doit également être établi avec la circulation des lames de hache fonctionnelles en éclogites et autres roches métamorphiques de HP/BT dans le Sud-Est de la France, pour en souligner les différences structurales : dans le cas des lames polies destinées au travail, l'emprise géographique des circulations massives, au Néolithique moyen, déborde largement les zones de production intra-alpines, pour atteindre le Rhône à l'ouest, à 200 km des sources, et ce dispositif est sous-tendu par un réseau de sites receveurs d'ébauches dans le Diois et la vallée du Buëch (Ricq-de Bouard, 1996 ; Thirault, 2004).

Bipartition des espaces alpins, arhythmie dans la chronologie des usages et des circulations, existence de productions investies destinées à autrui : l'examen des données archéologiques, sans avoir la moindre connaissance des gîtes exploités, autorise un bilan prometteur. Dans ce sens, il n'existe pas « une » question du quartz hyalin dans les Alpes. C'est donc bien dans la compréhension fine de cette diversité des situations que les problématiques de recherche doivent tendre. Et pour cela, il devient urgent de documenter les sources même des cristaux.

### L'EXTRACTION DES CRISTAUX EN OISANS (HAUTES-ALPES, ISÈRE, SAVOIE) : LE RENOUVEAU DU TERRAIN

C'est bel et bien par le terrain que la question du quartz hyalin a rebondi depuis plus d'une décennie dans les Alpes françaises. Nous présentons ici une synthèse des résultats acquis, agrémentée d'exemples choisis, en ne considérant que le cas de l'Oisans, le mieux documenté à ce jour.

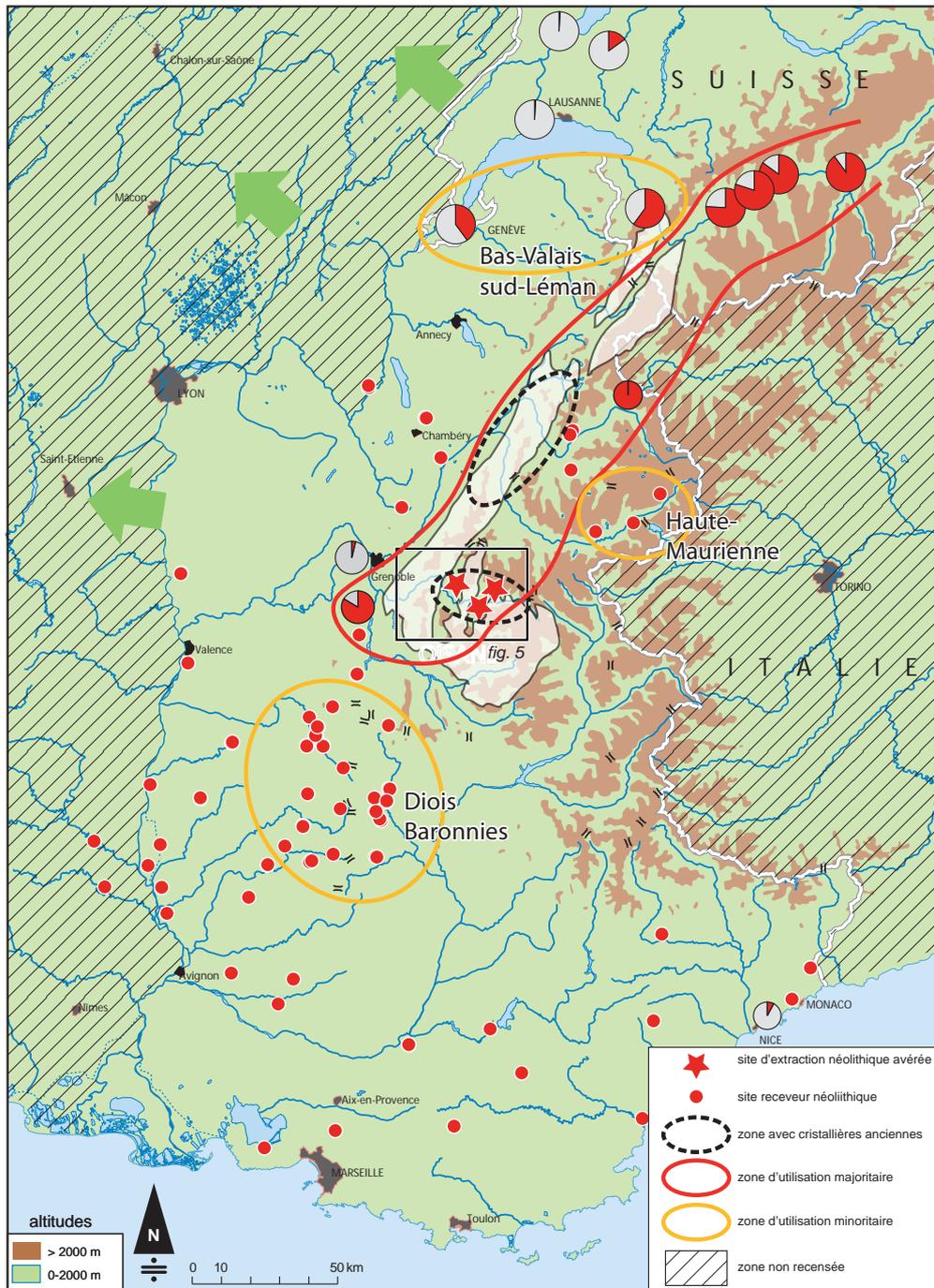


Fig. 4 – Carte interprétative de la circulation du quartz hyalin au Néolithique. Ne sont mentionnés que les sites ayant livré du quartz hyalin débité, avec indication de la proportion de quartz par rapport à l'ensemble du lithique taillé, quand les données sont disponibles. Inventaire des sites repris de Brisotto, 1998 et 1999; Honegger 2001, complété. Voir Thirault, 2013, pour l'inventaire commenté. Une tripartition peut être proposée entre une bande centrée sur les reliefs alpins (rouge) où l'usage du quartz hyalin est majoritaire voire exclusif, des régions (jaune) où il est bien représenté en concomitance avec les silex et parfois les quartzites (haute Maurienne), et une zone où sa présence est notable mais de peu de poids (quelques pourcents au plus). Les flèches vertes suggèrent des circulations plus lointaines encore, en direction de l'Auvergne, de la vallée de la Saône et du Jura, au Néolithique moyen (carte É. Thirault).

Fig. 4 – Interpretative map for hyaline quartz circulation during the Neolithic. Only the sites that yielded debitage products made of hyaline quartz are reported, indicating the proportion of quartz with regard to the entire knapped stone assemblage, if these data are available. Site inventory built up after Brisotto, 1998 and 1999; Honegger 2001 and completed. See Thirault, 2013, for the comment on this inventory. A tripartition can be proposed, with a stripe (in red) limited to the Alps where the use of quartz is predominant or even exclusive, regions (in yellow) where it is well represented next to flints and quartzites (Upper Maurienne), and an area where its presence can be noted but is of minor importance (a few percent at the best). The green arrows suggest more distant circulations, towards the Auvergne region, the Saône valley and the Jura, during the Middle Neolithic (map É. Thirault).

### Bref historique des recherches

Quand, au début des années 2000, l'un de nous (P. R.) aborde l'Oisans pour y mener des prospections, il ne s'agit pas d'un terrain vierge de découvertes. En effet, l'exploitation des cristaux est mentionnée dans les écrits des voyageurs et des minéralogistes des XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles (Rostan, 2005). Deux cristallières sont même portées sur la carte de Cassini, au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle. Pourtant, des mentions dans les archives laissent penser à une plus grande ancienneté de ces exploitations, peut-être dès le XV<sup>e</sup> siècle (Rostan, 2003a, p. 4). Une des difficultés des archives est que les exploitations n'y apparaissent pas, car il s'agit d'entreprises de faible envergure. Seuls les éventuels conflits entre cristalliers peuvent faire l'objet d'actes écrits.

Sur le terrain, l'existence de cristallières est connue, mais leur datation demeure difficile. En outre, le travail analytique de S. Cousseran sur les inclusions fluides l'amène à recueillir des échantillons sur le terrain, mais la localisation exacte des prélèvements n'est pas mentionnée. Il semble même que la collecte ait été effectuée sans chercher à visiter des cristallières connues, hormis le site de la Gardette à Villard-Notre-Dame (Cousseran, 2000 et 2001 ; Cousseran et Bintz, 2001).

Pour ne rien simplifier, la Préhistoire de l'Oisans est inconnue, ou presque. Deux sites mésolithiques sont identifiés par prospections de surface, sur les reliefs occidentaux :

- dans la chaîne de Belledonne, le site des lacs Robert à Chamrousse, à 2010 m d'altitude, inventé par Jean-Claude Jarjat en 2001, qui a livré cent dix pièces, dont trente-huit en quartz hyalin (Bintz, 2001) ;

- sur le Taillefer, près du lac du Poursollet, à 1 860 m d'altitude, site inventé par Jean-Marc Roche et Régis Picavet (Cousseran et Bintz, 2001, p. 41 et R. Picavet, comm. orale).

Pour le Néolithique, seules quelques lames de hache polies de découverte ancienne témoignent d'une présence humaine, à La Grave, Mont-de-Lans, Venosc et Villard-d'Arène (Thirault, 2004). Mais, la prudence s'impose face à ces objets isolés dont l'origine n'est pas toujours néolithique : en effet, certaines pièces ont pu, à toutes périodes, être récupérées comme talisman humain ou animal (Bocquet, 2001 ; Thirault, 2004, p. 272).

En 2001, le constat semble implacable : « Mis à part la chasse et la recherche de quartz, qui ont dû être pratiquées plus ou moins sporadiquement pendant des millénaires, les paysans néolithiques [...] ont pu utiliser les alpages sans que nous en ayons de preuve, ces activités de transhumance laissant peu de vestiges. [...] Bien que du V<sup>e</sup> au II<sup>e</sup> millénaire le climat ait été plus propice qu'actuellement [...], aucune nécessité vitale n'a poussé l'homme à conquérir les terres difficiles de l'Oisans pour s'y installer » (Bocquet, 2001, p. 37). « En fait, il semble que le quartz ait été le plus souvent ramassé de façon occasionnelle lors de divers déplacements » (Cousseran et Bintz, 2001, p. 41).

En trois campagnes de prospections (2002-2004), plus d'une centaine d'extractions sont reconnues et décrites en

Oisans et très vite, la présomption de la grande ancienneté de certaines d'entre elles se mue en probabilité (Rostan, 2002b, 2003a, 2003b, 2004a et 2004b). Le principe directeur est celui de la prospection minière : parcourir sur le terrain, en surface, les secteurs propices à la présence de filons minéralisés, et identifier les traces d'exploitations éventuelles. Mais, étant donné le caractère ponctuel des gîtes (fissures, filons, géodes), il est nécessaire de garder à l'esprit qu'une exploitation ancienne a pu conduire à l'épuisement de la ressource et donc, à la disparition des cristaux eux-mêmes. En conséquence, la prospection croise les données géologiques, gîtologiques, les traces archéologiques d'extraction (cavités) et les déchets qui en sont issus (haldes, tri, transformation).

En 2006, un premier sondage archéologique est mené sur le plateau d'Emparis à La Grave (Hautes-Alpes), poursuivi en 2007. En 2008, nous réalisons un sondage limité dans la cristallière du Ribot à Huez-en-Oisans (Isère). Faute de disponibilité des protagonistes, ces premières investigations sont suspendues, mais dans le même temps, la prospection s'étend avec succès à la Savoie (Rostan, 2008), tandis que le programme de prospections des mines métalliques du massif des Rousses (Isère et Savoie), conduit de 2007 à 2010 par Bernard Moulin, Joël Vital et l'un de nous (É. T.), permet de documenter de nouvelles extractions de quartz dans ce secteur (Moulin *et al.*, 2012). Enfin, en 2013, de nouveaux sondages sont entrepris à Emparis.

À ce jour, les prospections ne sont pas achevées pour l'Oisans, dans la mesure où tous les secteurs propices n'ont pas encore été visités. Néanmoins, un premier bilan est possible et les perspectives de recherche sont fortes.

### Les cristallières de l'Oisans : une vue d'ensemble

#### *Des sites nombreux*

À ce jour, vingt-cinq sites distincts ont été identifiés sur la retombée nord du Pelvoux et les Rousses (fig. 5 et fig. 6 ; Rostan, 2002b, 2003a, 2003b, 2004a, 2004b, 2005 et 2007), toujours dans la même configuration géologique. Le nombre d'exploitations sur chaque site dépend de l'importance des gîtes et de la finesse de la prospection, un travail exhaustif étant difficile dans ces contextes montagneux. Néanmoins, l'inventaire regroupe plus de cent quarante exploitations, et la variabilité des sites est importante, de la simple cavité isolée vidée de son contenu jusqu'aux grandes galeries polyphasées.

Les gîtes sont constitués par des filons, dont l'épaisseur peut dépasser localement le mètre, et plus rarement par des remplissages de fissures. Ces formations sont isolées ou disposées en séries, formant ainsi des champs filoniens d'ampleur parfois kilométrique. Le quartz recherché cristallise dans des cavités géodiques qui peuvent avoir plusieurs mètres cubes de volume, cavités parfois disposées en chapelet dans le filon. Ainsi, la recherche des cristaux n'a rien d'aléatoire, et la découverte des plus grands gîtes par les hommes préhistoriques a dû se faire

par une approche certes intuitive, mais rationnelle, des conditions de gisement. Au bilan, il semble bien que les ressources accessibles ont été, au fil des siècles, complètement épuisées, car aujourd'hui, les cavités exploitées par les cristalliers se situent soit dans d'anciennes extractions reprises avec des techniques modernes, soit sur des gîtes sans intérêt pour les hommes préhistoriques (petits cristaux, cristaux colorés ou inaptes à la taille, etc.), soit sur des filons à haute altitude, qui sont mis au jour par la fonte actuelle des glaciers, soit encore dans des secteurs très difficiles d'accès (grandes parois, etc.).

En effet, les plus hautes exploitations non actuelles sont situées à 2830 m d'altitude environ (fig. 7), mais le plus souvent à des altitudes moindres, tandis que des filons minéralisés sont identifiés à plus de 3000 m sur le versant nord du Pelvoux (glacier du Tabuchet, de la Girose, de Mont-de-Lans). Il existe ainsi une limite altitudinale à l'exploitation ancienne.

### *Typologie des exploitations*

Une des difficultés des exploitations minières, de manière générale, est leur datation. Les cristallières n'échappent pas à cette règle, et le travail de terrain « en surface » a été orienté vers la recherche des indices de chronologie relative et absolue. La typologie des travaux, en lien avec les techniques de creusement, permet de proposer une première sériation.

La vidange manuelle de cavités géodiques naturellement ouvertes est une technique qui peut être pratiquée à toutes les périodes. Dans ce cas, le volume initial est respecté, et le travail se limite à l'emport des cristaux libres (les plus nombreux) ainsi qu'au détachement des cristaux des parois au percuteur. Dans l'idée d'une recherche intensive des cristaux dès la Préhistoire, il est probable que ces cavités visibles ont été vidées les premières.

Le creusement de fosses sur les filons est attesté de manière récurrente et conduit parfois à leur disparition locale, comme dans le secteur des Lacs Cristallins du plateau d'Emparis (voir *infra*). Certaines exploitations se développent en véritables tranchées sur plusieurs mètres de longueur (fig. 8). Dans ce cas, le vide ainsi créé est supérieur au volume des cavités géodiques : il s'agit donc bien, alors, d'un défilage continu, nécessaire pour accéder à la suite des cavités géodiques et non pas d'une simple vidange de cavité. Les techniques extractives sont difficiles à identifier, surtout lorsque le creusement a été ensuite comblé. Au moins pour Emparis, des creusements avec des outils miniers préhistoriques (bois de cerf, etc.) sont tout à fait possibles, pour extraire les plaques de cristaux sur les parois et éventuellement déchausser les épontes (les parois du filon) afin d'atteindre des cristaux dans les recoins de la cavité. Dans la plupart des cas, les qualificatifs de « fosse » ou de « tranchée » sont cependant des termes d'attente, faute de recherche approfondie qui permette de caractériser les méthodes de creusement.

La taille au feu est à présent largement attestée pour le quartz en Oisans (fig. 9). C'est une technique bien connue

de par le monde pour les mines métalliques. Mais, pour le quartz hyalin (fig. 10), les méthodes employées sont différentes de celles développées pour les minerais métalliques (Rostan, 2007). En effet, pour ces derniers, le minerai est intimement mêlé à la gangue (quartz massif le plus souvent) et le feu est donc utilisé pour abattre le filon dans sa totalité. Pour les cristaux, le feu ne sert que pour élargir les cavités géodiques généralement trop étroites, même après les avoir vidées de leurs cristaux, et pour creuser le filon en fond de cavité à la recherche de nouvelles cavités. Le résultat est la formation de vides ovoïdes d'ampleur métrique, disposés en chapelet, du plus bel effet lorsque les épontes n'ont pas été atteintes et que le creusement s'effectue dans le quartz massif uniquement. Dans toutes les cristallières prospectées, la fin des creusements ne montre plus de cristaux, ce qui signifie que les travaux ont été arrêtés lorsque plus aucun indice de nouvelle cavité minéralisée n'était perceptible dans le chantier.

La reconnaissance de la taille au feu est très importante car elle est antérieure, dans l'histoire des techniques, à l'usage de la poudre et démontre l'existence, en Oisans, d'extractions d'âge au moins médiéval. La présence de percuteurs, rencontrés sur plusieurs sites travaillés au feu, indique que le feu est suivi d'un travail manuel pour abattre les plaques de quartz générées par le choc thermique. Le cas du Ribot illustre bien le potentiel informatif de ces exploitations (voir *infra*).

Les plus hautes cristallières de l'Oisans ne comportent pas de travail au feu. Ainsi, les exploitations situées au sud de la vallée sur la commune de La Grave ne présentent pas de taille au feu au-dessus de 2200 m d'altitude (La Girose) et sur la retombée des Rousses, sur la commune du Freney, les cristallières de l'Herpie (2790 m) et de Sarennes (2830 m) sont taillées à la poudre. L'usage du feu ne dépasse pas 2460 m d'altitude. Cette limite est sans doute due à la combinaison de plusieurs facteurs, variables dans le temps : accessibilité des gîtes à la date donnée (question de l'enneigement, voire de l'englacement), compromis entre les difficultés de portage du bois et le rendement attendu de l'exploitation, disponibilité des ressources en cristaux à plus basse altitude.

Certains travaux sont réalisés à la poudre ou à la pointerole. Cette dernière technique est très peu attestée en Oisans, principalement à cause de la dureté des roches encaissantes (granites, gneiss, amphibolites) qui rendent caduques ces outils de métal. En revanche, l'usage de la poudre est plus répandu : les perforations de barre à mine, systématiquement maniée à la main, sont parfois présentes et les galeries ainsi creusées sont de section anguleuse. Les travaux à la poudre, qui ne doivent pas remonter, en Oisans, avant le XVII<sup>e</sup> siècle, sont situés soit à haute altitude, soit en reprise d'exploitations plus anciennes taillées au feu, comme cela est attesté aux Fréaux (La Grave), aux Grandes Buffes et à Puy-le-Haut (Le Freney) et à la Grande Aiguille (Clavans). Ainsi, l'emploi de la poudre a permis de reprendre l'exploitation du quartz hyalin qui avait manifestement atteint ses limites avec la technique du feu : reprise de travaux sur d'anciennes cristallières et recherche de nouveaux gîtes, toujours plus hauts en altitude.

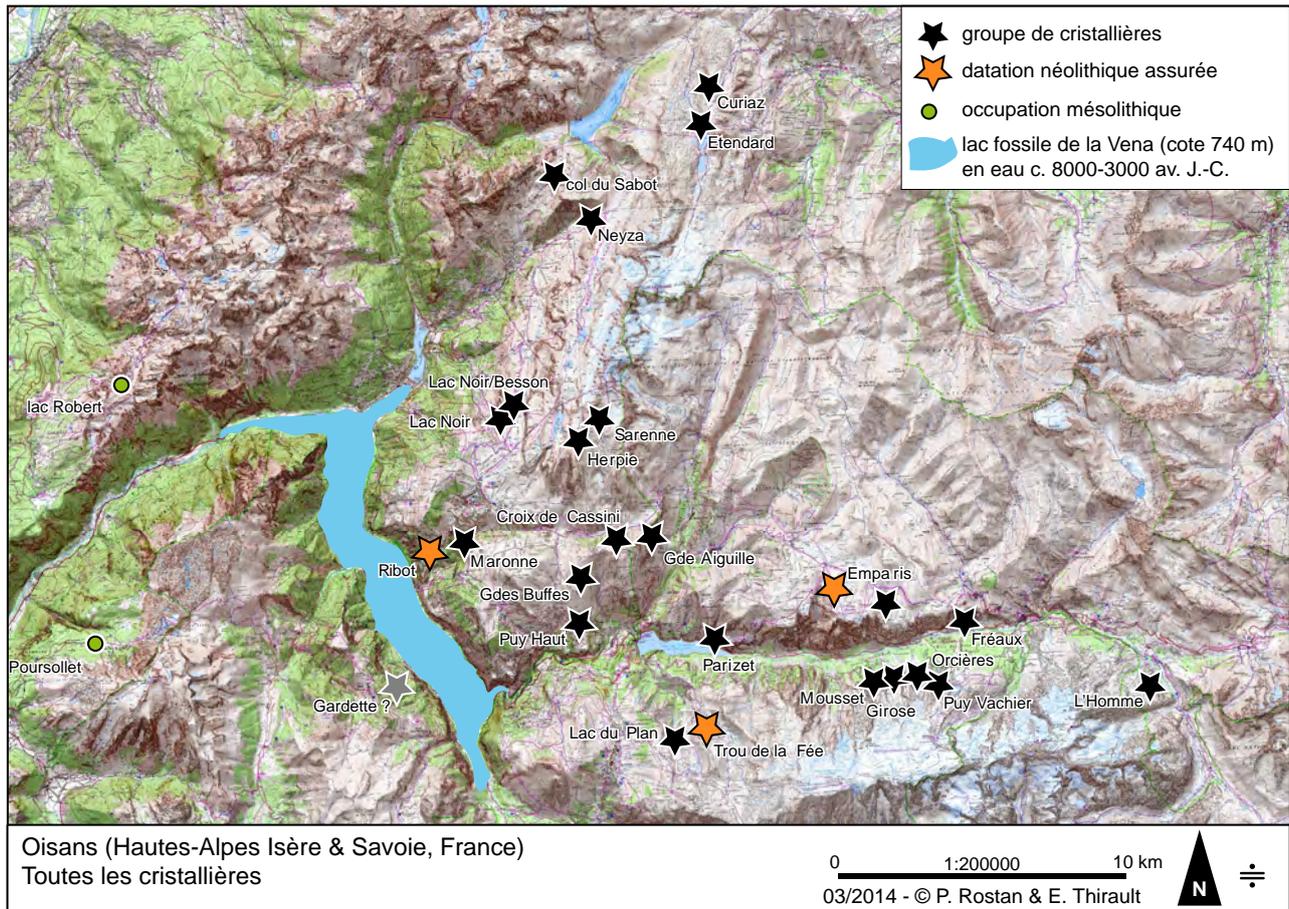


Fig. 5 – Cartographie des cristallières en Oisans. État des prospections en 2014 (prospections P. Rostan, B. Moulin, É. Thirault, J. Vital). Inventaire en fig. 6.

Fig. 5 – Mapping of the crystal quarries in the Oisans region. State of survey work in 2014 (surveys carried out by P. Rostan, B. Moulin, É. Thirault, and J. Vital). Inventory presented in fig. 6.

#### Les aires de tri et de campements

L'un des apports des prospections est la mise en évidence de vestiges corrélés aux extractions elles-mêmes. La reconnaissance des haldes (déblais issus de l'extraction) est classique et permet, dans certains cas, de certifier la nature du minéral recherché. En revanche, la reconnaissance d'aires de tri est plus originale. Il s'agit de surfaces plus ou moins aménagées à proximité des extractions et des haldes, parfois situées en contrehaut de celles-ci (ce qui démontre leur caractère intentionnel), où se retrouvent des déchets de diverses natures : blocs de quartz massifs, cristaux isolés ou encore solidaires de leur matrice filonienne, cristaux mal venus, impropres au débitage, brisés, etc. Il s'agit donc de lieux où les cristaux extraits sont déposés pour être triés : détachement des beaux spécimens au percuteur, tri des individus, etc. Le sondage ouvert à Emparis sur l'une de ces aires de tri confirme pleinement cette hypothèse (voir *infra*). Les aires de tri ont été formellement identifiées dans une dizaine de cas, mais le couvert végétal doit en masquer beaucoup d'autres. Si le modèle d'exploitation est juste, le tri des cristaux s'effectue à proximité de l'excavation, afin de limiter les transports. Dans les pentes abruptes,

un petit replat fait l'affaire, et parfois, les aires de tri sont imbriquées avec les haldes.

La question de la résidence des exploitants est posée. En basse altitude, il est possible que les exploitations soient proches de lieux d'habitation pérennes, au moins pour le Néolithique. En montagne, au contraire, l'existence de campements plus ou moins temporaires est probable. Néanmoins, aucun site correspondant n'a pour l'heure été identifié en Oisans. Cette question de la résidence des exploitants est intimement liée à celle des modalités sociales et économiques de l'acquisition des cristaux, vaste sujet sur lequel la discussion est de l'ordre, aujourd'hui, de la spéculation.

#### La taille au feu : les données des cristallières du Ribot à Huez

Les cristallières du Ribot à Huez-en-Oisans sont connues depuis longtemps, car situées au bord de la route menant du Bourg-d'Oisans à L'Alpe-d'Huez. Cette facilité d'accès entraîne aujourd'hui des grattages plus ou moins intempestifs et, depuis 2011, une véritable reprise d'exploitation qui dégrade peu à peu cet ensemble impressionnant. En 1968, l'agrandissement de la route pour les

Commune	Site	N de p <sup>s</sup> cotés	Altitude	Vidange cavités	Fosses	Feu	Poudre/barre à mine/pointerole	Travaux technique indét..	Autre	Référence	Notes
Clavans	La Grande Aiguille	3	1430-1630			fosses et galeries 7 et 8 m L	galerie			Rostan prosp. 2004	travaux anciens repris à la poudre
Huez-en-Oisans	Le Ribot	10	1200			attaques et galeries		attaques		Rostan prosp. 2004	
La Gardle	Maronnes	3	1260-1650		fosse	dépilage + galerie 13,5 m				Rostan prosp. 2004	
La Grave	Le Mousset	1	2150				galerie			Rostan prosp. 2002	
La Grave	Les Fréaux	10	1420-1500			attaque	attaque, tran- chée, galerie	tranchées et dépilages	aire de tri	Rostan prosp. 2002, 2003	travaux modernes d'exploration sur travaux anciens
La Grave	plateau d'Emparis	7	2240-2450		attaques, tran- chées, galerie		attaque, tranchée		aire de tri	Rostan prosp. 2004	
La Grave	plateau d'Emparis secteur des lacs Cristallins	29	2340-2400	vidanges	fosses, grat- tages, tranchées	fosses ?, galerie			aires de tri	Rostan prosp. 2004	
La Grave	Puy Vachier	4	2483	2 vid.	fosses	cavité	tranchée		haldes	Rostan prosp. 2003	
La Grave	Rif de la Girose	11	1900-2760	vidanges		attaque, galerie	attaques, galeries	grande cavité géo- dique (4 x 6 m) vidée		Rostan prosp. 2002	
La Grave	Rif de l'Orcières	4	> 2000	vidanges				extractions non localisées		Rostan prosp. 2002	
Le Freney	La Croix de Cassini	4	1935-2370			galerie		tranchées	haldes, aires de tri	Rostan prosp. 2004	
Le Freney	Les Grandes Buffes	3	1650-1900			Fosses ?	galeries		haldes	Rostan prosp. 2003	travaux modernes d'exploration sur travaux anciens
Le Freney	l'Herpie	2	2370-2800		fosses		Galeries ? Barre à mine			Rostan prosp. 2004	
Le Freney	Puy le Haut	3	1340-1380		fosses rem- blayées	galeries 2,5 m + 3 m		tranchées	aire de tri	Rostan prosp. 2003	travaux modernes d'exploration sur travaux anciens
Le Freney	vallon de Sarennes	2	2830				attaque barre à mine			Rostan prosp. 2004	
Mont-de-Lans	Le Lac du Plan	8	2140-2370	vidange	fosses	galeries et attaques		fosses et galeries		Rostan prosp. 2003	
Mont-de-Lans	Le Trou de la Fée	12	1970-2400	vidanges	fosses	attaques, gtranchées, gale- ries (dont une de 8 m de L)			aires de tri / haldes	Rostan prosp. 2003	
Villar d'Arène	Montagne de L'Homme	3	1820-2220				? Amorce galerie	filons : pas de travaux trouvés, mais possible		Rostan prosp. 2003	recoupe galerie ancienne ?
Mizoën	Parizet		1100 env.					attaques		Prosp. inédite Moulin Thirault 2007	
Huez et Oz	sous Lac Noir	9	2000-2060		fosses	galerie et attaque				Moulin Thirault Vital prospé 2008	
Oz-en-Oisans	Lacs Noir-Besson-Faucille	2	2080-2090		fosses	attaques				Moulin Thirault Vital prospé 2008	
Vaujany	lac de Neyza	1	2173			attaque isolée				Moulin Thirault Vital prospé 2007	
Vaujany	col du Sabot	plus- sieurs	2130-2150		fosses					Rostan inédit puis Moulin Thirault Vital prosp. 2009	
Saint-Sorlin- d'Arves	refuge de l'Etendard	1	2460		fosse	1 taille		galerie triangulaire	halde en contrebas avec Q rubéfié pilé	Moulin Thirault Vital prosp. 2009	
Saint-Sorlin- d'Arves	la Curiaz	1	2340					petit puits		Moulin Thirault Vital prosp. 2010	

Fig. 6 – Inventaire des cristallières reconnues en Oisans. Prospections menées par P. Rostan, B. Moulin, É. Thirault et J. Vital. Carte de répartition en fig. 5.  
Fig. 6 – Inventory of crystal quarries known in the Oisans region. Surveys carried out by P. Rostan, B. Moulin, É. Thirault, and J. Vital. Distribution map presented in fig. 5.

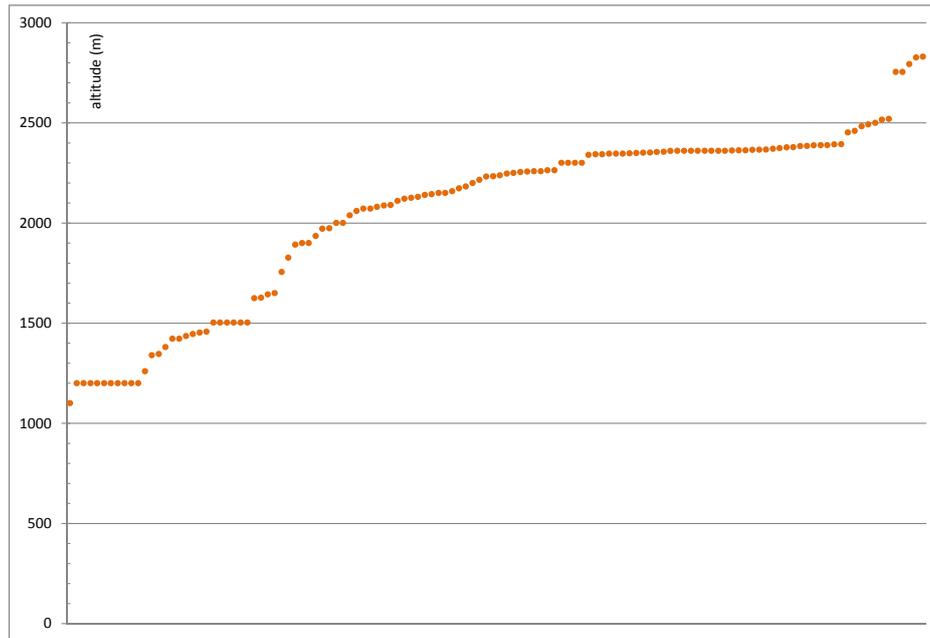


Fig. 7 — Répartition altitudinale des cristallières reconnues en Oisans. Prospections de P. Rostan, B. Moulin, É. Thirault et J. Vital. Données en fig. 6.

Fig. 7 – *Altitudinal distribution of the crystal quarries known in the Oisans region. Surveys carried out by P. Rostan, B. Moulin, É. Thirault, and J. Vital. Data presented in fig. 6.*

jeux olympiques dits de Grenoble a conduit à ouvrir une carrière au droit des cristallières, ce qui les a en partie amputées et a transformé la pente rocheuse en paroi verticale. Ainsi, aujourd’hui, plusieurs galeries tronquées sont perchées dans le vide. Le site n’en demeure pas moins majeur pour la problématique uisanne.

#### *Présentation d’ensemble*

Face au sud, à environ 1 200 m d’altitude, un filon de quartz massif de largeur dépassant localement le mètre traverse les amphibolites selon une orientation N80°E, sous le contact socle-couverture triasique, avec un pendage de 20° environ. À cet endroit, le socle forme un ressaut net, plus ou moins vertical et végétalisé. Dans ce filon, dédoublé à deux reprises, dix extractions ont été repérées (fig. 11), d’importance très variable, numérotés de 1 à 10 de l’est vers l’ouest (Rostan, 2004b).

La galerie du Ribot 1, la plus facile d’accès et aujourd’hui en partie détruite, est décrite ci-dessous.

Le Ribot 2 et 3 sont des galeries qui sont aujourd’hui inaccessibles, car perchées en paroi suite à l’exploitation de la carrière.

Le Ribot 4 est une grande salle basse, au sol remblayé par une structure open-work de forte granulométrie, de 4 m de large en moyenne pour 18 m de long.

Le Ribot 5 est une attaque au feu ponctuelle, dans la paroi.

Le Ribot 6 est une courte galerie descendante probablement taillée au feu, de 3,5 m de profondeur environ, mais remblayée.

Le Ribot 7 comporte deux entrées, avec un remblaiement important. Des traces sur les parois indiquent une reprise de travaux à l’explosif.

Le Ribot 8 est une grande cavité artificielle qui se développe sur 20 m environ au-dessus du Ribot 7, avec un sol équivalent à celui du Ribot 4 (fig. 12). Plusieurs alvéoles de taille au feu sont bien préservées et plusieurs percuteurs ont été trouvés parmi les déblais lors de nos visites.

Le Ribot 9 et 10 sont deux courtes tailles au feu et vidange de cavité.

Au total, les volumes extraits au Ribot sont de plusieurs centaines de mètres cubes, et une part importante est réalisée au feu. Par ailleurs, les grandes galeries et les salles sont en partie comblées par des déblais, et il est probable que des communications existent entre elles, ce qui multiplie d’autant le volume potentiel de l’exploitation. Il est intéressant de noter l’existence, entre les grandes excavations, de tailles au feu qui peuvent être assimilées à des travaux de recherche : il est probable que des cristaux étaient présents et que les exploitants aient recherché, en vain, des cavités géodiques dans la masse du filon en continuant l’abattage du quartz tant que de petites cavités laissaient supposer la présence de cristaux au-delà.

#### *Le Ribot 1 : une exploitation néolithique avérée*

Le Ribot 1 est une galerie taillée au feu, comme l’attestent les parois qui présentent des concavités successives. L’ouverture actuelle mesure 4 m, puis se rétrécit à 1,6 m, puis continue par un boyau de 0,8 m, le tout se développant sur 11 m (fig. 13, haut). À l’entrée, côté sud-



**Fig. 8 – Le Trou de la Fée à Mont-de-Lans (Isère), typologie des extractions de quartz hyalin. A : fosse taillée de front et amorce de galerie. Noter la disparition totale du filon de quartz massif en avant de l'exploitation ; B : Trou de la Fée 2, dépilage sur le filon, ce qui a provoqué sa disparition totale. Une datation  $^{14}\text{C}$  a été réalisée sur des charbons de bois issus des haldes de cette exploitation (Lyon-5295(OxA) =  $4005 \pm 30$  BP) ; C : Trou de la Fée 8, puits comblé. Noter la largeur du filon à l'emplacement de l'exploitation (clichés P. Rostan et É. Thirault).**

*Fig. 8 – The Trou de la Fée site at Mont-deLans (Isère), typology of the hyaline quartz extractions. A: frontally cut pit and entrance of a gallery. Notice the almost complete disappearance of the quartz vein in front of the extraction; B: Trou de la Fée 2, exploitation of the vein, leading to its complete disappearance. A radiocarbon dating was obtained on wood charcoals from the dumps of this extraction (Lyon-5295(OxA) =  $4005 \pm 30$  BP); C: Trou de la Fée 8, filled shaft. Notice the width of the vein in which the extraction took place (photos P. Rostan and É. Thirault).*



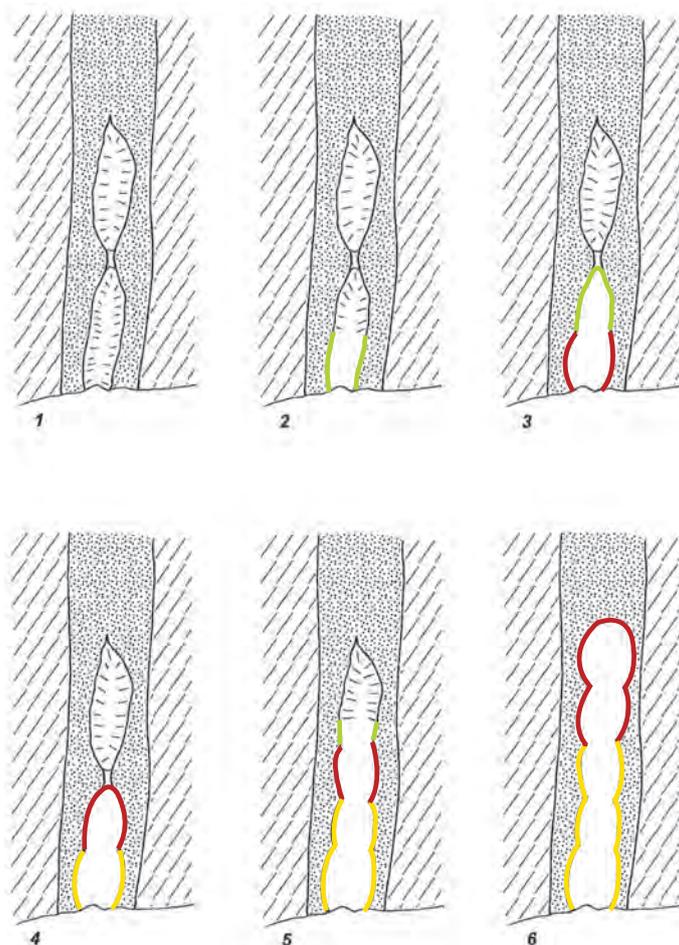
**Fig. 9 – Le Trou de la Fée 1 à Mont-de-Lans (Isère, 2230 m), une des grandes galeries taillées au feu de l’Oisans, intégralement conservée sur 8 m de longueur.**

*Fig. 9 – The Trou de la Fée 1 at Mont-de-Lans (Isère, 2230 m), one of the large galleries set by fire in the Oisans, preserved on a length of 8 m.*

est, un élargissement ménage un pont de quartz, et cette grande cupule d’extraction est en partie comblée (fig. 13, milieu). Le remaniement de ce comblement fin par des chercheurs de cristaux nous a motivé pour réaliser un sondage en 2008, car du mobilier néolithique avait été mis au jour en surface : deux percuteurs et surtout, un

tesson de coupe à sillon chasséenne, expertisé par Didier Binder (Rostan, 2004b).

La fouille exhaustive de cette cupule n’a pas permis d’identifier de niveaux en place : l’intégralité du comblement est remaniée, sans doute lors du creusement de la carrière, puisque un plot de béton est implanté en



**Fig. 10** – Le principe de la taille au feu dans un gîte à cristal, d'après Rostan 2007, fig. 2. 1 : gîte naturel : des cavités géodiques sont développées en chapelet à l'intérieur du filon de quartz ; 2 : première extraction : vidange de la cavité visible en surface ; 3 : agrandissement de l'ouverture naturelle au feu, pour atteindre le fond de la cavité, puis vidange de celle-ci ; 4 : nouvelle attaque au feu en fond de cavité pour élargir ; mise en évidence de la poursuite de la minéralisation, ce qui entraîne 5 : une nouvelle attaque au feu pour atteindre la seconde cavité cristallisée et débiter la vidange ; 6 : la vidange de la seconde cavité s'effectue de même, et une ultime taille au feu est réalisée en fond de galerie pour rechercher d'éventuels indices minéralisés.

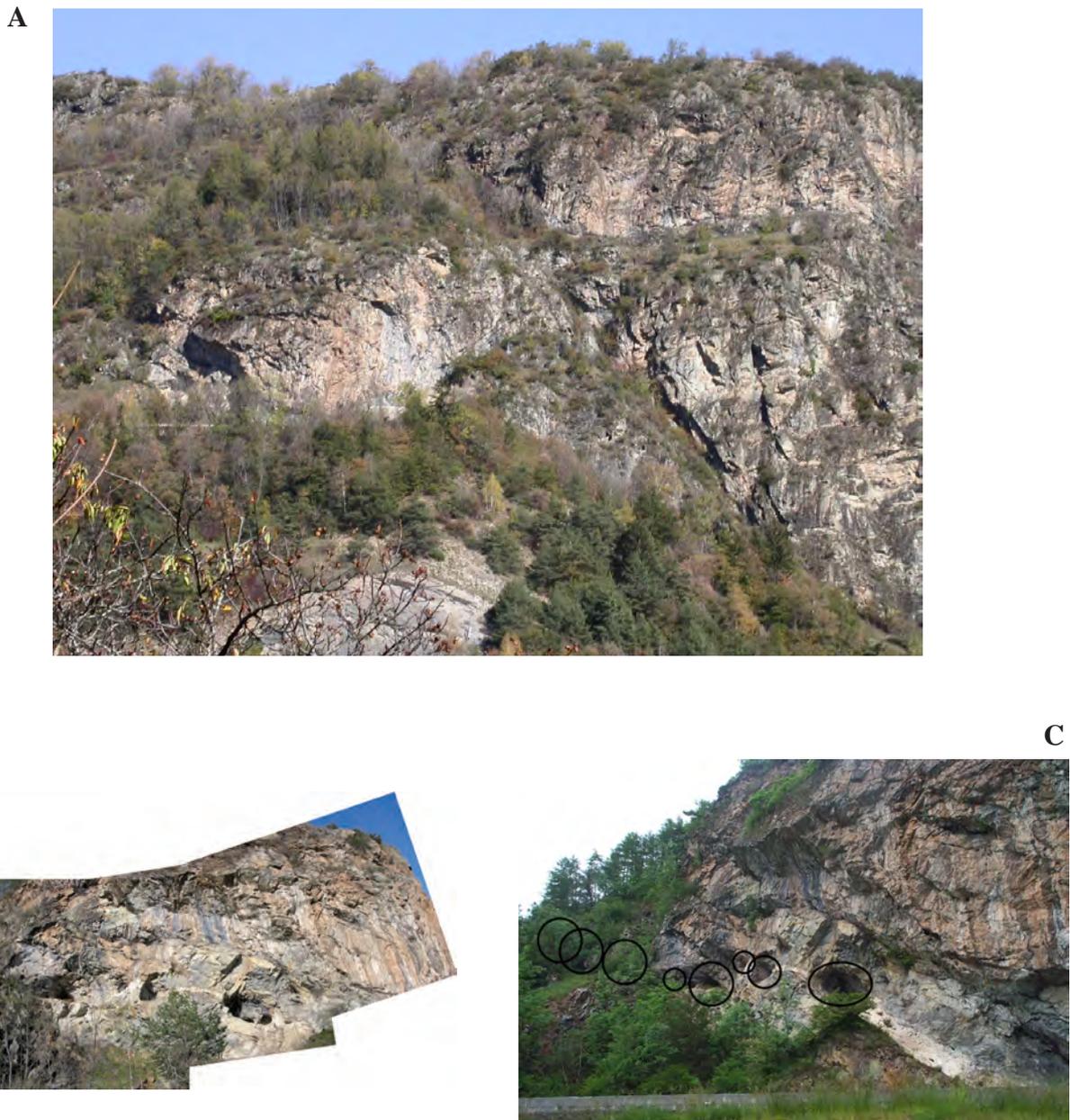
*Fig. 10* – *Technique of fire-setting in crystal deposits, after Rostan 2007, fig. 2. 1: natural deposit: geodic cavities in strings developed within the quartz vein, 2: first extraction: excavation of the cavity visible at the surface; 3: widening of the natural opening by fire, with the aim to access the bottom of the cavity, followed by the excavation of the latter; 4: new fire-setting at the bottom of the cavity to enlarge it; tracking of the mineralisation leading to 5: a new fire-setting in order to access a second crystallised cavity and to start its excavation; 6: the excavation of the second cavity proceeds in the same way, and an ultimate fire is set at the end of the gallery to search for a possible additional mineral vein.*

contrebas de l'entrée actuelle, et puisque de la laitance de ciment a été retrouvée dans les sédiments comblant l'alvéole. Un muret, non datable, a été retrouvé dans l'alvéole. Le mobilier ancien consiste en os animaux et humains (dont des dents), une lamelle de silex et des fragments de brèche riches en débris de quartz et en micro-charbons de bois (fig. 13, bas).

La lamelle en silex, à trois pans, obtenue sans doute par percussion indirecte, ne dépare pas dans le Néolithique moyen chasséen (fig. 14). Elle a été examinée par Paul Fernandes, dont nous reprenons les conclusions. Il s'agit d'un silex lacustre de structure litée, de texture *wackestone* – 20%, avec présence de tiges de characées sous forme de débris et de fragments de tests (gastropodes?). Une attribution au domaine lacustre du bassin

d'Apt-Forcalquier, à 200 km au sud, est possible, mais non démontrable en l'état.

L'examen du filon de quartz en contrebas du Ribot 1, c'est-à-dire dans la zone détruite par la carrière, nous a conduits à identifier des concavités qui correspondent à la base des cupules taillées au feu (fig. 15). Ainsi, cette exploitation se développait sur plusieurs mètres en avant de ce qui en subsiste aujourd'hui, en galerie descendante vers la sortie. Le tout devait former une cavité complexe, peut-être avec plusieurs galeries ou une vaste chambre. Le point le plus important est la découverte, encroûtée sur la base de cette galerie détruite, d'une petite plaque de brèche, dont l'attaque à l'acide a démontré le lien direct avec l'exploitation : présence de fines plaquettes de quartz et de microcharbons.



**Fig. 11 – Le Ribot à Huez-en-Oisans, 1200 m, un important ensemble taillé au feu, vues générales. A : vue du versant, depuis le sud. Les cristallières sont disposées dans une forte pente, partie sombre à gauche du cliché ; B : les cristallières 1 à 4, de droite à gauche, zones sombres, du Ribot sont aujourd’hui perchées dans une paroi artificielle, à cause de la carrière ouverte au pied ; C : vue d’ensemble des excavations Ribot 1 à 10, nos de droite à gauche, depuis le sud, route visible en bas (clichés P. Rostan et É. Thirault).**

*Fig. 11 – The Ribot at Huez-en-Oisans, 1200 m, an important extraction site excavated by fire-setting, general views. A: view of the hillside, from the south. The crystal quarries are distributed across a steep slope, dark area on the left of the picture; B: the crystal quarries 1 to 4, from the right to the left, dark areas, of the Ribot are nowadays perched on an artificial wall, because of the quarry opened at its feet; C: general view of the excavations Ribot 1 to 10, from the right to the left, from the south, the road can be distinguished below (photos P. Rostan and É. Thirault).*

La présence de ces brèches en place ou remaniées démontre, s’il en était besoin, l’usage du feu pour le creusement des galeries. Mais cette méthode est aussi documentée par les éclats thermiques mis au jour dans le sondage, qui sont en quartz laiteux et en amphibolite, ce qui démontre que l’abattage a parfois débordé du filon de quartz (fig. 16).

Quatre datations par le radiocarbone ont été réalisées au Ribot : deux sur les fragments de brèche (en place et remaniée), deux sur les dents humaines. Les premières donnent des repères pour l’exploitation : Néolithique ancien et moyen ; les secondes attestent probablement un remploi funéraire de cette cupule ovoïde régulière, située en profondeur dans l’explo-



Fig. 12 – Le Ribot 8, vues de l'exploitation souterraine. Sur le cliché de gauche, une cupule d'attaque au feu bien préservée sur la paroi de la galerie. Noter l'abondance des déchets d'exploitation au sol (clichés É. Thirault, 2006).

Fig. 12 – The Ribot 8, views of the subterranean extraction. On the left photograph, a cup mark stemming from fire-setting is well preserved on the wall of the gallery. Notice the large amounts of extraction waste on the floor (photos É. Thirault, 2006).

tation, à la fin du Néolithique. Ces résultats sont commentés plus loin (voir *infra*).

Ainsi, au Ribot 1, toutes les preuves sont réunies pour démontrer la mise en œuvre de chantiers importants dès le Néolithique ancien, avec usage du feu, et la réutilisation de cavités à la fin du Néolithique à des fins probablement funéraires.

### Le cas des Rousses : prospections anciennes et critères de mise en exploitation

Les prospections menées de 2007 à 2010 dans le massif des Rousses par B. Moulin, J. Vital et l'un de nous (É. T.) visaient à documenter tous les vestiges liés à l'exploitation des minerais de cuivre, suite à la découverte de mines anciennes par l'équipe de M.-C. Bailly-Maître (Bailly-Maître et Gonon, 2008 ; Moulin *et al.*, 2012). Incidemment, tous les vestiges d'activités humaines anciennes ainsi que les lieux naturels susceptibles d'enregistrements paléo-environnementaux (cuvettes, replats, tourbières, etc.) ont été relevés. Pour ce faire, plus d'un millier de points d'observation ont été décrits et topographiés par GPS. Ainsi, pour ce massif, une couverture documentaire fine a été obtenue, du moins dans les zones prospectées. Ce maillage permet une réflexion qualitative sur les exploitations anciennes, en particulier pour le quartz hyalin, puisque de petites attaques isolées, qui peuvent échapper à des prospections à large emprise, ont été relevées. On distingue ainsi, dans ce massif, deux catégories de vestiges liés au quartz hyalin, si on laisse de côté les exploitations de quartz chloriteux, parfois anciennes, mais hors de propos.

#### Les attaques isolées

Sur la commune de Vaujany (Isère), une fois entamée la descente du col du Couard, la pente est raide mais ponctuée de replats et de dépressions humides. Deux tailles au feu ont été identifiées, de l'amont vers l'aval (de l'est vers l'ouest) :

- une attaque au feu sur filon de quartz avec cristal de roche (plaques cristallisées dans le socle), repris par des grattages actuels ;

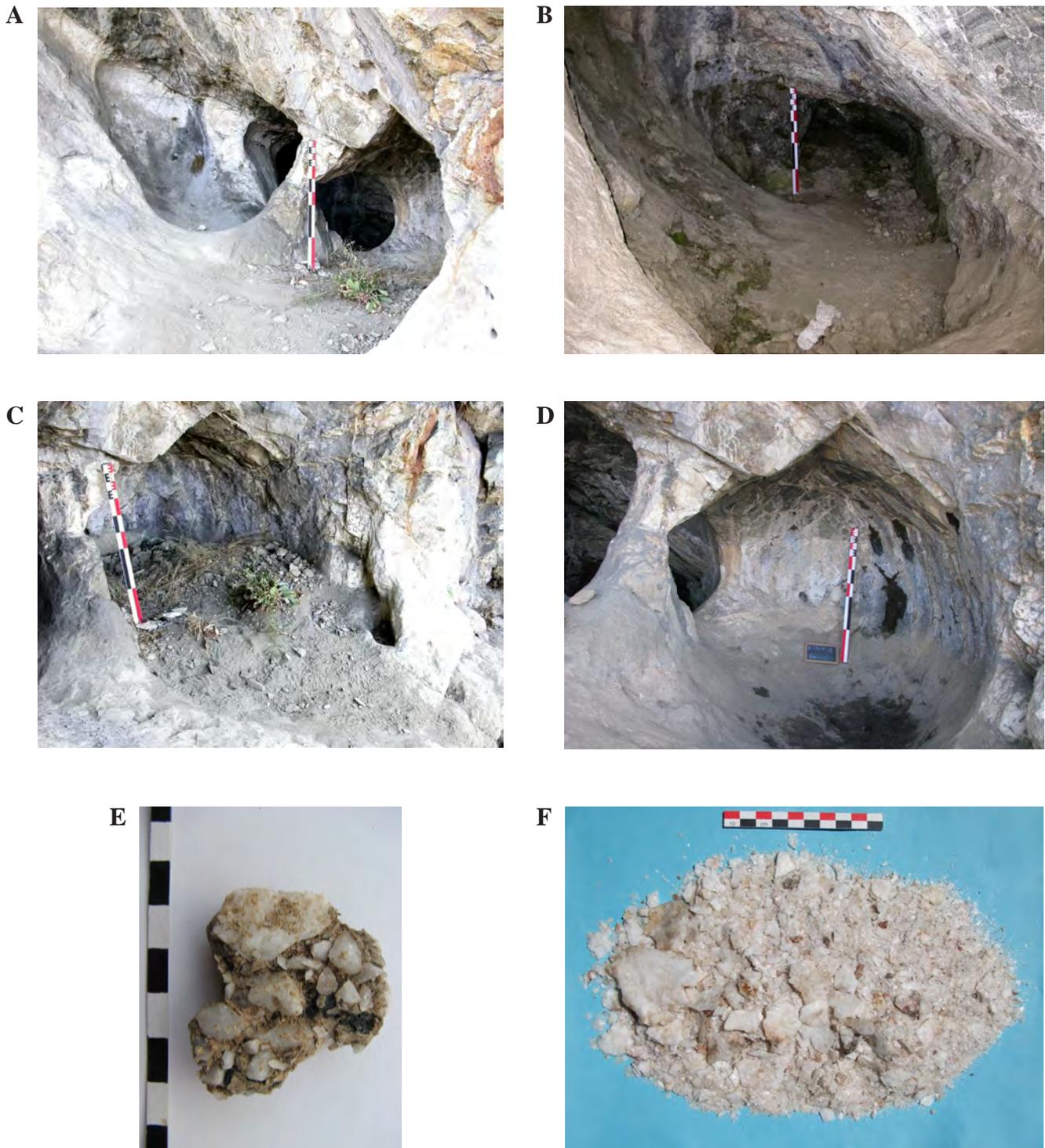
- une attaque au feu ovale dans un filon de quartz un peu cristallisé, orienté nord-sud, avec carbonates de cuivre.

Le secteur de Neyza présente donc l'association, à quelques mètres de distance et sur deux filons séparés, de cupules d'extraction thermique pour le cristal de roche et pour le minerai de cuivre. Dans les deux cas, il s'agit de tentatives de faible ampleur, vite abandonnées à cause de la pauvreté des gîtes. Mais cette observation est importante : elle démontre l'intensité de la prospection minière et l'identité de procédure pour les deux ressources.

Une telle configuration se retrouve à 6 km au nord, au-dessus du refuge de l'Étendard (Saint-Sorlin-d'Arves, Savoie), avec une succession de cuvettes oblongues taillées au feu pour la recherche de minerai de cuivre (RE1). Le développement de cette recherche minière se confirme en progressant vers le nord, par courtes tranchées (RE2, LC1), associées à une halde et à une construction (RE2) ou encore par attaque thermique plus localisée (RE3). Des cristallières actuelles visant la collection de quartz hyalin ont été identifiées (La Curiaz : LC1), ayant pu recouper des formes plus anciennes.

#### Des champs d'extraction

Dans le secteur du col du Sabot, une vaste aire où se concentrent des filons à minéralisations de quartz automorphe a été localisée. Elle fait l'objet d'une exploitation actuelle en petites tranchées. Plusieurs replats riches en quartz concassé longent le chemin, ainsi qu'une courte tranchée oblongue comblée d'aspect plus ancien. Les reprises actuelles interdisent toute conclusion et seules des fouilles permettraient de démontrer l'ancienneté de ces cristallières.



**Fig. 13** – Le Ribot 1 à Huez-en-Oisans, exploitation néolithique avérée. A : vue de la galerie depuis l'entrée, automne 2006. Les alvéoles produites par la taille au feu sont ici bien visibles ; B : vue du fond de la galerie ; C et D : l'alvéole à droite de l'entrée, vue en 2006 avant fouille et en 2008 après fouille. La forme ovoïde, presque parfaite, résulte de la taille au feu et se développe dans le filon de quartz et dans les épontes de gneiss ; E et F : brèche d'exploitation collectée dans le sondage 2008. Elle est composée de débris de quartz blanc feuilleté ou anguleux et de microcharbons, le tout cimenté par une matrice carbonatée (F : après attaque à l'acide). Datation radiocarbone : Lyon-6289 (SacA 16683) :  $5300 \pm 40$  BP.

*Fig. 13 – The Ribot 1 site at Huez-en-Oisans, a proven Neolithic mining site. A : view of the gallery from the entrance, autumn 2006. The cells resulting from the fire-setting are clearly visible ; B : view of the end of the gallery ; C and D : the cell on the right of the entrance, in 2006 before excavation and in 2008 after excavation. The almost perfect egg-shaped outline is the result of fire-setting and continues in the quartz vein and on the gneiss walls ; E and F : extraction waste (breccia) collected in the trial trench 2008. It is composed of laminated or angular white quartz waste and microcharcoals, embedded in carbonate matrix (F : after etching). Radiocarbon dating: Lyon-6289 (SacA 16683):  $5300 \pm 40$  BP.*

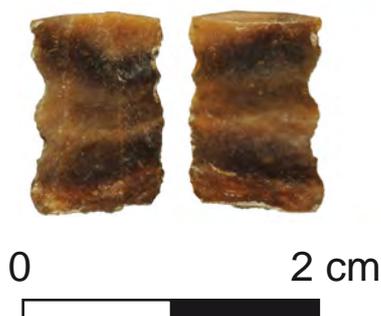


Fig. 14 – Le Ribot 1, lamelle de silex découverte dans l'alvéole de l'entrée.

Fig. 14 – The Ribot 1, flint bladelet discovered in the entrance cavity.

À cheval sur les communes d'Huez et d'Oz, les sites d'exploitation des ressources de quartz hyalin sont groupés en deux nuages de points (fig. 17) : sur l'arête bordière occidentale du lac Noir et sa retombée sur Oz et sur l'arête qui joint les lacs Besson et Faucille. Avec une douzaine d'attaques identifiées, plusieurs percuteurs collectés, la présence de haldes et parfois probablement de déchets de tri des cristaux, cet ensemble constitue un véritable champ d'extraction de quartz hyalin, menacé par les grattages menés actuellement à la recherche de petits cristaux chloriteux. Si la datation est impossible à établir, l'ancienneté d'une partie au moins des extractions ne fait pas de doute, avec, d'une part, quatre chantiers de taille au feu, dont un avec une courte galerie, et d'autre part des fosses peu développées. En ce qui concerne ces dernières, la nature des travaux est impossible à établir, mais se rapproche fortement des typologies observées sur le plateau d'Emparis à une quinzaine de kilomètres au sud-est (voir *infra*).

Fig. 15 – Le Ribot 1 à Huez-en-Oisans, vues des traces d'exploitation préservées en avant de la cavité actuelle, dans la carrière, printemps 2008. A : vue en contre-plongée de la cavité actuelle, le filon de quartz est visible, en oblique dans la paroi; B : en avant de la cavité actuelle, les traces de cupules taillées au feu (concavités sur le sol). Sur l'une d'elles, une relique de brèche est préservée en place (cercle); C : détail de la brèche in situ. Un fragment a été prélevé pour étude. Il contient de petits quartz feuilletés et des microcharbons. Datation radiocarbone : Lyon-6288 (Saca 16682) :  $6185 \pm 35$  BP.

Fig. 15 – The Ribot 1 at Huez-en-Oisans, views of the traces left by the exploitation in front of the present cavity, in the quarry, spring 2008. A: low-angle view of the present cavity, the quartz vein can be recognised, running obliquely in the wall; B: in front of the present cavity, the traces of cup marks stemming from fire-setting (concavities on the floor). In one of these, a remnant of breccia is preserved in place (circle); C: detail of the in situ breccia. A sample has been collected for analysis. It contains small laminated quartz and microcharcoals. Radiocarbon dating: Lyon-6288 (Saca 16682):  $6185 \pm 35$  BP.

#### Quartz hyalin et minerais de cuivre : une méthode de recherche similaire ?

Les prospections des Rousses permettent de documenter les extractions isolées, de faible importance, et d'esquisser une hypothèse qui vaut autant pour le quartz hyalin que pour les minerais de cuivre : ces ressources ont fait l'objet d'une quête systématique (Moulin *et al.*, 2012). Pour les périodes anciennes, il y a manifestement un choix opéré dans l'intérêt porté aux filons : certains filons ou fentes cristallisées ont délibérément été négligés, alors que d'autres, à quelques mètres, ont été vidangés,





Fig. 16 – Le Ribot 1 à Huez-en-Oisans, éclats thermiques collectés dans le sondage 2008, qui témoignent de la taille au feu. A : à gauche, éclats de gneiss (éponte), à droite, éclats de quartz (filon); B : un éclat thermique en quartz, de profil courbe caractéristique; C : comparaison : éclats de quartz obtenus par des feux expérimentaux, Guyane française (expérimentation et cliché : P. Rostan).

*Fig. 16 – The Ribot 1 at Huez-en-Oisans, heat-treated flakes recovered from the trial trench opened in 2008, proving the fire-setting. A: on the left, gneiss flakes, on the right, quartz flakes (vein); B: a typical heat-treated quartz flake; C: comparison: quartz flakes stemming from experimental firing, French Guyana (experiment and photograph: P. Rostan).*



Fig. 17 – Massif des Rousses, secteur du lac Noir (Isère) : champ d'extraction de quartz hyalin, exemples de chantiers anciens. Noter la forme ovoïde des tailles au feu. A : tailles au feu en chapelet ; B : courte galerie taillée de manière inconnue ; C : galeries superposées taillées au feu ; D : tailles au feu superposées en partie détruites par des grattages actuels (clichés É. Thirault et J. Vital, 2008).

*Fig. 17 – The Rousses mountains, lake Noir sector (Isère): hyaline quartz extraction field, examples of ancient excavations. Notice the egg-shaped fire-settings; A: a string of fire-settings; B: short gallery excavated with an unknown technique; C: superimposed galleries set by fire; D: superimposed fire-settings partially destroyed by present-day digging (photos É. Thirault and J. Vital, 2008).*

voire attaqués au feu. Les critères de choix portent évidemment sur la qualité (pureté, dimensions, etc.) et la quantité de cristaux en un point donné. Ce constat jette un doute sur le caractère aléatoire de l'acquisition des cristaux : au contraire, il s'agit probablement d'une recherche délibérée et intensive. Bien évidemment, le caractère intensif de l'usage du quartz débutant à l'Azilien, l'exploitation des gîtes revêt sans doute des formes différentes dans le temps. Mais, quelles que soient les méthodes, le résultat est là : l'épuisement de la ressource accessible avec les techniques de l'époque, ce qui pourrait expliquer la fin de l'usage du quartz hyalin à la fin du Néolithique.

### Les fosses du plateau d'Emparis

#### *Un site exceptionnel*

Au cœur de l'Oisans, le plateau d'Emparis domine de plus de 1 000 m le cours de la Romanche au sud, qui coule de l'est vers l'ouest (fig. 18). Il s'agit d'un espace perché de plusieurs kilomètres de développement, aisément accessible par le nord, plus protégé vers l'est et l'ouest et inaccessible par le sud. Le plateau d'Emparis offre de vastes moutonnements à des altitudes comprises entre 2 200 m et 2 500 m environ, drainés par de nombreux ruisseaux et autant de petits lacs. Aujourd'hui, la végétation est rase, correspondant à de grands alpages.

#### *Géologie et gîtologie des filons*

Du point de vue géologique, le plateau d'Emparis appartient à la retombée nord du massif cristallin externe du Pelvoux dont il représente les affleurements les plus septentrionaux (fig. 19). La couverture sédimentaire affleure dans les reliefs plus au nord avec des schistes et des marnes, mais elle est présente de façon discrète au voisinage du secteur filonien avec des placages de grès, de conglomérats et de dolomies du Trias. Dans le détail, le socle cristallin est composé de gneiss amphiboliques localement micacés et passant rapidement à de véritables amphibolites ; il affleure partout ou bien se trouve subaffleurant sous une faible couverture d'éboulis grossiers et d'éboulis morainiques. Le sol est dans l'ensemble constitué par des colluvions (limons bruns plus ou moins graveleux) et par le sol humique proprement dit.

Le champ filonien des Lacs Cristallins, le plus important du plateau, est composé d'environ dix-huit filons de quartz massif, de teinte blanche et laiteuse, non métallifères, subverticaux et orientés schématiquement est-ouest. Ces filons sont disposés en barreau d'échelle selon une bande de direction nord-est - sud-ouest et se localisent en bordure occidentale du plateau, à très faible distance des affleurements de la couverture sédimentaire qui masque le socle plus au nord.

Le champ filonien disparaît vers le sud malgré de bons affleurements rocheux et disparaît vers le nord sous la couverture sédimentaire. Le report des points pris au GPS sur un fond géologique permet de constater que ces filons sont situés près de ou sur une faille dont ils suivent l'orien-

tation (fig. 19). Les filons sont peu puissants, de l'ordre de 0,30 à 0,60 m en moyenne avec des épanouissements locaux à 1 m. D'allure massive, ils comportent toutefois des cavités géodiques qui abritent les cristaux de quartz hyalins. En général, les cavités sont étroites, mais peuvent présenter plusieurs mètres d'allongement ; elles ont fait l'objet d'une exploitation active (Rostan 2002b, 2003b et 2004a).

Le socle du plateau d'Emparis réapparaît plus au nord dans la vallée de la Maurienne avec le massif du Grand Châtelard, qui se trouve également être le siège de travaux d'allure semblable en ce qui concerne les cristaux de quartz hyalins.

#### *Les exploitations : vue d'ensemble*

Trois secteurs principaux exploités sont à ce jour identifiés, sans certitude quant au caractère exhaustif de l'inventaire, certains indices devant être vérifiés (Rostan, 2004a).

Sur la retombée nord-est, d'importants filons de quartz n'offrent que des traces ténues de grattages et de travaux de recherche de cristaux (Emparis 1 et 2), qui témoignent du caractère systématique des recherches. Au sud de ce secteur, quatre points documentent des dépilages, fosses, galeries et haldes qui constituent un bel ensemble minier.

À l'extrémité occidentale du plateau, le champ filonien des lacs cristallins compte dix-huit filons exploités par de nombreuses fosses étroites, certaines aujourd'hui grattées dans l'espoir de retrouver des cristaux (fig. 20). Ces fosses sont bordées de haldes et, dans plusieurs cas, d'aires de tri avec des blocs pouvant avoir servi d'enclume, ainsi que des percuteurs et des éclats de percuteurs. L'examen des sites d'extraction du secteur des lacs cristallins permet de mettre en évidence un type de travaux particulier avec des fosses étroites de faible extension. Les travaux sont strictement limités au seul volume de la cavité géodique. Les éléments de comparaison font défaut avec d'autres sites, hormis sur les lacs des Rousses précités, car ces deux secteurs sont parmi les rares en Oisans comportant des travaux sur un replat topographique et non dans des pentes plus ou moins fortes. Néanmoins, à Emparis, les quelques travaux observables à flanc de versant se résument également à des boyaux étroits et à des fosses allongées mais exiguës.

Sur le filon LC18, une excavation récente (été 2006 probablement) pour de vaines recherches de cristaux a conduit à vider une fosse ancienne et a permis quelques observations. La fosse est en effet apparue particulièrement étroite, de l'ordre de 0,30 à 0,40 m au plus en tête pour une longueur d'environ 1,50 m et une profondeur estimée à 1,40 m environ. Ainsi l'extraction des cristaux dans cette fosse s'est produite par un creusement limité strictement aux nécessités de l'extraction sans aucun terrassement de « confort ». Toutefois, ce qui différencie cette fosse des autres sites oisais, c'est l'absence de tout travail destiné à poursuivre la recherche d'autres cavités voisines probables de part et d'autres de la cavité exploitée, comme le laissent supposer les petits cristaux



**Fig. 18 – Le plateau d’Emparis, commune de La Grave (Hautes-Alpes), vu depuis l’est (montée du col du Lautaret). Le champ filonien se développe sur la partie cristalline du plateau, ici d’apparence plate, à gauche (cliché É. Thirault, août 2006).**

*Fig. 18 – The Emparis plateau, La Grave (Hautes-Alpes), view from the east (Lautaret pass). The vein system spreads across the crystalline part of the plateau, apparently flat here, to the left (photograph É. Thirault, August 2006).*

sans espace libre qui y sont observables. De telles cavités exploitées superficiellement sans en rechercher tous les diverticules n’ont encore jamais été observées ailleurs dans l’Oisans, hormis dans Les Rousses. Les autres sites comportent habituellement des creusements au feu dans le quartz massif, menés tant que des indices de la présence de cavités à cristaux étaient présents.

À Emparis, seuls deux chantiers présentent les caractères du creusement par le feu : LC13-7, sur lequel nous avons réalisé une date radiocarbone (voir infra) ; et une courte galerie sans doute taillée au feu située entre LC12 et LC13, qui s’ouvre vers l’est. Toutes les autres excavations sont réalisées sans recours au feu, fait unique en Oisans. Ce caractère « archaïque » dans le mode d’exploitation constitue le caractère prédominant du site et pose la question de son interprétation.

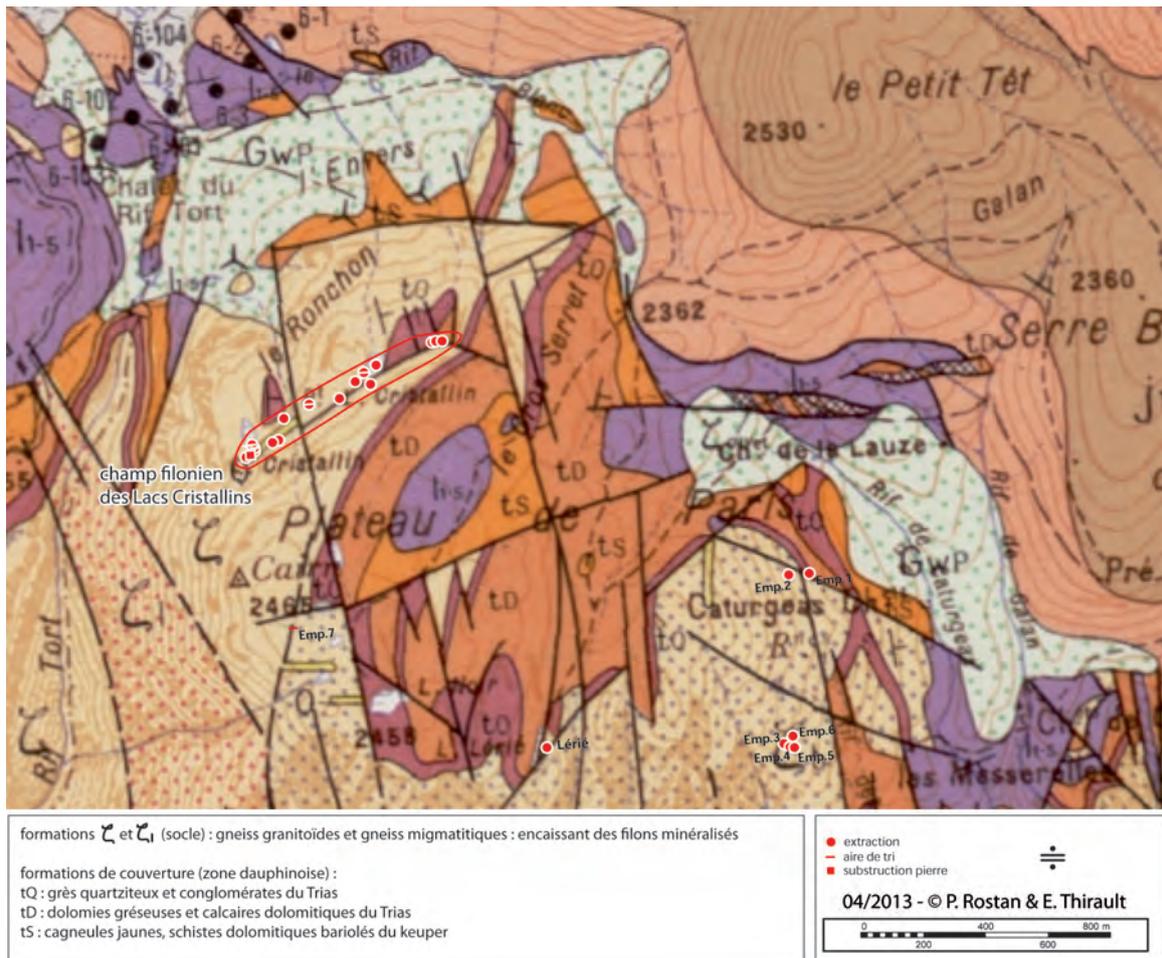
#### *La fosse LC13-3 et l’aire de tri LC13-4*

La fosse LC13-3, qui fait l’objet d’un sondage de notre part, mesure environ 4 m de longueur pour 1 m de large (fig. 21 à fig. 23). Elle est entièrement comblée à l’horizontale, jusqu’à environ 10 cm sous le niveau du sol végétal qui la borde sur son flanc sud. Au nord, la paroi de gneiss forme une marche surélevée d’un mètre environ. Le fond se trouve manifestement situé à une profondeur

sensiblement plus importante que celle où la fouille s’est arrêtée ; en effet, l’allure habituelle des cavités géodiques dans les filons de quartz conduit souvent à des profondeurs de l’ordre de 50 à 100% de leur allongement. La partie visible étant ici de 4 m environ en surface, on peut attendre un développement vertical de 2 à 4 m.

Dans sa partie ouest, le bord du sondage est composé de la paroi de la fosse arrêtée dans du quartz massif laitieux ; dans sa partie est, la coupe est composée par des remblais riches en blocs de quartz et de gneiss stratifiés. Les bordures nord et sud du sondage correspondent au bord de la fosse et se trouvent représentées par les épontes de gneiss du filon, la totalité du filon de quartz ayant été enlevée en ce point, soit une largeur de 1 m à 1,2 m. Il est vraisemblable que la cavité géodique, même multiple, n’avait pas une telle taille. En effet, un panneau de quartz sur l’éponte sud s’est affaissé dans la fosse d’extraction ; il devait former un pont laissé en place lors de la vidange. Il faut donc admettre que la cavité aujourd’hui ouverte correspond à une succession de plusieurs cavités géodiques voisines, toujours selon l’allure en chapelet déjà soulignée plus haut.

Bien que l’étude de cette exploitation ne soit pas achevée, les résultats acquis sont de première importance pour la compréhension des méthodes d’extraction et de traitement des cristaux :



**Fig. 19 – Report des extractions de quartz hyalin du plateau d’Emparis sur fond géologique. Prospections P. Rostan, fond issu de [www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr) (données BRGM). Le report est effectué à la main et demeure approximatif (DAO É. Thirault).**

*Fig. 19 – Mapping of the Emparis plateau hyaline quartz extractions on a geological background. Prospecting P. Rostan, background map provided by [www.infoterre.fr](http://www.infoterre.fr) (data BRGM). The points were drawn on the map manually and their position is therefore approximate (CAD É. Thirault).*

– la fosse d’extraction résulte de plusieurs creusements, l’extrémité ouest n’étant pas la plus récente; il existe donc un rythme dans l’exploitation;

– elle correspond à une ou plusieurs cavités géodiques coalescentes, ce qui donne une idée de l’importance de ce gîte, qui devait mesurer environ 4 m de long pour une largeur de moins d’un mètre, soit, à minima, 8 m<sup>3</sup>; une telle cavité peut livrer des milliers de cristaux;

– la présence d’effondrements naturels dans la fosse, avant le remblai humain, démontre l’écoulement du temps entre deux phases d’extraction : s’agit-il d’une question de saison, auquel cas les exploitations pourraient se succéder lors des périodes de déneigement, avec retour sur place des mêmes exploitants? Ou bien s’écoule-t-il plus de temps?

– l’exploitation progresse par le remblai des parties déjà excavées, selon le principe du moindre effort (certains blocs de quartz massif pèsent plusieurs dizaines de kilogrammes);

– l’extraction est suivie d’un long abandon, durant lequel se produisent des effondrements de panneaux du

filon restés en place, puis un comblement lent avant un colmatage intentionnel (récent? de la part de bergers?);

– au sud de la fosse est installée une aire de tri sur un niveau non végétalisé (fig. 23, décapage 6) : la stratigraphie indique d’abord un dépôt circonscrit de probables déblais d’extraction (décapage 17), peut-être pour façonner une terrasse plane, surmonté d’un niveau plus vaste très riche en quartz hyalin, qui constitue véritablement la preuve de l’activité de tri (décapages 4 à 14); en outre, des placages sédimentaires témoignent de la zonation des activités;

– au-dessus, survient un début de végétalisation (décapage 12), puis :

– de gros blocs de quartz sont apportés (base décapage 8), dont l’interprétation est incertaine : reprise d’extraction ou déplacement de blocs gênant (étalement des haldes?), à but pastoral?

– la végétation prend enfin le dessus et scelle le site, jusqu’à ce que des randonneurs viennent, de manière récurrente, piocher les lieux à la recherche de petits cristaux.



Fig. 20 – Emparis à La Grave, secteur des Lacs Cristallins, le filon LC13, vue partielle depuis l'ouest, automne 2006, avant ouverture du sondage. Noter la succession des exploitations sur le filon de quartz massif (LC13-1, LC13-3 et LC13-7), ainsi que des interruptions du filon qui traduisent sans doute l'existence de fosses d'extraction comblées (LC13-2 et LC13-5). LC13-4 : aire de tri (clichés É. Thirault).

Fig. 20 – Emparis at La Grave, crystalline lakes sector, LC13 vein, partial view from the west, autumn 2006, before opening the trial trench. Notice the successive operations carried out on the vein of massive quartz (LC13-1, LC13-3, LC13-7), and the interruptions of the vein probably indicating the presence of filled-in extraction pits (LC13-2 and LC13-5). LC13-4 : sorting area (photos É. Thirault).

De petits reliefs rocheux autour de l'aire de tri paraissent émoussés et percusés et semblent avoir joué le rôle d'enclume dans la sélection des cristaux.

La question de la datation de ces travaux demeure. Ce point sera discuté plus loin.

#### *Le mobilier archéologique*

Il est des plus restreints et ne comprend que des objets en pierre. Hormis le quartz lui-même, il s'agit d'un silex taillé, de percuteurs et de pierres à cupule.

Les percuteurs sont réalisés sur trois types de roche (Rostan, 2004, p. 16-17; Rostan et Thirault, 2006) :

- un sphéroïdal en grès carbonifère de 1,7 kg, issu des formations géologiques de la vallée du Ferrand ou de l'Herpie (à l'ouest) ; il a été retrouvé sur des grattages adjacents à l'exploitation LC7 ;

- huit éclats de percuteurs en quartzite beige du Trias de la zone alpine briançonnaise (provenance : vallée de la Guisanne ou de la Maurienne). Six d'entre eux proviennent de l'exploitation LC7 (sur l'aire de tri, auprès d'une enclume à peine visible dans le sol,

entourée d'éclats de cristaux), un de LC13-6 (avec néocortex alluvial encore présent) et un de la tranchée de LC13-7.

– un percuteur en quartz laiteux massif a été identifié au cours de la fouille de la fosse de LC 13-3.

Le silex taillé a été découvert lors du tamisage des sédiments bouleversés par les piochages de l'été 2007 entre nos deux campagnes de fouille (fig. 24). Si la relation de ce silex avec l'aire de tri est incontestable, sa position précise est donc inconnue. Il s'agit d'un éclat laminaire à deux pans, dont seule la partie proximale est conservée et qui possède les dimensions suivantes : longueur conservée : 14 mm ; largeur : 17 mm ; épaisseur : 3,5 mm. Cet objet ne livre aucune information chronoculturelle pertinente.

Ce silex a été observé à la loupe binoculaire par Paul Fernandes dont nous reprenons ici les conclusions. Il s'agit d'un silex marin de structure homogène, de texture wackestone, de couleur sombre. Les caractéristiques minéralogiques, texturales et paléontologiques permettent de l'attribuer à l'étage barrémo-bédoulien, plus précisément aux faciès présents dans le Diois. Ce résultat est important, car il recoupe les conclusions de l'étude pétrographique menée par Céline Bressy sur la série mésolithique des lacs Robert à Chamrousse (Bintz, 2001). Si on considère que le quartz hyalin est bien attesté dans le Diois, et que l'analyse des inclusions fluides démontre (ou suggère fortement) l'origine uisanne d'une partie de ces cristaux (sites des Terres Blanches, du Clapier, de la Baume du Rif), alors, un axe de circulation Oisans (Emparis)-Diois semble se dessiner avec force, au moins pour le Mésolithique-Néolithique ancien. Le fait est corrélé avec les résultats des études pétrographiques menées sur le site Mésolithique moyen et Néolithique ancien de Blachette à Sinard (site en position géographique intermédiaire entre l'Oisans-Belledonne et le Diois), où sont présents, entre autres faciès, des quartz hyalins et des silex du Diois (Pelletier *et al.*, 2004).

## L'OISANS : PÔLE MAJEUR POUR L'ACQUISITION DES CRISTAUX

Les données nouvelles obtenues depuis une décennie en Oisans bouleversent nos connaissances sur l'acquisition du quartz hyalin et plus généralement, sur la question de ce matériau dans les Alpes occidentales. Tout en gardant à l'esprit que l'Oisans n'est qu'une des régions-source des Alpes françaises, et que les travaux précis sont encore très ponctuels, elle apparaît cependant comme une des sources majeures de production de cristaux et les acquis peuvent être exposés en quatre points.

### Techniques et méthodes d'extraction

Inutile de revenir sur le détail des différentes modalités d'extraction des cristaux, exposées plus haut. Soulignons néanmoins l'existence d'une certaine diversité,

même sans compter les exploitations modernes taillées à la poudre. Si la taille au feu semble, en l'état actuel des connaissances, assez standardisée dans son principe, les autres types de creusements ont des aspects variables. La conformation des gîtes y est sans doute pour quelque chose : inclinaison des filons, des affleurements, disposition des cavités dans les filons, dimensions, etc. Il est probable qu'un certain nombre de travaux en « fosse » soient le produit de tailles au feu. De fait, l'importance du travail au feu est un fait marquant en Oisans, mais toutes les exploitations anciennes ne recourent pas à cette technique. Elle n'est mise en œuvre, semble-t-il, que lorsque la poursuite de l'accès aux cavités minéralisées n'est pas possible autrement.

Le principe de l'économie de moyens est donc appliqué à ces exploitations, qui ne présentent jamais de caractère monumental, à l'inverse des grandes mines néolithiques de silex des bassins sédimentaires ou encore des mines de variscite de Gavà en Catalogne (Villalba *et al.*, 1986 ; Villalba, 2002), mais cet aspect se trouve au moins en partie lié à la configuration spécifique des gisements. Néanmoins, même en faisant abstraction des exploitations modernes, ce sont des milliers de mètres cubes qui ont été anciennement vidés de leurs cristaux en Oisans, représentant probablement des centaines de milliers de cristaux aptes à la taille.

Il faut donc se rendre à l'évidence : l'Oisans a fait l'objet, à une période ancienne, d'une recherche intensive de cristaux qui a conduit à vider les gîtes accessibles et exploitables avec les techniques antérieures à la poudre. Bien que ce phénomène s'étende au moins sur toute la durée du Néolithique (voir *infra*), et sans doute plus encore, il s'agit bien d'une activité systématique, quand on l'observe en détail sur un champ filonien précis. De ce fait, il nous semble impossible de continuer à parler d'une quête aléatoire, d'exploitations opportunistes, d'activités collatérales à d'autres, tout du moins pour certaines périodes d'exploitation, dont la datation, précisément, est à établir.

### Datation des exploitations

On l'a vu, la datation des extractions est un exercice délicat. À ce jour, trois sources de datation, relative et absolue, sont disponibles sur les cristallières de l'Oisans.

Les datations par le mobilier sont encore de l'ordre du virtuel, hormis au Ribot 1 où un tesson de coupe à sillon avec mamelon perforé a été collecté en surface (Rostan, 2004b). Cet indice de datation du Néolithique moyen (Chasséen) ne fournit néanmoins qu'une date relative pour l'extraction elle-même, qui est donc antérieure ou contemporaine du Chasséen.

Les datations relatives par les techniques d'extraction sont importantes, mais vite limitées à la dichotomie poudre-feu. En revanche, la taille au feu génère de nombreux charbons de bois, qui eux, peuvent être directement datés par le radiocarbone. Six datations par le radiocarbone ont pu être réalisées (fig. 25) : quatre sur le Ribot 1 à Huez, une sur les charbons issus de la cristallière du Trou

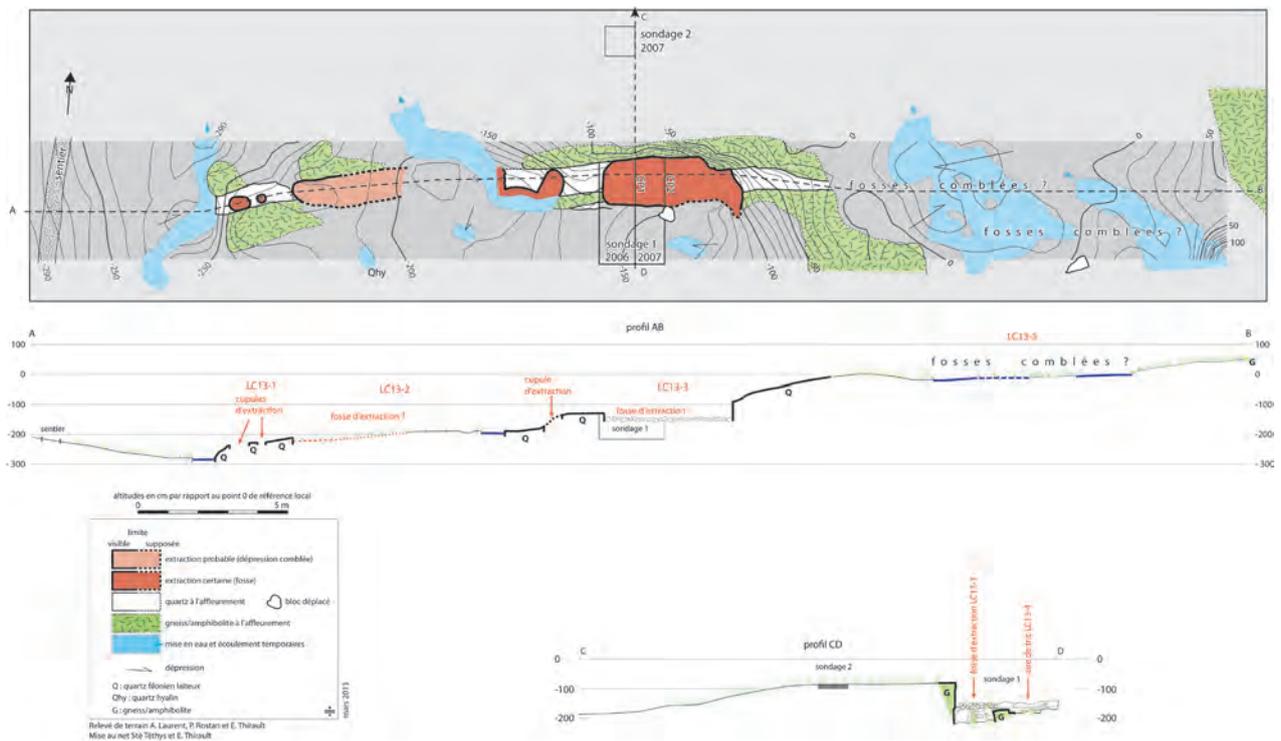


Fig. 21 – Emparis à La Grave, secteur des lacs cristallins, le filon LC13, relevé en plan du secteur sondé.  
 Fig. 21 – Emparis at La Grave, crystalline lakes sector, the LC13 vein, plan of the surveyed sector.

de la Fée 2 à Mont-de-Lans, et une sur les charbons de bois collectés en 2006 sur le front d'érosion de l'aire de tri-halve de l'exploitation LC13-7 du plateau d'Emparis. Les résultats sont éloquentes :

- l'exploitation du quartz hyalin par le feu est effective dès le Néolithique ancien (fin du VI<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.), avec une date sur la brèche en place du Ribot 1 ;
- un chantier d'extraction, tel le Ribot 1, peut être repris à un millénaire de distance, puisque le fragment de brèche détaché signe des tailles au feu à la fin du IV<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., en bonne concordance avec le tesson de céramique ; ainsi, ce qui apparaît aujourd'hui comme une galerie unique est en fait un chantier polyphasé ;
- il existe des extractions contemporaines (selon les termes de la résolution chronologique disponible) sur plusieurs cristallières (Ribot 1 et Emparis LC13-7) qui sont non seulement distantes dans l'espace, mais dans des configurations topographiques et altitudinales très différentes : forte pente-plateau, 1200-2360 m ;
- l'abattage au feu n'est pas spécifique d'une période, mais est employé durant tout le Néolithique, puisque la cristallière 2 du Trou de la Fée connaît une activité au milieu du III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. À cette période, les dents humaines du Ribot 1 témoignent, soit d'un accident de travail, soit, plus probablement, d'une réutilisation de la cavité artificielle à des fins funéraires.

Ainsi, même si les datations actuellement disponibles ne constituent qu'un éclairage très partiel porté sur les extractions de l'Oisans, elles constituent une preuve définitive de l'importance prise par cette activité, au moins au Néolithique.

L'extraction à l'aide de la taille au feu est donc, en Oisans, bien développée au Néolithique. Dès lors, se pose la question du statut des exploitations sans trace d'usage du feu, dont le plateau d'Emparis est le meilleur représentant :

- cette différence technique traduit-elle une différence chronologique, et si oui, dans quel sens (antérieur au Néolithique ?) ;
- est-elle liée à la configuration du gîte qui ne nécessite pas l'usage du feu ?
- le choix technique est-il effectué en fonction des besoins et/ou de la richesse du gîte : les filons d'Emparis livrent-ils assez de cristaux pour les besoins de la période d'exploitation ?
- s'agit-il de différences dans les compétences techniques des exploitants, et si oui, quelle interprétation en faire : groupes humains différents, intégration de l'activité extractive dans l'économie générale, etc.

Pour les exploitations des lacs cristallins à Emparis, la question peut être abordée avec des arguments archéologiques. Le caractère « archaïque » des travaux est un point délicat à interpréter. On peut certes considérer qu'ils sont le fait d'un groupe ne possédant pas de techniques plus puissantes, ou ne voulant – ou ne pouvant – pas les mettre en pratique. L'absence de bois à proximité pour faire le feu n'est pas un argument valide, dans la mesure où d'autres filons de l'Oisans situés au-dessus de la limite supérieure des arbres ont été exploités par le feu (Rostan, 2007). Le creusement au feu n'est pas spécifique d'une période particulière, mais couvre tout le Néolithique. Deux hypothèses en découlent :

**A**



**B**



**C**



**E**



**D**



**F**



Fig. 22 – Emparis à La Grave, secteur des lacs cristallins, le filon LC13 et l'extraction LC13-3, vues de la fosse à différents stades de la fouille 206 et 2007. A et B : la fosse d'extraction vue avant l'ouverture du sondage (A : vue depuis le sud ; B : vue depuis l'extrémité ouest). Les parois nord et est sont constituées par les épontes (gneiss) ; le filon de quartz laiteux massif forme la limite ouest ; au sud, l'herbe masque le bord de fosse et l'aire de tri. Noter le comblement sommital par des blocs de gneiss et de quartz laiteux en open-works ; en septembre 2006, la fosse était ennoyée ; C : extrémité ouest, aspect de la fouille en cours, vue depuis l'ouest. Noter la présence de très gros blocs de quartz massif, fragments du filon laissés dans la fosse ou effondrés après extraction ; D : extrémité ouest, arrêt de fouille 2006, vue depuis l'est. Le filon de quartz en place apparaît en haut du cliché (ouest). L'excavation concave correspond à la forme de la cavité géodique, vidée de ses cristaux ; E : reprise de fouille, septembre 2007. Vue depuis le sud-ouest. La fosse est à sec. La paroi nord est bien visible (éponte de gneiss). L'open works de blocs de gneiss et quartz a été enlevé sur le mètre de l'agrandissement du sondage, laissant apparaître un niveau plan (surface du décapage 9). Dans l'angle du cliché, le creusement de la fouille 2006. À gauche, l'éponte sud-est de gneiss, qui forme un massif proéminent ; F : fouille 2007 en cours, vue depuis l'ouest. Au premier plan, le filon de quartz massif, puis le creusement de la fouille 2006, puis les gros blocs des décapages 10 et 11, puis les petits blocs sommitaux dans la zone non fouillée.

Fig. 22 – Emparis at La Grave, crystalline lakes sector, the LC13 vein and the extraction LC13-3, views of the pit at different stages of the archaeological excavation carried out in 2006 and 2008. A and B: the extraction pit before opening the trial trench (A: view from the south; B: view from the western end). The northern and eastern walls are gneiss; the vein of milky massive quartz forms the western boundary; to the south, the grass hides the edge of the pit and the sorting area. Notice the open-work blocks of gneiss and milky quartz filling the upper part of the pit; in September 2006, the pit was flooded; C: western end, the archaeological excavation in progress, view from the west. Notice the huge blocks of massive quartz, remnants of the vein that were left back in the pit or that collapsed following the extraction work; D: western end, at the end of the archaeological excavation 2006, view from the east. The quartz vein appears in the upper part of the photograph (west). The concave excavation corresponds to the shape of the geodic cavity after the removal crystals; E: resumption of the archaeological excavation, September 2007. View from the south-west. The pit has dried out. The northern wall can be clearly recognised (gneiss). The open-work of the gneiss and quartz blocks was removed on the metre on which the trial trench was extended, exhibiting a flat surface (surface of cut 9). In the corner of the picture, the digging of the archaeological excavation in 2006. On the left, the south-eastern gneiss wall that forms a prominent massif. F: the archaeological excavation 2007 in progress, view from the west. In the foreground, the vein of massive quartz, followed by the digging of the 2006 excavation the big blocks uncovered during the cuts 10 and 11 as well as the small blocks on top of the non-excavated area.

– soit les fosses d'Emparis témoignent d'autres motivations que de la recherche intensive et exhaustive (avec les techniques de l'époque) du quartz hyalin, et dans ce cas, aucune datation ne peut être privilégiée; relevons néanmoins que deux tailles au feu (une certaine, et une indirecte) sont répertoriées aux lacs cristallins, qui pourraient témoigner d'une reprise de travaux avec des techniques nouvelles (donc, au Néolithique ?) sur d'anciennes exploitations;

– soit la différence technique a une valeur chronologique, et alors, une datation très précoce dans le Néolithique, ou antérieure, peut être proposée. Le champ chronologique s'ouvre alors jusqu'à l'Azilien (voir *supra*).

Un argument en faveur d'une datation haute est fourni par l'aire de tri LC13-4. L'absence de paléosol enfoui sous le niveau de tri (décapage 4 : altération mécanique du substrat) est un indice fort en faveur d'une datation ancienne, antérieure à la constitution d'un sol végétal, soit une datation dans le Tardiglaciaire ou l'Holocène ancien. En effet, sur les exploitations de cuivre des Grandes Rousses datées de l'âge du Bronze ancien, un sondage réalisé en 2006 sur une halde a montré que celle-ci a recouvert un sol végétal qui s'est ainsi trouvé fossilisé (Bailly-Maître *et al.*, 2008, p. 35, et observation personnelle É. T.). Rien de tel à LC13-4, ce qui penche en faveur d'une datation ancienne dans l'Holocène.

Si cette hypothèse haute se confirme, les travaux du plateau d'Emparis constitueraient une des plus anciennes extractions organisées de matériaux connues en France, et assurément la plus élevée en altitude.

On le voit, la question des datations demeure un enjeu de taille, que seuls les travaux de terrain pourront

résoudre. Il est d'ores et déjà assuré que l'activité néolithique a été importante. Au contraire, malgré quelques mentions textuelles, aucune preuve de terrain ne vient pour l'instant étayer l'idée de travaux médiévaux, qui, s'ils existent, sont discrets ou circonscrits à certaines cristallières. Il est probable que durant l'Antiquité, les gîtes de l'Oisans aient été délaissés, car ils ne fournissent pas de gros cristaux aptes à la taille de beaux objets (calices, etc.), contrairement à d'autres régions (le Valais en Suisse, par exemple). Il est donc possible d'émettre l'hypothèse qu'à la fin du Néolithique, l'exploitation a cessé jusqu'à ce que la maîtrise de la poudre permette une reprise significative d'activité, du XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle.

### Modalités de préparation des cristaux pour l'emport

Le sondage sur la fosse LC13-3 et l'aire de tri adjacente LC13-4 du plateau d'Emparis à La Grave a permis de collecter tous les vestiges de l'activité extractive selon un protocole contrôlé, incluant un tamisage intégral, et ainsi de constituer une documentation rigoureuse qui sert de base à la réflexion sur les étapes de travail entre l'extraction et l'emport des cristaux.

Les cristaux retrouvés en fouille peuvent être classés en trois catégories (fig. 26) :

– les quartz plus ou moins automorphes laiteux, de dimensions variables, de sections parfois importantes mais jamais très longs, souvent attachés à la paroi de la cavité;

– les quartz hyalins, et parfois chloriteux, de dimensions ou de formes qui les rendent inaptes à la taille :

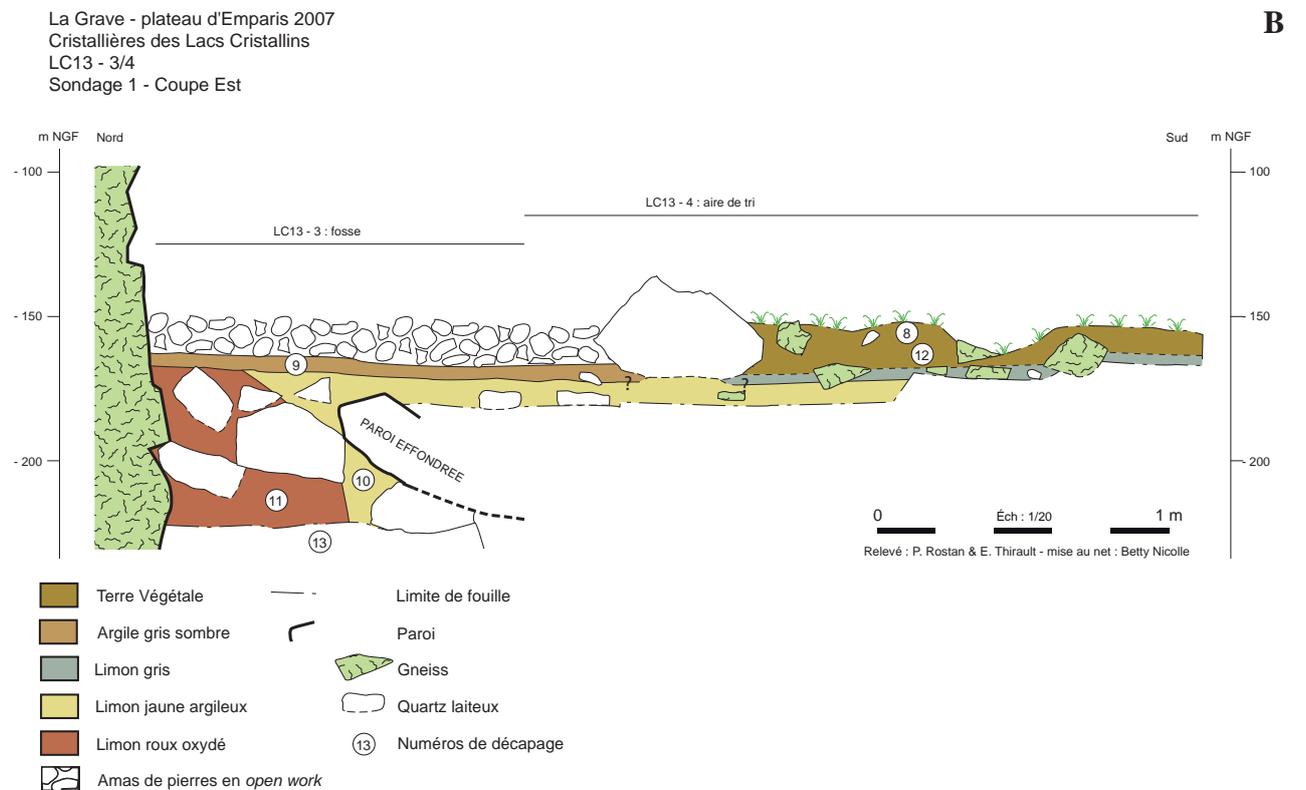


Fig. 23 – Emparis à La Grave, secteur des lacs cristallins, le filon LC13, l'extraction LC13-3 et l'aire de tri LC13-4, coupes transversales. A : coupe 2006 ; B : coupe 2007. Localisation en fig. 21.

Fig. 23 – Emparis at La Grave, crystalline lakes sector, the LC13 vein, the extraction LC13-3 and the sorting area LC13-4, transversal stratigraphic profiles. A : stratigraphic profile 2006 ; B : stratigraphic profile 2007. Localisation on fig. 21.

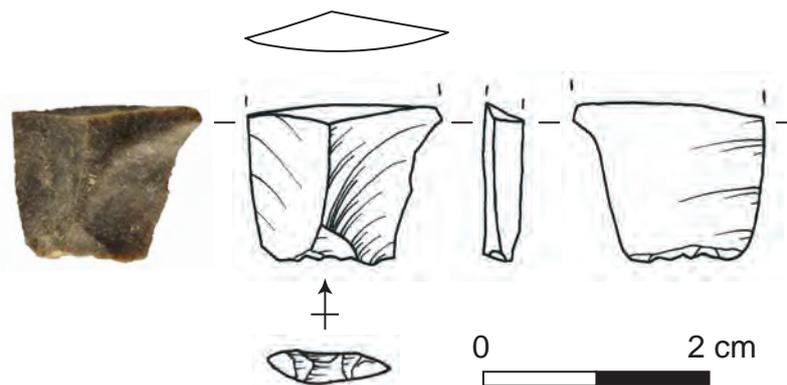


Fig. 24 : Emparis à La Grave, secteur des Lacs Cristallins, LC13-4, sondage 1. Le seul silex taillé mis au jour, trouvé lors du tamisage des déblais du piochage intempestif survenu durant l'été 2007 (dessin É. Thirault).

Fig. 24 – Emparis at La Grave, crystalline lakes sector, LC13-4, trial trench 1. The only knapped flint recovered from the sieving remains of the dirt left by the uncontrolled digging during summer 2007 (drawing É. Thirault).

macles, quartz engrenés, quartz qui ont poussé de manière tardive sur les cristallisations primaires, etc. ;

- les quartz hyalins (parfois un peu laiteux à la base), et plus rarement chloriteux, dont les dimensions et le caractère automorphe les rendent aptes à la taille.

Seuls ces derniers ont intéressé les hommes qui ont conduit l'extraction. Preuve en est que cette catégorie n'est représentée que sous la forme de fragments et d'éclats dont l'origine est à comprendre. Trois causes peuvent être avancées :

- des chocs lors de l'extraction des plaques de cristaux de la fosse ;
- des chocs lors du tri des cristaux et du détachement des individus aptes au débitage ;
- un débitage intentionnel.

Distinguer ces trois causes est important pour statuer sur les activités qui se sont déroulées sur le site. Pour cela, la disposition des altérations et des enlèvements peut être restituée dans la plupart des cas, grâce à la forme particulière des cristaux automorphes.

La conformation des cristaux de quartz automorphes, hyalins ou plus ou moins opaques, est dictée par le processus de cristallisation : le prisme comporte six pans reliés par des arêtes ; il est terminé sur une ou les deux extrémités par un pyramidion à six pans reliés par des arêtes. Dans les gîtes alpins (au sens géologique), de relativement haute température de formation, les cristaux présentent un prisme très développé et très allongé alors que les cristaux habituels des filons de basse température des socles cristallins (massif des Maures, Massif central, etc.) présentent des prismes courts avec un pyramidion très développé d'allure très caractéristique.

Toutefois, dans ce type de gîtes filoniens, les cristaux bipyramidés sont rares et les individus cristallins sont des monopyramides dont une base se trouvait initialement attachée au filon. La base du cristal est systématiquement plus riche en inclusion et d'allure plus « trouble » ou plus laiteuse alors que la partie proche du pyramidion, plus ou moins développée, devient très limpide.

Les faces du prisme montrent des stries de croissance parallèles, perpendiculaires à l'axe ternaire du cristal (axe de la pyramide), et le diamètre du prisme décroît parfois de la base vers la pyramide, les stries de croissance formant un léger escalier. Les faces de la pyramide sont le plus souvent lisses, mais présentent parfois quelques rares stries de même orientation que celles du prisme ; elles comportent fréquemment des figures de croissance d'allure triangulaire en escalier dont la pointe du triangle indique le sommet de la pyramide. Un fragment de cristal, s'il présente encore une relique de face cristalline, peut donc être orienté et positionné dans le volume du cristal entier.

Cette étude volumétrique, couplée à l'étude technologique sur la morphologie des talons d'enlèvements, sur la direction et la forme des impacts, permet d'avancer considérablement sur le statut du mobilier découvert et partant, ouvre une porte pour la compréhension du statut du site.

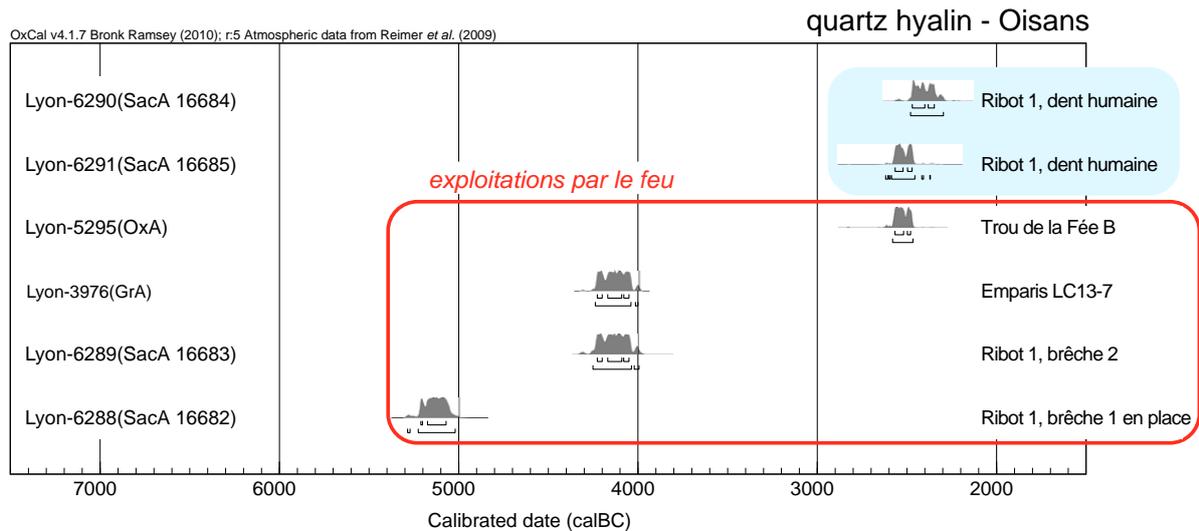
L'examen de la totalité du mobilier découvert en 2006 et 2007 permet de proposer, de manière encore préliminaire, l'existence de dix-neuf types d'altération et d'enlèvements différents, décrits dans la figure 26. Leur répartition selon les décapages, non quantifiée, est rendue sous forme de tableau (fig. 27). Il s'agit d'un état du travail qui ne peut être considéré comme définitif, car deux critères doivent encore être pris en considération : la dimension des cristaux et la quantification des éclats. Il nous manque également des référentiels expérimentaux pour mieux interpréter les observations.

Les altérations et les enlèvements peuvent être groupés sous quatre grandes rubriques :

- 1) Des chocs violents aléatoires qui brisent le cristal (type 14).

- 2) Des chocs peu violents aléatoires qui écrasent la pyramide (1) ou une arête (2), ou qui provoquent le détachement d'un éclat (types 3, 4, 5, 10, 11, 13 et 18). On peut interpréter ces impacts comme résultant de deux actions différentes :

- choc lors de l'extraction des cristaux dans la fosse, qui provoque l'enlèvement d'une partie de la pyramide (types 3, 4 et 13).



commune	lieu	référence de terrain	position de l'échantillon	référence de laboratoire	objet daté	résultat (BP)	marge d'erreur	calibration 68.2% probabilité	calibration 95.4% probabilité
Huez-en-Oisans	Le Ribot	Ribot 1 : Brèche 1	brèche en place en avant de l'exploitation	Lyon-6288 (SacA 16682)	charbons de bois	6185	35	5212-5070	5286-5020
Huez-en-Oisans	Le Ribot	Ribot 1 : brèche 2 décapage 5	fragment de brèche dans cupule d'extraction	Lyon-6289 (SacA 16683)	charbons de bois	5300	40	4228-4050	4252-3995
La Grave	Emparis	Lac Cristallin LC13-7	coupe dans halde/aire de tri	Lyon-3976(GrA)	charbons de bois (Acer et Pinus Sylvestris)	5300	35	4228-4050	4238-4001
Mont de Lans	Trou de la Fée	cr stallière B	coupe dans halde	Lyon-5295 (OxA)	charbons de bois (Pinus sylvestris)	4005	30	2567-2480	2580-2467
Huez-en-Oisans	Le Ribot	Ribot 1 : galerie 1, décapage 1	dans cupule d'extraction	Lyon-6291 (SacA 16685)	dent humaine	3990	35	2566-2472	2620-2370
Huez-en-Oisans	Le Ribot	Ribot 1 : galerie 1, décapage 1	dans cupule d'extraction	Lyon-6290 (SacA 16684)	dent humaine	3920	30	2470-2348	2480-2297

Fig. 25 – Datations radiocarbones disponibles sur la problématique du quartz hyalin en Oisans (graphique É. Thirault).  
 Fig. 25 – Radiocarbon dates available for the hyaline quartz exploitation in Oisans (graphics É. Thirault).

– choc lors du tri des cristaux en dehors de la fosse, dont certains sont des impacts dus à la pose sur une enclume (types 1, 2, 5, 10, 11 et 18).

3) Des enlèvements peu violents, consécutifs à un impact localisé, visible (talon) ou non sur l'éclat. On distingue :

– présence de négatifs d'enlèvement sur la face supérieure, de même direction que l'enlèvement (types 6, 8, 9 et 17). La présomption d'un choc unique est forte, soit par impact direct, soit par répercussion sur une enclume ;

– présence de négatifs d'enlèvement sur la face supérieure, de direction opposée à celle de l'enlèvement (type 7). Dans ce cas, il peut s'agir d'un négatif d'enlèvement antérieur, à moins que nous soyons dans une configuration de type percussion-répercussion sur enclume ;

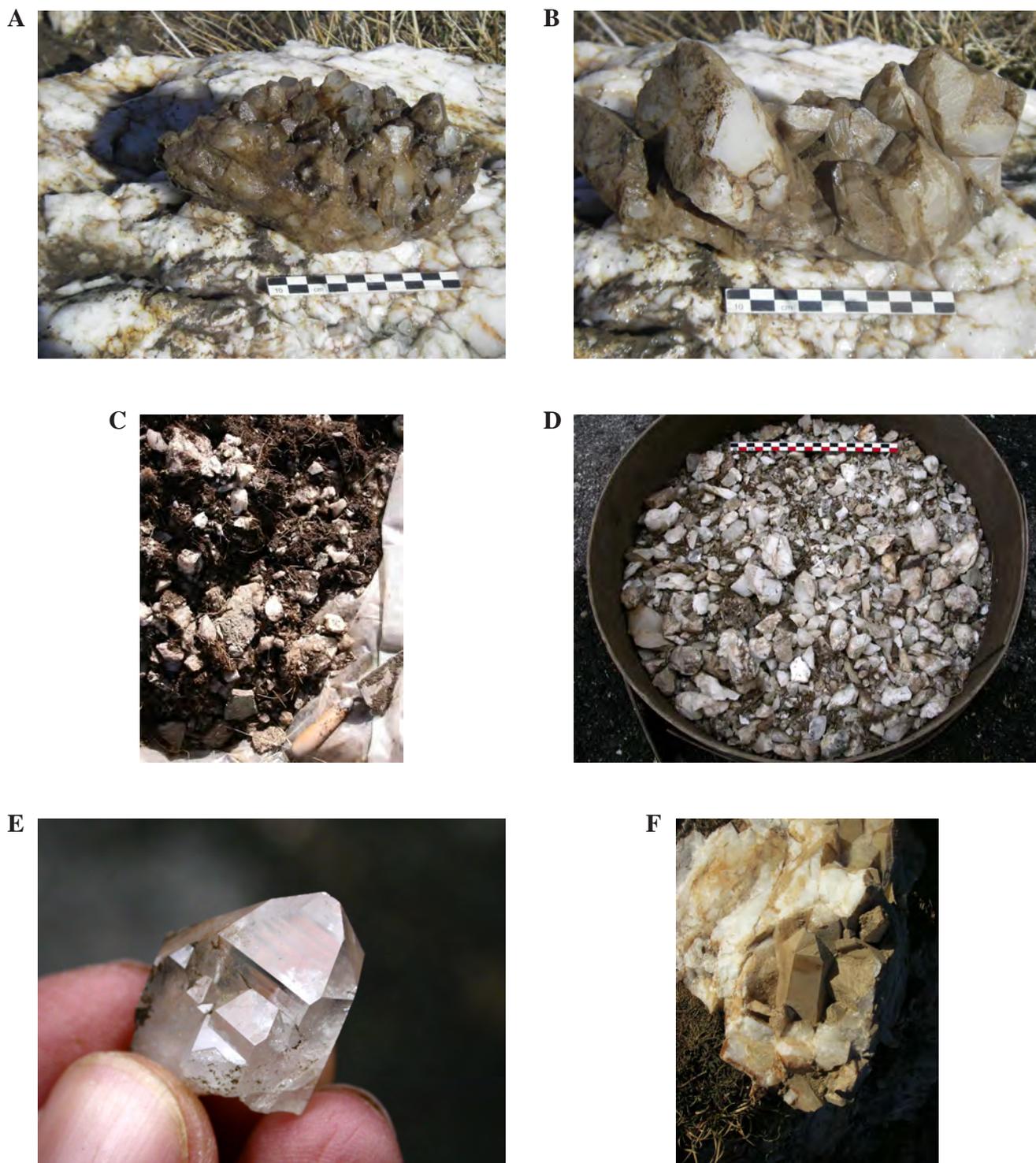
– présence de négatifs d'enlèvement sur la face supérieure de direction identique ou différente à celle de l'enlèvement, ou de direction indéfinissable (types 15 et 16). Là encore, d'après la position de l'éclat dans le cristal, il y a eu des enlèvements antérieurs.

4) Des chocs violents contre une arête de la pyramide qui ont provoqué le détachement d'une partie de la pyramide et du prisme (type 12) ou de la pyramide toute entière (type 19). L'intentionnalité de tels impacts est difficile à démontrer. En Valais, un tel enlèvement permet d'ouvrir un plan de frappe pour le débitage de lamelles, mais cette méthode est appliquée à des prismes de plus

grande dimension que ceux présents à Emparis (Honegger, 2011).

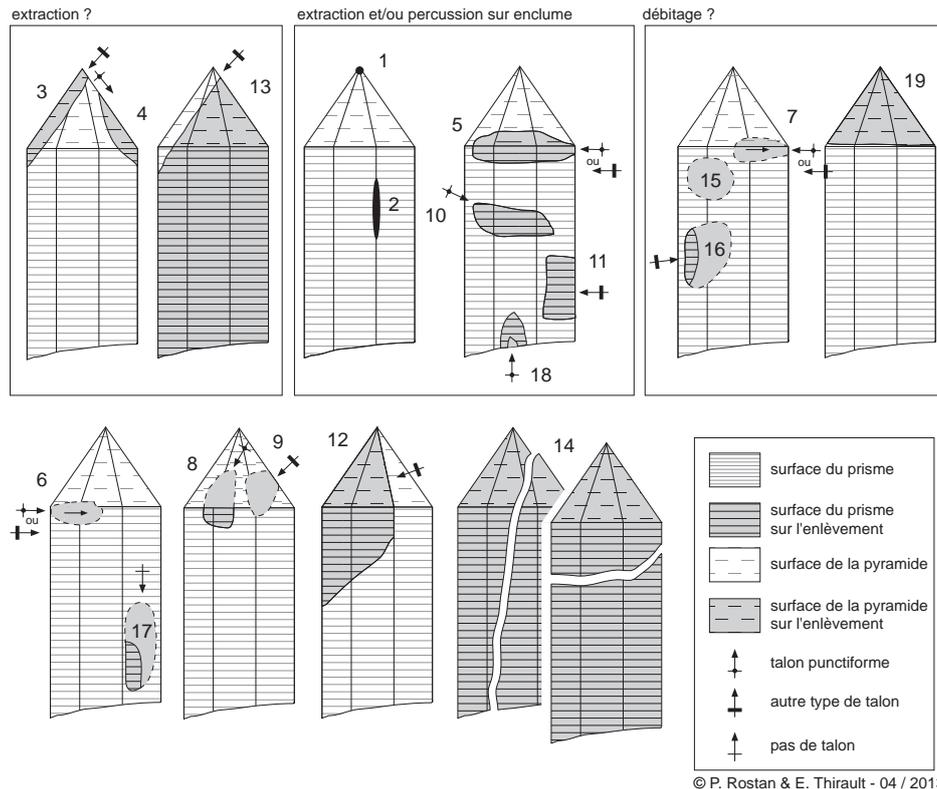
Les éclats de pyramide nécessitent un commentaire particulier (types 3, 4 et 13). Ce type d'éclat, présent de façon systématique, doit être rapporté à une pression exercée directement sur la pointe du cristal sans qu'il existe de plan attribuable à un débitage intentionnel préalable. Ces éclats très caractéristiques sont attribués ici à des éclats produits pendant l'extraction et consécutifs à un mouvement des plaques de cristaux vers l'intérieur de la cavité géodique (toujours très étroite avant que les cristaux n'en aient été extraits) dont les pointes des pyramides rencontrent la face opposée et se brisent sous la pression. L'analyse de ce type d'éclat permet ainsi de reconstituer un des gestes du mineur lors de l'extraction des cristaux.

La corrélation entre les types d'altérations et d'enlèvements, les techniques d'enlèvements et l'interprétation fonctionnelle n'est pas encore définitive. En particulier, il faut approfondir l'étude des talons et des négatifs d'enlèvements, qui sont fondamentaux pour comprendre les modalités de détachement. Cependant, nous pouvons déjà dire que nombre de talons, quand ils existent, sont punctiformes, indice d'impacts très circonscrits, telle une pression exercée par un outil d'extraction ou par un autre cristal (pointe de la pyramide ou arête). Les autres talons



**Fig. 26** – Aperçu sur les différentes formes de quartz retrouvées dans les sondages de LC13-3 et LC13-4 à Emparis. A et B : deux touffes de cristaux laiteux sub-automorphes, (sondage 1, fosse LC13-3), posées pour la photographie sur le filon de quartz massif; C : un aspect du sédiment brut de fouille (sondage 1, aire de tri); D : après lavage, le quartz apparaît sous différentes formes (sondage 1, aire de tri); E : un petit quartz hyalin et automorphe, mais de dimensions trop faibles et présentant des prismes accolés qui le rendent impropre à la taille. Il a été laissé sur place lors du tri; F : au sein d'une touffe de cristaux laiteux, un quartz sub-automorphe, mais laiteux et impossible à détacher, sondage 2 (clichés É. Thirault).

*Fig. 26* – Overview of the different types of quartz, recovered from the trial trenches opened in LC13-3 and LC13-4 at Emparis. A and B : two crystal clusters of sub-automorphous milky quartz (trench 1, pit LC13-3), placed on the vein of massive quartz, for the picture; C : a sample of the excavation dirt (trench 1, sorting area); D : after rinsing with water, the quartz appears under different aspects (trench 1, sorting area); E : a small, automorphous hyaline quartz, of, however, too small dimensions and showing twin prisms that make it unsuitable for knapping. It was abandoned at the site during the sorting; F : included in a cluster of milky crystals, a sub-automorphous, milky quartz, which possibly could not be detached, trench 2 (photos É. Thirault).



1. Ecrasement de la pointe de la pyramide.
2. Ecrasement d'une arête du prisme.
3. Enlèvement de la pointe, d'une partie de la pyramide et parfois d'une partie du prisme ; percussion punctiforme sur une face de la pyramide.
4. Idem 3, mais sur la pointe : percussion punctiforme sur une face de la pyramide.
5. Enlèvement transversal d'une partie de la surface de l'arête de contact prisme/pyramide ; talon lisse (surface du prisme) ou punctiforme.
6. Idem 5, avec face supérieure de l'enlèvement partiellement couverte par un négatif d'enlèvement de même direction.
7. Idem 6, avec face supérieure partiellement couverte par un négatif d'enlèvement antérieur de direction opposée.
8. Enlèvement issu d'une percussion dans l'axe du prisme, à l'intérieur de la pyramide, avec face supérieure partiellement couverte par un négatif d'enlèvement antérieur.
9. Idem 8, mais face supérieure entièrement couverte par un négatif d'enlèvement de même direction ; talon lisse (surface de la pyramide).
10. idem 5, mais positionné sur le prisme ; talon punctiforme.
11. Enlèvement transversal sur la surface du prisme ; talon en aile d'oiseau (surface du prisme) ; une esquille sur la face supérieure.
12. Enlèvement épais d'une partie importante de la pyramide et du prisme : percussion sur une arête de la pyramide.
13. Cristal résiduel après une percussion de type 3 ou 4 : négatif d'enlèvement sur la pyramide.
14. Cassure violente du prisme et de la pyramide.
15. Enlèvement sans surface externe : face supérieure entièrement couverte par un enlèvement antérieur, de même direction en sens opposé (bipolaire). Orientation dans le prisme impossible à restituer.
16. Idem 15, avec talon lisse (surface du prisme) ; orientation transversale.
17. Enlèvement sans talon, orienté dans l'axe du prisme de haut en bas, avec négatif d'enlèvement et surface externe de prisme sur la face supérieure.
18. Enlèvement à face supérieure lisse (surface du prisme), orienté dans l'axe de bas en haut ; esquille supérieure issue du point d'impact ; talon punctiforme.
19. Troncature de la pyramide.

**Fig. 27 – Emparis LC13-3/4. Représentation schématique des types d'enlèvement et d'altération des cristaux observés dans le sondage 1. En sombre, les parties de cristaux retrouvées, en clair, les parties manquantes (étude P. Rostan et É. Thirault, dessin É. Thirault).**

*Fig. 27 – Emparis LC13-3/4. Schematic representation of the types of removals and alterations of the crystals observed in trench 1. Dark areas show the parts of the crystals that were found, light areas the parts that are missing (analysis P. Rostan and É. Thirault, drawing É. Thirault).*

sont lisses, parfois en aile d'oiseau, et dans ce cas le talon correspond à une surface du prisme ou de la pyramide. Tous ces éléments convergent pour minimiser voire infirmer la présomption d'un débitage intentionnel sur le site. Nous retenons néanmoins comme suspects les types 7, 15, 16 et 19, qui devront être étudiés de plus près.

Quoi qu'il en soit, la présence des éclats de cristaux hyalins est fort discrète et il n'y a pas, dans le sondage, la preuve d'un débitage intensif, ni même de mise en forme pour préparer un futur débitage.

Le croisement des données avec la répartition spatiale entre le comblement de la fosse d'extraction (LC13-3) et la surface fouillée au sud de la fosse (LC13-4) permet de conforter les hypothèses préalables à la fouille (fig. 28) :

– Dans le comblement de la fosse, on retrouve des individus altérés par des chocs (types 3, 4, 13) typiques de l'extraction. Une partie des cristaux brisés n'est donc pas extraite de la fosse. On retrouve aussi des cristaux dont l'origine du bris n'est pas certaine (types 2, 5 et 10) : dans ce cas, les causes pourraient être liées au détache-

		stigmates sur les quartz hyalins																			
décapage	interprétation	abondance des gros blocs	abondance des petites pierres	ratio gneiss	ratio quartz laitoux	abondance des quartz hyalins (toutes formes)	extraction (?)			percussion sur enclume et/ou choc d'extraction					interprétation incertaine				débitage ?		
							3	4	13	1	2	5	10	11	18	6	8	9	12	14	17
<b>fosse (LC13-3)</b>																					
déc. 1 = déc. 9	comblement volontaire (+ décantation basale)	absence forte	forte			faible	X	X			X									X	
déc. 3 = déc. 10	abandon : effondrements et dépôts fins	forte	faible	0	100	faible	X												X	X	
déc. 7 = déc. 11	comblement volontaire	moyenne	forte	50	50	faible	X	X	X		X	X									X
déc. 13	abandon après extraction : dépôts gravitaires					forte	X														
<b>bordure de fosse (LC13-4)</b>																					
déc. 5							X														
<b>aire de tri (LC13-4)</b>																					
déc. 2 = déc. 8 = déc. 12	sol végétal actuel		moyenne	50	50	forte à moyenne	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
déc. 4 = déc. 14	couche de tri des cristaux		forte	50	50	forte	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
déc. 15	lentille anthropique - tri des cristaux					forte															
déc. 16	lentille anthropique - tri des cristaux		forte	75	25	forte					X										X
déc. 17	déblai d'extraction ?	faible	forte	55	45	forte								X	X						
déc. 6	sol naturel "pollué"		forte	90	10	faible	X														X
<b>coupe amont (LC13-7)</b>																					
							X				X				X	X					X

Fig. 28 – Emparis LC13-3/4. Répartition des types d'enlèvement et d'altération des cristaux observés dans le sondage 1, selon les décapages. Sont indiquées aussi les principales caractéristiques pétrographiques des niveaux concernés (étude P. Rostan et É. Thirault, tableau É. Thirault).

Fig. 28 – Emparis LC13-3/4. Distributions of the types of removals and alterations of the crystals observed in trench 1, according to the cuts. The main petrographic characteristics of the concerned levels are indicated (analysis P. Rostan and É. Thirault, table É. Thirault).

ment des plaques. On note aussi la présence de fragments rapportés possiblement à du débitage, en tous cas à de la taille intentionnelle (types 15, 16 et 19). Il peut s'agir d'objets qui sont en position secondaire, c'est-à-dire tombés dans la fosse lors des comblements volontaires ou non après l'arrêt de l'exploitation.

– Au sud de la fosse, les types d'altérations et enlèvements sont variés, puisque seize types sur dix-neuf sont présents. On retrouve des types liés à l'extraction (types 3, 4 et 13), indice que les cristaux ont été extraits non pas individuellement mais en masse (par pelletées, par paniers ?), mais aussi divers types d'impacts encore difficiles à interpréter, dont certains peuvent être liés à une percussion sur enclume, nécessaire pour le détachement des individus de bonne venue (types 1, 5, 10 et 18), et d'autres de statut incertain (types 6, 8, 9, 12 et 17). En outre, on retrouve des éclats pouvant traduire une taille intentionnelle (types 7, 15, 16 et 19). Nous considérons donc comme démontrée la présence d'une aire de tri des cristaux en dehors de la fosse, où sont présents d'une part les rebuts (cristaux trop petits, mal formés, polycristallins, et d'une façon générale tous les individus comportant des hétérogénéités ou des discontinuités), et d'autre part les éclats accidentels survenus lors de l'extraction et du tri.

En conclusion :

1) Il n'y a pas, à LC13-3/4, la preuve d'un débitage intensif des cristaux, ni de leur mise en forme (par exemple, décorticage des faces externes) pour préparer un futur débitage. Si quelques éclats peuvent provenir d'un débitage, ils représentent une part très faible de l'activité. Il faut donc admettre que les individus cristallins qui intéressaient les hommes ont été emportés entiers.

2) Du point de vue spatial, il existe une aire de tri contiguë à la fosse d'extraction. Il y a donc une succession d'opérations : extraction des plaques de cristaux, transport en-dehors de la fosse, puis tri et détachement des individus recherchés par percussion sur enclume (non

encore retrouvée, mais présentes sur d'autres secteurs des lacs cristallins : Rostan, 2004a).

### Extraction et occupation de la montagne

On l'a vu, les exploitations de quartz hyalin, en Oisans, s'étendent jusqu'à 2460 m d'altitude pour les travaux antérieurs à la poudre. Il s'agit donc, pour certains, de sites de haute montagne, là où aucune implantation humaine permanente n'est possible. Pour schématiser, les raisons de fréquenter la montagne peuvent se répartir en trois familles qui peuvent s'interpénétrer : la quête de ressources (minérales, végétales, animales), le passage d'un point bas à un autre (notion d'itinéraire) et la spiritualité (rapprochement avec les puissances d'en haut, quête de soi, de l'absolu, curiosité, etc.). Les extractions de quartz hyalin se classent dans le premier groupe, mais la question se pose à savoir si cette acquisition est la motivation première de la montée en altitude, ou bien s'il s'agit d'une activité secondaire par rapport à d'autres qui seraient la cause du déplacement. Trois éléments de réponse peuvent être apportés.

Premièrement, on ne peut jamais exclure l'opportunisme, et il a certainement existé : collecter des cristaux lors d'un déplacement (Emparis, par exemple, est situé sur le meilleur cheminement pour rejoindre le bassin de Grenoble à celui de Briançon) ou d'un séjour en altitude (pastoral ou cynégétique, par exemple). Mais, dans ces conditions, il ne peut s'agir que d'une activité d'appoint qui fournit peu de cristaux, sans commune mesure avec l'échelle des exploitations, ou bien, éventuellement, de la cause de la découverte de gîtes qui feront ensuite l'objet d'une exploitation plus intensive.

Deuxièmement, toutes les données présentées ici vont dans le sens d'une recherche active, systématique des gîtes, qui conduit, sur le long terme, à la découverte des gîtes les plus intéressants accessibles avec les moyens techniques de l'époque, et à leur exploitation jusqu'à épuisement relatif, toujours en rapport avec les techniques

disponibles. Rappelons qu'aujourd'hui, en Oisans, il faut monter à 3000 m d'altitude sur les délaissées glaciaires pour espérer trouver des filons vierges avec des cavités abritant des cristaux qui correspondent aux critères de choix préhistoriques. Il s'agit donc d'une activité non aléatoire, pour ce qui est des périodes d'usage intense du quartz hyalin (périodes qui restent, par ailleurs, à définir plus précisément).

Troisièmement, parmi les causes d'occupation saisonnière de la haute montagne figure le pastoralisme. Hors, si les pratiques pastorales organisées sont bien démontrées dans les Alpes calcaires jusqu'à 1400 m, et ce depuis la fin du Néolithique ancien et surtout le Néolithique moyen (Brochier *et al.*, 1999; Nicod *et al.*, 2012), les témoins de pratiques pastorales dans les Alpes cristallines sont moins nets. Pour le Néolithique final (III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.), seules les données des Balmes à Sollières, en Haute-Maurienne, sont pertinentes, avec des dépôts de limons de bergerie, à 1400 m d'altitude, et rien ne permet de dire que les troupeaux aient pâture en altitude (Brochier *et al.*, 1999; Vital et Benamour, 2012). Plus au sud, les structures en pierres sèches rapportées par leurs inventeurs à des enclos et abris pastoraux, ne datent pas, au plus ancien, au-delà du Bronze ancien, éventuellement de la fin du Néolithique (Mocci *et al.*, 2008; Walsh *et al.*, 2005). Plus globalement, c'est semble-t-il au Bronze ancien que, dans les Alpes françaises cristallines, un saut est effectué dans le pastoralisme, avec soit un effet de seuil qui le rend visible dans les marqueurs paléoenvironnementaux, soit, dans certains cas, un véritable début (Vital, 2008). Quoiqu'il en soit, avant le Néolithique final, le pastoralisme à haute altitude, dans ces régions, demeure une hypothèse. Or, les extractions uisannes sont effectives dès le VI<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. Pour le Néolithique ancien et moyen, l'hypothèse pastorale ne tient donc pas, en l'état actuel des connaissances. Inversant l'image du pasteur grattant la roche tout en gardant un œil sur ses brebis, disons plutôt : et si les mineurs montaient aux cristallières avec leur troupeau, les bêtes profitant ainsi de bons pâturages ? N'oublions pas, enfin, que tous les gîtes ne sont pas situés dans des zones faciles à pâturer, loin de là.

Mais, toutes les cristallières anciennes ne sont pas aussi hautes en montagne : le grand ensemble du Ribot à Huez est situé à 1200 m d'altitude, à peu de distance de la plaine du Bourg d'Oisans qui, même si elle était pour partie en eau durant le Néolithique, pouvait être un lieu de résidence (cote du paléolac : 740 m environ : Bailly-Maître *et al.*, 1997); les petites exploitations du Parizet, vers 1100 m d'altitude, dominant aujourd'hui le

lac de barrage du Chambon, autrefois un fond de vallée propice à l'installation humaine. Certes, l'occupation préhistorique de l'Oisans demeure un mystère, on l'a vu plus haut. Mais, une rapide comparaison avec les vallées voisines mieux documentées, Maurienne et Tarentaise, démontre que dans ce secteur des Alpes, des occupations néolithiques importantes peuvent être implantées jusqu'à 1400 m dans les cas favorables (Rey et Thirault, 1999; Rey, 2009; Thirault, 2008; Vital et Benamour, 2012).

Rien ne s'oppose donc à ce que des occupations néolithiques pérennes aient été implantées en Oisans, malgré des conditions de vie rigoureuses. En outre, il faut rappeler que les prospections, et donc la carte des cristallières, ne concernent pas les parties basses du massif, qui sont boisées et difficiles d'accès (fortes pentes dans l'auge glaciaire et les ombilics). Il est donc probable que des filons minéralisés et des gîtes exploités existent dans ces secteurs, plus près encore des lieux de vie possibles durant la Préhistoire récente.

## PERSPECTIVES

De ce retour au terrain, on retiendra la complémentarité forte avec les données acquises sur les sites récepteurs de cristaux, en particulier les concordances chronologiques et les modalités de transport des cristaux. Soulignons aussi l'importance des données nouvelles sur les techniques minières et la démonstration de leur existence même, encore conjecturale voici peu. Un vaste champ de recherche s'ouvre ainsi, qui devrait être étendu à l'ensemble des Alpes, voire d'autres massifs susceptibles de receler des ressources équivalentes.

Remerciements : Pour l'aide apportée lors des campagnes de terrain et en post-fouille : Régis Daniel, Alexis Laurent, Bernard Moulin, Betty Nicolle et Léa Roux. Pour les discussions et apports d'informations : Alain Beeching, Vérane Brisotto, Sylvie Cousseran, Didier Binder, Philippe Curdy, Vanessa Léa, Gilles Monin, Pierre-Yves Nicod, Régis Picavet, Pierre-Jérôme Rey et Stefan Tzortis. Pour la détermination des charbons de bois : Stéphanie Thiébault; pour l'examen pétrographique des silex taillés : Paul Fernandes. Pour les autorisations de fouille : les municipalités de La Grave et de Huez-en-Oisans; M. Rolland. Pour les suivis de dossier administratif et financier : les services régionaux de l'Archéologie de Rhône-Alpes (Anne Le Bot-Helly et Benoît Helly) et de Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Xavier Delestre et Xavier Margarit). À Alexis Taylor pour la traduction du résumé et des légendes.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAILLY-MAÎTRE M. C., GONON T. (2008) – L'exploitation de la chalcopryrite à l'âge du Bronze dans le massif des Rousses en Oisans (Isère) : premiers éléments, in H. Richard et D. Garcia (dir.), *Le peuplement de l'arc alpin*, actes du 131<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scienti-

fiques (Grenoble, 24-29 avril 2006), Paris, CTHS (Documents préhistoriques, 2), p. 207-223.

BAILLY-MAÎTRE M. C., GONON T., MOULIN B., THIRAULT É., VITAL J. (2008) – *L'exploitation du cuivre à l'âge du Bronze dans le massif des Rousses. Communes de Huez, Oz et Vau-*

- jany (Isère)*, prospection thématique (programme 25), rapport annuel 2007, CNRS, Valence, 73 p.
- BAILLY-MAÎTRE M. C., MONTJUVENT G., MATHOULIN V. (1997) – Les quatre anciens lacs de l'Oisans (Alpes françaises du Nord), *Revue de géographie alpine*, 85, 1, p. 33-52.
- BARGE H., CARRY A. (1986) – Les parures en quartz hyalin du Midi de la France, *Bulletin du musée d'Anthropologie pré-historique de Monaco*, 29, p. 65-80.
- BARONI I. (2003) – Le quartz hyalin du gisement de l'Adaouste. Contribution à l'étude des circulations de matières premières au Néolithique, *Bulletin du musée d'anthropologie préhistorique de Monaco*, 43, p. 35-44.
- BINTZ P. (2001) – *Mésolithique et néolithisation dans les Alpes du Nord*, programme collectif de recherche, rapport d'activité, DRAC Rhône-Alpes, Lyon, 93 p.
- BOCQUET A. (2001) – Préhistoire et Protohistoire. L'Oisans au cœur de la Préhistoire, in C. Mazard (dir.), *Oisans*, Grenoble, musée Dauphinois et Conservation du patrimoine de l'Isère (Patrimoine en Isère), p. 36-40.
- BRISOTTO V. (1998) – *Quartz et obsidienne dans les séries néolithiques des sites alpins et péri-alpins*, mémoire de maîtrise, université Pierre Mendès-France – Grenoble 2, 118 p.
- BRISOTTO V. (1999) – Quartz hyalin et obsidienne dans les séries néolithiques entre Rhône et Alpes du Nord : poids et signification, in A. Beeching (dir.), *Circulation et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude*, programme « CIRCALP », agence Rhône-Alpes pour les sciences humaines (Travaux du Centre d'archéologie préhistorique de Valence, 2), p. 211-230.
- BROCHIER J. L., BEECHING A., SIDI MAAMAR H., VITAL J. (1999) – Les grottes-bergeries des Préalpes et le pastoralisme alpin durant la fin de la Préhistoire, in A. Beeching (dir.), *Circulation et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude*, programme « CIRCALP », agence Rhône-Alpes pour les sciences humaines (Travaux du Centre d'archéologie préhistorique de Valence, 2), p. 77-114.
- COSTA L. J. (2007) – *L'obsidienne. Un témoin d'échanges en Méditerranée préhistorique*, Paris, Errance, 112 p.
- COUSSERAN S. (1999) – Origine et circulation des quartz archéologiques. Application de la méthode des inclusions fluides à quelques sites des Alpes occidentales, in A. Beeching (dir.), *Circulation et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude*, programme « CIRCALP », agence Rhône-Alpes pour les sciences humaines (Travaux du Centre d'archéologie préhistorique de Valence, 2), p. 197-210.
- COUSSERAN S. (2000) – L'étude des inclusions fluides appliquée au problème de la circulation des quartz archéologiques dans les Alpes occidentales. Acquisition de nouvelles données sur les gîtes primaires, *Revue d'archéométrie*, 24, p. 169-177.
- COUSSERAN S. (2001) – *Les inclusions fluides, un outil pour la discrimination des quartz archéologiques. Application au problème de circulation du quartz dans les Alpes occidentales et lombardes* : réalisation d'un premier référentiel de données sur les quartz alpins, thèse de doctorat, université de Provence Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 367 p.
- COUSSERAN S., BINTZ P. (2001) – Exploitation du quartz et premières occupations humaines, in C. Mazard (dir.), *Oisans*, Grenoble, musée Dauphinois et Conservation du patrimoine de l'Isère (Patrimoine en Isère), p. 41-43.
- COUSSERAN S., PECHER A., BINTZ P. (1998) – Application de l'étude des inclusions fluides aux quartz taillés de quelques sites préhistoriques dans les Alpes du Nord, *Revue d'archéométrie*, 22, p. 103-109.
- GINESTET J. P., BINTZ P., CHAIX L., ÉVIN, J., OLIVE C. (1984) – L'abri-sous-roche de la Vieille-Eglise, La Balme-de-Thuy (Haute-Savoie). Premiers résultats, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 81, 10-12 (Études et Travaux), p. 320-342.
- HONEGGER M. (2001) – *L'industrie lithique taillée du Néolithique moyen et final de Suisse*, Paris, CNRS (Monographies du CRA, 24), 353 p.
- HONEGGER M. (2011) – L'industrie en silex et quartz taillés de l'habitat du Petit-Chasseur à Sion (Valais), in M. Besse et M. Piguet (dir.), *Le site préhistorique du Petit-Chasseur (Sion, Valais)*, 10. *Un hameau du Néolithique moyen*, Lausanne, Cahiers d'archéologie romande (Cahiers d'archéologie romande, 124; Archaeologia vallesiana, 6), p. 165-181.
- LÉA V. (2004) – Centres de production et diffusion des silex bédouliens au Chasséen, *Gallia Préhistoire*, 46, p. 231-250.
- LÉA V. (2005) – Raw, Pre-Heated or Ready to Use: Discovering Specialist Supply Systems for Flint Industries in Mid-Neolithic (Chassey Culture) Communities in Southern France. *Antiquity*, 79, 303, p. 51-65.
- LÉA V., PELLISSIER M., GRATUZE B., BOUCETTA S., LEPERE C. (2010) – Renouveau des données sur la diffusion de l'obsidienne sarde en contexte chasséen (Midi de la France) : la découverte du site des Terres Longues (Trets, Bouches-du-Rhône), in C. Lugliè (dir.), *L'ossidiana del Monte Arci nel Mediterraneo. Nuovi apporti sulla diffusione, sui sistemi di produzione e sulla loro cronologia*, actes du 5<sup>e</sup> congrès international (Pau, 27-29 juin 2008), Ales, Nur, p. 157-185.
- MEISSER N., MEISSER-ISENRING P. (1997) – *Cristal de roche*, Lausanne, musée cantonal de Géologie, 68 p.
- MOCCI F., WALSH K., TALON B., TZORTZIS S., COURT-PICON M. (2008) – Structures pastorales d'altitude et paléoenvironnement. Alpes méridionales françaises du Néolithique final à l'âge du Bronze, in J.-P. Jospin et T. Favrie (dir.), *Premiers bergers des Alpes, de la Préhistoire à l'Antiquité*, Grenoble, musée Dauphinois; Gollion, Infolio, p. 92-101.
- MOULIN B., THIRAULT É., VITAL J. (2012) – Quatre années de prospection sur les extractions de cuivre de l'âge du Bronze ancien dans le massif des Rousses en Oisans (Isère et Savoie, France), in T. Perrin, I. Sénépart, J. Cauliez, É. Thirault et S. Bonnardin (dir.), *Dynamiques et rythmes évolutifs des sociétés de la Préhistoire récente. Actualité de la recherche*, actes des 9<sup>es</sup> Rencontres méridionales de Préhistoire récente (Saint-Georges-de-Didonne, 8-9 octobre 2010), Toulouse, AEP, p. 341-369.
- NICOD P. Y., PERRIN T., BROCHIER J. L., CHAIX L., MARQUEBIELLE B., PICAVET R., VANNIEUWENHUYSE D. (2012) – Continuités et ruptures culturelles entre chasseurs mésolithiques et chasseurs néolithiques en Vercors, analyse préliminaire des niveaux du Mésolithique récent et du Néolithique ancien sans céramique de l'abri-sous-roche de la Grande Rivoire (Sassenage, Isère), in T. Perrin, I. Sénépart, J. Cauliez, É. Thirault et S. Bonnardin (dir.), *Dynamiques et rythmes évolutifs des sociétés de la Préhistoire récente*.

- Actualité de la recherche*, actes des 9<sup>es</sup> Rencontres méridionales de Préhistoire récente (Saint-Georges-de-Didonne, 8-9 octobre 2010), Toulouse, AEP, p. 13-49.
- PELEGRIN J. (1988) – Débitage expérimental par pression « du plus petit au plus grand », in J. Tixier (dir.), *Technologie préhistorique*, Paris, CNRS (Notes et monographies techniques du CRA, 25), p. 37-53.
- PELLETIER D., MÜLLER K., ALIX P., RICHE C. (2004) – Le gisement mésolithique et néolithique de Blachette sud (Sinard, Isère) : premiers résultats, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 101, 3, p. 604-610.
- REY P. J. (2009) – Sociétés et fluctuations du climat dans les Alpes nord-occidentales au Néolithique moyen, in P. Deline et L. Ravelin (dir.), *Neige et glace de montagne. Reconstitution, dynamique, pratiques*, La Roche-sur-Foron, Impression des Alpes (Collection Edytem, 8 ; Cahiers de géographie), p. 37-50.
- REY P. J., THIRAULT É. (1999) – Le peuplement des vallées alpines au Néolithique : les exemples de la Maurienne et de la Tarentaise (Savoie), in A. Beeching (dir.), *Circulation et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire. Matériaux pour une étude*, programme « CIRCALP », agence Rhône-Alpes pour les sciences humaines (Travaux du Centre d'archéologie préhistorique de Valence, 2), p. 501-518.
- RICQ-DE BOUARD M. (1996) – *Péroglyphie et sociétés néolithiques en France méditerranéenne. L'outillage en pierre polie*, Paris, CNRS (Monographies du CRA, 16), 272 p.
- ROSTAN P. (2002a) – Cristaux de quartz d'habitus fenestré dans les Alpes du Sud, *Le Règne Minéral*, 45, p. 5-17.
- ROSTAN P. (2002b) – *Anciennes exploitations de cristaux de quartz hyalins dans le Nord des Hautes-Alpes*, prospection thématique, rapport annuel 2002, bureau d'études géologiques Téthys, Châteauroux-les-Alpes, 31 p.
- ROSTAN P. (2003a) – *Anciennes exploitations de cristaux de quartz hyalins dans la haute Romanche. Communes de La Grave et de Villard d'Arène, Hautes-Alpes*, prospection thématique, rapport annuel 2003, bureau d'études géologiques Téthys, Châteauroux-les-Alpes, 32 p.
- ROSTAN P. (2003b) – *Anciennes exploitations de cristaux de quartz hyalins dans la haute Romanche, département de l'Isère*, prospection thématique, rapport annuel 2003, bureau d'études géologiques Téthys Châteauroux-les-Alpes, 33 p.
- ROSTAN P. (2004a) – *Anciennes exploitations de cristaux de quartz hyalins dans la haute Romanche. Communes de La Grave et de Villard d'Arène, département des Hautes-Alpes*, prospection thématique, rapport annuel 2004, bureau d'études géologiques Téthys, Châteauroux-les-Alpes, 23 p.
- ROSTAN P. (2004b) – *Anciennes exploitations de cristaux de quartz hyalins dans la haute Romanche. Communes de Mizoën, le Freney, Mont-de-Lans, La Garde, Huez, département de l'Isère*, prospection thématique, rapport annuel 2004, Bureau d'études géologiques Téthys, Châteauroux-les-Alpes, 32 p.
- ROSTAN P. (2005) – Les ressources en cristaux de quartz hyalin du Sud-Est de la France et leurs potentialités archéologiques, *Bulletin du musée d'anthropologie préhistorique de Monaco*, 45, p. 3-13.
- ROSTAN P. (2007) – First Data on the Exploitation of Hyaline Quartz Crystals in the Upper Romanche (Isère and Hautes Alpes, France), *Preistoria Alpina*, 42, p. 75-82.
- ROSTAN P. (2008) – *La Léchère, Saint-Paul, Feissons, La Bathie. Anciennes exploitations de quartz hyalins dans la vallée de la Tarentaise*, bilan scientifique, service régional de l'Archéologie de Rhône-Alpes, Lyon, p. 215-217.
- ROSTAN P., THIRAULT É., avec la collaboration de ROUX L. et THIÉBAULT S. (2006) — *Les exploitations de quartz hyalin du Plateau d'Emparis, Commune de La Grave (Hautes-Alpes)*, rapport de fouille, année 2006, 23 p.
- SAUTER M.-R. (1959) – Sur une industrie en cristal de roche dans le Valais néolithique, *Archives suisses d'anthropologie générale*, 24, 1-2, p. 18-44.
- THIRAULT É. (2004) – *Échanges néolithiques : les haches alpines*, Montagnac, Monique Mergoïl (Préhistoires, 10), 468 p.
- THIRAULT É. (2008) – Enjeux et perspectives du Néolithique alpin : l'exemple de la Maurienne (Savoie, France), *P@lethnologie*, 2008.1, p. 410-426 [en ligne : <http://www.palethnologie.org>].
- THIRAULT É. (2013) – *Ressources lithiques alpines. Enjeux pour la préhistoire récente, à partir de l'exemple du quartz hyalin*, habilitation à diriger des recherches, université Lumière-Lyon II, 454 p.
- VILLALBA J., BAÑOLAS C., ARENAS J., ALONSO M. (1986) – *Les mines néolithiques de Can Tintorer (Gavà). Excavacions 1978-1980*, Barcelone, Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya (Excavacions Arqueològiques a Catalunya, 6), 203 p.
- VILLALBA M. J. (2002) – Le gîte de variscite de Can Tintorer : production, transformation et circulation du minéral vert, in J. Guilaine (dir.), *Matériaux, productions, circulations du Néolithique à l'âge du Bronze*, séminaire du Collège de France, Paris, Errance, p. 115-127.
- VITAL J. (2008) – Témoins du pastoralisme dans les Alpes nord-occidentales aux âges des Métaux, in J.-P. Jospin et T. Favrie (dir.), *Premiers bergers des Alpes, de la Préhistoire à l'Antiquité*, Grenoble, musée Dauphinois ; Gollion, Infolio, p. 84-89.
- VITAL J., BENAMOUR P. (2012) – *Économies, sociétés et espaces en Alpe : la grotte des Balmes à Sollières-Sardières (Savoie). Du Néolithique moyen 2 à l'âge du Fer*, Lyon, ALPARA et Maison de l'Orient et de la Méditerranée (Documents d'archéologie en Rhône-Alpes et en Auvergne, 36), 388 p.
- WALSH K., MOCCI F., COURT-PICON M., TZORTZIS S., PALET MARTINEZ J. M. (2005) – Dynamique du peuplement et activités agro-pastorales durant l'âge du Bronze dans les massifs du Haut Champsaur et de l'Argentierois (Hautes-Alpes), *Documents d'archéologie méridionale*, 28, p. 25-44.

**Pierre ROSTAN**

Mines & Avenir. Les Albrands  
F - 05380 Châteauroux les Alpes

**Éric THIRAULT**

Membre associé à l'UMR 5608 « TRACES »  
[erichthirault@hotmail.com](mailto:erichthirault@hotmail.com)