

Brandes-en-Oisans : incidences d'un milieu montagnard sur une exploitation minière médiévale

Marie-Christine Bailly-Maître

▶ **To cite this version:**

Marie-Christine Bailly-Maître. Brandes-en-Oisans : incidences d'un milieu montagnard sur une exploitation minière médiévale. Ve Congrès international d'archéologie médiévale tenu à Grenoble, Oct 1993, Grenoble, France. pp.235-245. hal-03288616

HAL Id: hal-03288616
https://hal.science/hal-03288616

Submitted on 19 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale

Brandes-en-Oisans : incidences d'un milieu alpin sur une exploitation minière médiévale

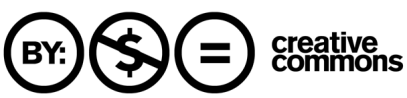
Marie-Christine Bailly-Maître

Citer ce document / Cite this document :

Bailly-Maître Marie-Christine. Brandes-en-Oisans : incidences d'un milieu alpin sur une exploitation minière médiévale. In: L'homme et la nature au Moyen Âge. Paléoenvironnement des sociétés occidentales. Actes du Ve Congrès international d'Archéologie Médiévale (Grenoble, 6-9 octobre 1993) Caen : Société d'Archéologie Médiévale, 1996. pp. 235-245. (Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale, 5);

https://www.persee.fr/doc/acsam_0000-0000_1996_act_5_1_1230

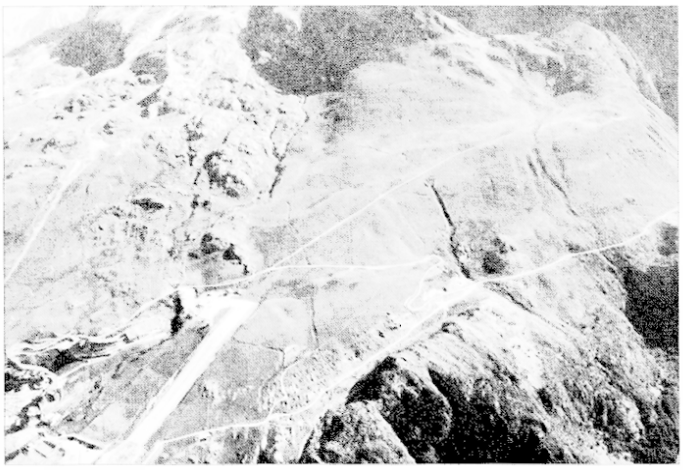
Fichier pdf généré le 04/04/2018



Marie-Christine BAILLY-MAÎTRE

Lorsque l'*argenteria de la brandas* est citée pour la première fois dans les textes en 1236, il s'agit de la mine d'argent qui rapporte le plus au Dauphin (Valbonnays, 1772). Au fil des archives - enquêtes, comptes de châtellenie, reconnaissances - on voit apparaître une véritable agglomération minière implantée autour de chantiers d'extraction de la galène argentifère (A.D.I, B2662 ; Marcellier, 1688-1710 ; A.D.I., sous-série VIII B).

L'existence de ce "coron" anachronique, pendant une courte durée (milieu du XIIe siècle - milieu du XIVe siècle) est un accident dans l'histoire de ce haut plateau dont la vocation est d'être un alpage. Le village se développe à 1830 m d'altitude et comprend : une fortification, des habitations de mineurs, une église paroissiale entourée d'une nécropole, des chantiers d'extraction qui s'échelonnent entre 1750 m et 3000 m d'altitude, des ateliers de minéralurgie et d'importants aménagements hydrauliques (Bailly-Maître, Bruno-Dupraz, 1993) (fig. 1 et 2).





Cette situation géographique a joué un rôle déterminant dans l'activité humaine. Afin de saisir les contraintes importantes que les habitants du village ont eu à subir et comprendre comment ils ont su tourner en avantages ce dont ils disposaient, une approche interdisciplinaire s'impose.

L'Oisans au Moyen Age

Contexte politique et géographique

Le contexte politique

La châtellenie d'Oisans fait partie du Dauphiné, comté relevant du saint empire romain germanique mais jouissant d'une autonomie de fait. A sa tête règne le Dauphin, prince héréditaire de la famille des Albon.

Le cadre naturel

L'Oisans est une région naturelle très homogène dont la cohésion est d'abord faite d'unité physique (Allix, 1975). Ses limites coïncident avec les bassins moyen et supérieur de la Romanche. Les principales caractéristiques de ce massif sont sa compacité, la rareté de ses ouvertures vers l'extérieur et l'altitude de ses pics et de ses plateaux au relief profondément entaillé par des vallées glaciaires. Tous ces éléments concourent à l'isolement de l'Oisans, déjà ressenti comme un handicap dans les temps anciens.

Les villages permanents actuels existaient déjà au Moyen Age. Ils figurent dans un compte de décimes de 1275 et dans l'enquête delphinale de 1339 en vue du transport du Dauphiné (Calmette, Clouzot, 1940 ; A.D.I., B.3120). Presque tous sont implantés dans la zone située entre 1200 m et 2000 m d'altitude. Pour la zone habitée située entre les isothermes 0 et 5° C, l'été peut être assimilé à l'été polaire, moins en raison du froid que de la neige. Cette dernière recouvre les pentes environ 6 à 7 mois par an, ne permettant qu'une végétation de type toundra. Les habitats, la plupart du temps, tournent le dos aux principales vallées et ont délaissé la large trouée de la Romanche, trop humide et mal drainée.

Dans l'Antiquité et au Moyen Age, le seul axe de pénétration est la vallée de la Romanche, occupée dans sa portion médiane par un vaste lac appelé Lac d'Oisans.

Un document de 1058 le mentionne et témoigne de son importance dans la vie du pays (droits de passage, droits de pêche, etc.) (Collino, 1908). Bourg-d'Oisans est

Fig. 1. Vue générale du site (photo GEMA).
Fig. 2. Plan général du site.

Persée creative commons

alors situé sur un cône de déjection, un peu en hauteur, et s'appelle Saint-Laurent au bord du lac (*Sanctus Laurentius de secum lacum*). Une étude récente a montré qu'en réalité, deux lacs s'étaient succédés dans le temps (Bailly-Maître, Mathoulin, 1994). Un premier lac, formé dès le retrait du glacier de la Romanche, s'étendait de la confluence du Vénéon et de la Romanche jusqu'à la moraine des Clots. Le second se surimposa au premier à une période indéterminée, suite à une forte sédimentation, sans qu'il y ait eu de phase d'assèchement. Il eut ses plus hautes eaux entre 1191 et 1219, en raison d'un barrage sur la Romanche formé par la jonction accidentelle des deux cônes de déjection des torrents de l'Infernet et de la Vaudaine jusqu'à la rupture de ce barrage (Allix, 1978). Avec ses 15 km de longueur, il était le second lac naturel des Alpes, après celui du Bourget, et avant celui d'Annecy.

Une telle masse d'eau a eu des incidences directes sur les voies de communication comme la voie romaine d'Oisans, sur l'organisation du réseau des fortifications et points de guet. Elle a également eu une incidence sur la végétation et le climat dans un environnement plus ou moins proche autour de la zone lacustre. Des études palynologiques l'ont bien mis en évidence (Archéolabs, ref.ARC9/R440P).

Contexte géologique et aptitudes minières

Une géologie mouvementée a fait de l'Oisans le conservatoire exceptionnel d'une grande variété de minéraux et explique les nombreux gisements polymétalliques anciennement exploités : mine d'argent des Chalanches, mine d'or de la Gardette, pyrite, chalcopyrite à Oulles et à Vaujany, plomb argentifère au Pontet, cuivre à La Garde et La Demoiselle, anthracite à l'Herpie, etc. (fig. 3).

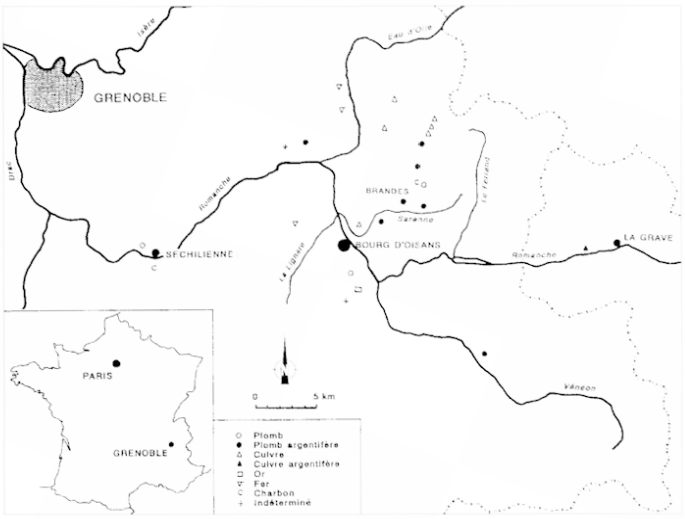


Fig. 3. Les mines dans le massif de l'Oisans (toutes périodes).

L'ossature cristalline du massif est constituée de roches métamorphiques, la chaîne hercynienne. L'érosion de cette chaîne ancienne accumule des matériaux qui se mêlent à des débris de végétaux de type équatoriaux. L'évolution du processus conduit à la formation des couches d'anthracite de l'Herpie. Après le Trias débute le premier cycle alpin (-230 Ma). Tout commence par la présence d'un nouvel océan, la Panthalassa. De cette phase résultent les grès et les dolomies que l'on trouve en abondance dans l'Oisans et tout particulièrement le massif des Rousses. Les grès constituent le matériau du rocher Saint-Nicolas qui porte la fortification et le site religieux. Puis le continent unique, Pangée, se fracture et de longues fissures se créent. Elles laissent passer des fluides minéralisateurs qui se solidifient en filons. C'est la période de mise en place de tous les sulfates et sulfures exploités plus tard : pyrite, chalcopyrite, baryte, sulfure de plomb argentifère, etc. C'est à ce moment que se crée le gisement de Brandes, un sulfure de plomb argentifère pris dans une gangue principalement barytique.

La fin du Trias est marquée par une période volcanique, bien visible en Oisans où les basaltes abondent. Vers -200 Ma, un nouvel océan, la Téthys, se crée à l'emplacement des Alpes. On est au Jurassique. La fermeture de la Téthys se fait au milieu du Crétacé (-100 Ma). Elle s'accompagne d'un glissement de l'Afrique vers l'Europe. La collision débute à la fin de l'Oligocène/début du Miocène. Dans l'Oisans, le paroxysme du mouvement est atteint il y a 26 Ma. Il déclenche des chevauchements et des fracturations des niveaux en place. Sous l'effet de la compression et de l'élévation de la température, des fluides vont à nouveau circuler, être piégés dans des fentes avant de cristalliser. C'est la mise en place des filons de quartz. La plupart sont minéralisés : axinite, épidote, chlorite, etc. très nombreux en Oisans.

Le contexte climatique et écologiquc du site de Brandes

Le site de Brandes est implanté sur une zone de contact entre un plateau recouvert de dépôts glaciaires würmiens (des argiles) et des roches cristallines (gneiss et leptynites) qui constituent le massif des Rousses et le *bedrock* du plateau.

Le plateau qui porte le village, à 1830 m d'altitude, développe de lourdes croupes dénuées de formations arbustives et couvertes d'une herbe rase (fig. 1). L'enneigement laisse une saison utile de 4 à 5 mois qui se réduit à 3 mois au Lac Blanc et au Lac du Milieu respectivement à 2700 m et 3000 m d'altitude, où se trouvent deux centres d'extraction du minerai. Le temps y est généralement sec et clair. Qu'en était-il au moment de l'occupation du site ?

Des travaux faits dans le cadre d'une étude du paléoenvironnement de l'Oisans et de Brandes donnent une image du site et de son environnement proche :

- *Les extensions glaciaires des versants Sud et Ouest des Grandes Rousses* (Montjuvent, 1989).

Le but était de déterminer le relief tardi-glaciaire du secteur des Rousses où se sont développés les principaux centres miniers de Brandes, de préciser les avancées des glaciers, donc le climat qui prévalait. Cette étude géomorphologique s'est fondée sur quatre types de dépôts : les alluvions fluviatiles et torrentielles, les éboulis, les moraines, les dépôts palustres et lacustres.

Il ressort qu'au Würm, le glacier de la Romanche a envahi la Sarenne en amont d'Huez. Les sites de l'Alpe et de Brandes ont été modelés par les glaciers locaux des Grandes Rousses. Vraisemblablement, dès le Dryas ancien, le recul des glaciers a été important. A l'époque romaine et au Moyen Age, la montagne était au moins aussi déglacée que maintenant.

- *Glaciers, fluctuations glaciaires et mutations des paysages depuis 16000 ans dans le massif des Rousses* (Chardon, 1991).

Cette recherche est fondée sur l'étude des glaciers actuels, des documents historiques, des déterminations d'espèces conservées dans les tourbières, des datations radiocarbones et des analyses palynologiques, complétée par une comparaison avec le reste du massif de l'Oisans.

Il ressort de l'histoire tardi-glaciaire des paysages alpins que :

- Au Dryas ancien I (15000 BP), la déglaciation würmienne est déjà bien entamée, les grandes vallées sont libérées. Quelques calottes subsistent sur les Rousses jusqu'à Huez, le Bessay, l'Enversin (Allemont) :

- Au Dryas ancien II (14000 BP), l'avancée des glaciers forme localement les vallums morainiques de l'Alpe d'Huez. Stationnement assez long avec un front de névés vers 2500-2600 m d'altitude :

- La déglaciation se poursuit (13000 BP) en libérant les plateaux lors du réchauffement de Bölling :

- Court refroidissement mais très marqué au Dryas récent (10000 BP).

- Nouvelle phase de recul des glaciers et réchauffement qui se poursuit jusqu'au XVIIe siècle.

L'incidence de cette évolution sur la végétation en Oisans et surtout dans les Rousses peut se mesurer (fig. 4). A la fin du Subatlantique et au Subboréal (3000-4000 BP) : série de dépressions marécageuses, dont la dépression de l'Alpe d'Huez, avec une végétation de saules et bouleaux. Quelques pollens d'*Abies* ne signifient pas une forêt sur place mais plutôt une colonie sur les pentes entre Huez et l'Alpe (sur 20 échantillons étudiés, aucun conifère). Les tourbières ont persisté jusqu'à nos jours et disparaissent maintenant par la volonté humaine. Des fragments éparpillés recueillis dans les tourbières de l'altiport et datés de 1930 BP indiquent une destruction des arbres à l'époque romaine. Destruction anthropique ? mise en valeur agro-pastorale ? Il s'en suit un fort colluvionnement des versants.

Il semble que la forêt de l'étage subalpin n'ait pas dépassé les 1800 m d'altitude depuis 5000 ans environ. Saules noirs, bouleaux chétifs, aulnes, herbes des marais constituaient un "étage végétal naturel" au sens des botanistes, formant une transition cntre la forêt de conifères subalpine et les prairies de l'étage alpin. Bois détruits au début de notre ère. De 10000 jusqu'à l'époque romaine, la prairie alpine s'installe en altitude. Talweg et dépressions entre 1800 et 1200 m d'altitude

Age BP	Age AC Age BC	Fluctuations glacières Altitude du front des glaciers Ouest des Rousses (Rousses-Herpie)	Paysages vers 1800-2000 m	Activites
0 = 1950			Reboisement artificiel et spontané	Tourisme Déprise rurale
1150	1800	Petit Age glaciaire moraines à 2700 m	Intense mise en valeur agropastorale	Forte pression démographique Exploitation minière Agriculture-Pastoralisme
	1600	Avancée glaciaire ?		
	AC		Cultures-Prairie	
1950	0	Bois de la route de l'Altiport	Déforestation ?	Défrichement ?
	BC	Recul des glaciers		
SUB ATLANTIQUE				Premières installations temporaires des hommes ?
1000				
SUB BOREAL				
	2000 4000	Dépôts tourbeux du chalet du Rif Nel et du Lynx Blanc	Prairie d'altitude-Saules, bouleaux, pins... Sapins ? Marais et tourbières	
ATLANTIQUE			Limite de l'arbre 2400 ? Fort recul des glaciers, au-delà des fronts actuels	
	6000 8000		Pins, noisetiers, sapins ?	
BOREAL				
PRE BOREAL			Pins et noisetiers	
	8000	Moraine du Lièvre Blanc (2500 m)	Avançée glaciaire du DryasIII ou récent. Chronologie glaciaire de l'Oisans (M. Coûteaux, 1981)	
10000				
DRYAS RECENT				
ALLEROD				
	10000	Moraine de Font-Belle	Forêt de pins ?	
12000			Végétation steppique des argiles du Rif Nel	
DRYAS MOYEN				
BOLLING ?		Argiles lacustres du Rif Nel et du Lynx Blanc	Important recul glaciaire Cuvettes lacustres post-glaciaires	
12000				
	14000	La Patinoire (alt. 1800 m)	Ré-avancée glaciaire importante Phase froide et humide	
DRYAS ANCIEN			Recul glaciaire Végétation steppique de la Tourbière de la Muzelle (2130 m)	
	14000	Maona (1600 m)	Avancée temporaire de glaciers	
16000		Replats des basses vallées des Rousses - Huez La Garde - Oz ... Stade terminal du Pléni-Würm ? Fin de la glaciation des grandes vallées alpines.		
18000		Retraits glaciaires du Würm III et IV (?) dans les vallées alpines PLENI-GLACIAIRE WURM		

Fig. 4. Evolution tardi-glaciaire et holocène des glaciers et de la végétation (tableau M. Chardon).

sont occupés par l'arbre : saules, bouleaux, voire roseaux des fonds humides post-glaciaires ; pins et sapins sur les reliefs mieux drainés.

- *Etude sédimentologique et palynologique d'une colonne prélevée dans une tourbière située au pied du rocher Saint-Nicolas, entre le village et la fortification* (Archéolabs, ref.ARC8/R400P)

Sur une colonne de 0.98 m, une stratigraphie simplifiée fait apparaître 11 profils (BRD 1 à 11), alternance de tourbe et d'argile bleue-grise résultant de la période de formation des dépressions au Subboréal. Ces niveaux sont scellés par une strate de 20 cm de graviers et sables de baryte correspondant à la période d'exploitation minière. Les pollens et les spores recueillis sont en bon état de conservation et permettent de suivre l'évolution de la végétation (fig. 5).

Evolution de la végétation arborée (AP) : *Pinus sylvestris* est bien représenté dans les niveaux les plus profonds, BRD11 et 10, puis décline et se stabilise entre les niveaux BRD7 et 1 ; *Abies* est régulièrement représenté sur toute la colonne ; *Alnus* et *fagus* deviennent fréquents à partir du profil BRD6 ; *Quercus* est constamment représenté mais en très faible quantité.

Pour la végétation herbacée (NAP) : les *Cypéracées* (plantes semi-aquatiques des tourbières) peu représen-

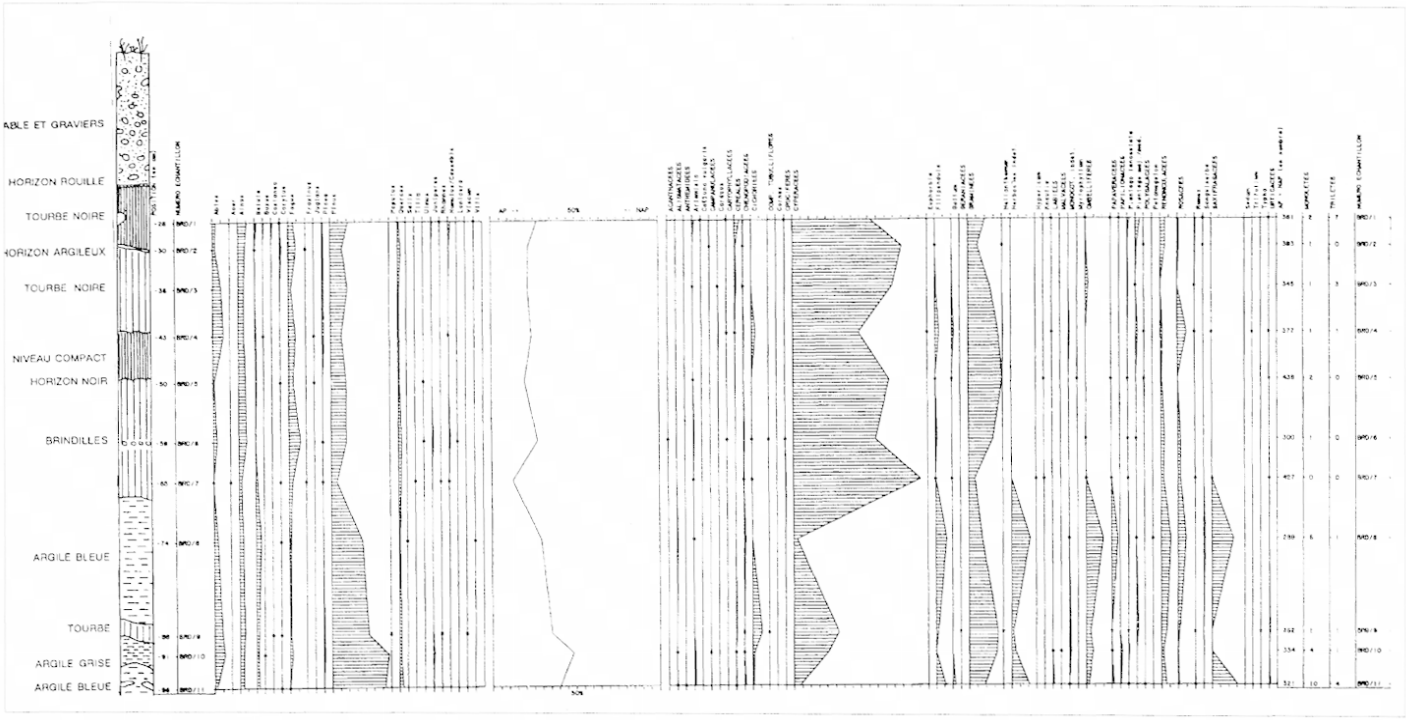


Fig. 5. Diagramme pollinique d'une tourbière de Brandes (Archéolabs)

tées jusqu'à BRD 8, augmentent brusquement pour atteindre 70 % ; les *Graminées* (plantes de zones ouvertes, humides, piétinées) sont plus fréquentes à partir de BRD4 ; les autres *Herbacées* (ombellifères, papaveracées, renonculacées, etc.), sont présentes partout mais surtout à partir de BRD7.

Or, une datation radiocarbone du niveau BRD7 donne une fourchette chronologique oscillant entre -90 BC+230 AD. Sur la base de ces âges, dans les niveaux plus anciens (BRD11 à 8), correspondant à la Tène, l'environnement est très ouvert (entre 40 et 50 % d'herbacées). Il est dominé par les plantes rudérales, indice d'anthropisation du paysage. Les pentes voisines devaient être couvertes de pins cembro et sylvestre. A partir de BRD 7, les très forts taux de *Cypéracées* et la moindre fréquence des *Herbacées* confirment l'évolution en tourbière franche, enregistrant de préférence la végétation sur place plutôt que lointaine. La diminution des *Graminées*, entre BRD 6 et 4, pourrait témoigner de défrichements médiévaux. La moindre fréquence de pins, de BRD 7 à 1, pourrait correspondre à un important déboisement lors de la période romaine.

Ces conclusions corroborent parfaitement celles avancées par M. Chardon :

- une montagne autant déglacée que de nos jours pendant l'exploitation des centres miniers du massif des Rousses,

- une déforestation attestée vers 1930 BP / milieu ouvert pendant la Tène,

- une activité agro-pastorale à l'époque gallo-romaine / présence de plantes rudérales,

- une présence de forêt de résineux sur les pentes environnantes / forêt de l'étage subalpin en dessous de 1800 m d'altitude.

Le paysage reste le même bien après l'abandon du site, comme le montrent les analyses palynologiques réalisées dans la tourbe qui s'est accumulée dans le réservoir du canal de l'Ecluse, après l'abandon du site. Les espèces arborées y sont rares. *Pinus* est le plus représenté, *Alnus, Corylus, Quercus* et *Juglans* sont rares. Présence d'*Humulus-Cannabis*. Les *Herbacées* dominantes sont les *Cypéracées*. Les *Graminées*, fréquentes, sont accompagnées d'*Ombellifères, Plantago lancéolata, Phragmites, Cichoriées*. Les céréales, présentes dans presque tous les niveaux, sont rares et irrégulières. Au total, un environnement largement ouvert avec 85 % d'*Herbacées* (Archéolabs, ref. ARC91/R753P).

L'agglomération minière de Brandes

Le plateau de Brandes est, pendant environ deux siècles, le théâtre d'opérations peu ordinaires. Le combat des habitants pour se maintenir sur ce haut plateau a marqué tous les aspects de la vie quotidienne.

Le village, véritable coron dont les habitants vivaient dans un contexte minier omniprésent, disparaît avec l'activité qui l'a engendré. Il n'est qu'à voir l'importance des haldes (estimées à 900000 tonnes en 1925) qui occupent tout l'espace entre les maisons et le rocher Saint-Nicolas.

La fortification

Comme cela semble être assez souvent le cas, une "fortification" est associée au site minier. Surveillance ? Matérialisation de la domination seigneuriale sur cette richesse ?

A Brandes, les aménageurs ont utilisé une éminence qui limite le plateau au sud, le rocher Saint-Nicolas, situation naturelle de guet. Malgré un contexte géographique propice à l'isolement, il était possible d'accéder au plateau par quatre axes principaux :

- de la vallée de la Romanche et le Grésivaudan par La Garde et Huez,

- de la vallée de l'Eau d'Olle par Oz et le col de Poutran,

- de la Combe de Malleval par le Freney, le col de Cluy et le Gua,

- de la vallée du Ferrant et Clavans par le col de Sarenne.

A partir de barres rocheuses orientées nord/sud, les occupants ont formé une plate-forme semi-artificielle portant une enceinte contre laquelle s'appuient des constructions de plan trapézoïdal. Par sa morphologie, cette fortification s'apparente au type des *shell-keep* reconnus en Angleterre et dans le nord de la France (Mesqui,1990). Ce serait l'exemple le plus méridional connu à ce jour.

Architecture et forme du village

Un faisceau d'indices plaide en faveur d'un habitat permanent. C'est pourquoi l'architecture même des habitations témoigne de l'adaptation aux rigueurs climatiques : neige, humidité, vent du nord.

Les maisons sont alignées d'ouest en est, le long de rues. Profitant de la pente naturelle nord/sud du plateau, les habitants ont édifié des maisons semi-enterrées afin de se prémunir contre le vent du nord, avec une ouverture unique au sud pour bénéficier d'un ensoleillement maximal (fig. 6). Malgré la présence de gisements d'ardoises proches, la couverture était en chaume car ce matériau est à la fois isolant et chaud. Pour vaincre l'humidité un système de drainage et un réseau de caniveaux captaient l'eau en arrière et sous les murs ainsi que sous les sols d'occupation pour l'évacuer vers l'extérieur. Les sols d'occupation, enfin, étaient fortement imprégnés de charbon de bois pour absorber au maximum l'humidité qui remontait du susbtrat.

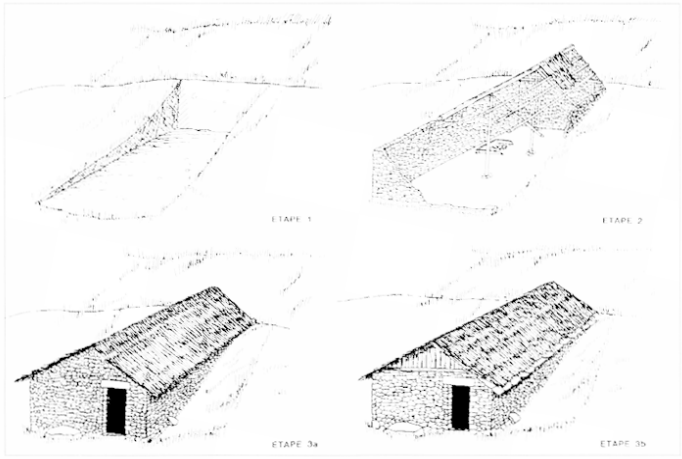


Fig. 6. Essai de restitution d'une habitation type.

Vie quotidienne

Les difficultés à vivre sur ce haut plateau se marquent particulièrement dans l'alimentation.

L'inaptitude naturelle pour l'agriculture interdit toute culture vivrière. *Les analyses palynologiques* (Archéolabs, ARC8/R400P et ARC91/R753P) confirment que les hommes de Brandes s'approvisionnaient en céréales dans la vallée. Peut-être produisaient-ils quelques légumineuses dans des jardins clos sis au nord du village, grâce à la fumure animale. La fouille a livré des résidus de noix, noisettes, prunes, pêches, reflétant les contacts avec la vallée.

Très différente était la situation de l'élevage. Le plateau a, de tout temps, été un alpage. La fouille a livré de nombreux ossements d'animaux, résidus alimentaires à 99,6 %. *L'étude ostéologique* de ces déchets a montré une représentation quasi exclusive d'espèces domestiques : caprinés (72,6 %), bovidés (10,6 %), porcs (9 %), poules (3,3 %). Le porc était un animal assez proche du cochon sauvage, rare à cette altitude où la coutume était de conserver et saler les chèvres pour l'hiver. Le gibier semble n'avoir joué aucun rôle dans le régime alimentaire, l'élevage des caprinés étant l'atout majeur dans le système économique des habitants de Brandes (Olive, 1982). Bêtes assez rustiques, se contentant d'une herbe rase, elles fournissaient les protéines (lait, fromage, viande), la laine, le cuir (travaillés sur place).

Une *analyse histologique* montre que les peaux appartenaient à des bovidés mais aussi des caprinés dont le cuir était de type dit primitif, assez épais (Chahine, 1982).

La raison d'être d'une telle agglomération est la présence d'un gisement de galène argentifère. Mine d'argent, mine delphinale, tout concourt à faire de ce site un exemple exceptionnel des techniques minières du milieu du XIVe siècle, fossilisées dans leur état d'abandon alors que de nombreux sites ont connu des reprises d'exploitation ultérieures.

Les chantiers d'extraction à Brandes

Pétrographie et métalogénie de l'Alpe d'Huez, caractérisation du minerai et localisation des chantiers

Une synthèse pétrographique et métalogénique du secteur de Brandes précise le contexte géologique (Pellet, 1989). Le site, implanté sur une zone de contact, a été affecté par les deux phases de minéralisation qui ont touché l'Oisans. Un ensemble de filons de baryte et dans une moindre mesure de quartz, recoupe le socle cristallin. Le minerai, principalement de la galène argentifère, imprègne parfois les formations triasiques (Voisset, 1975).

C'est une galène pauvre en argent. Une galène "normalement" argentifère contient 20 à 25 gr/tonne d'argent par % de plomb contenu (par exemple, 1 tonne de minerai contenant 20 % de plomb argentifère donne en moyenne de 40 à 50 gr d'argent). A Brandes, la fourchette oscille entre 8 et 13 gr/tonne.

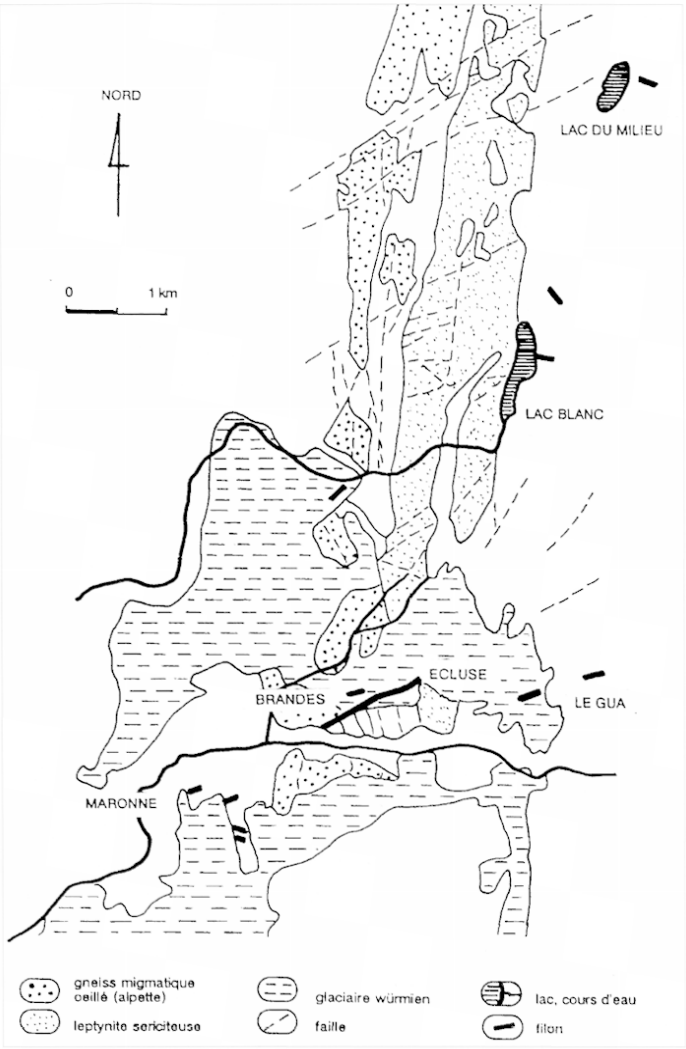


Fig. 7. Croquis géologique et situation des chantiers miniers.

Fig. 8. La mine du Lac Blanc (2700m d'alt.) (photo GEMA).



Selon les chantiers, la situation varie. La gangue peut être de la baryte massive, de la baryte mêlée de quartz, des gneiss, des filonets de quartz inclus dans une dolomie capucin. Le minerai est soit de la galène massive, soit associée à de la blende et du cuivre gris mais en quantités infimes. Les moyens mis en oeuvre pour le traitement minéralurgique ultérieur dénotent une stricte adaptation au matériau à traiter.

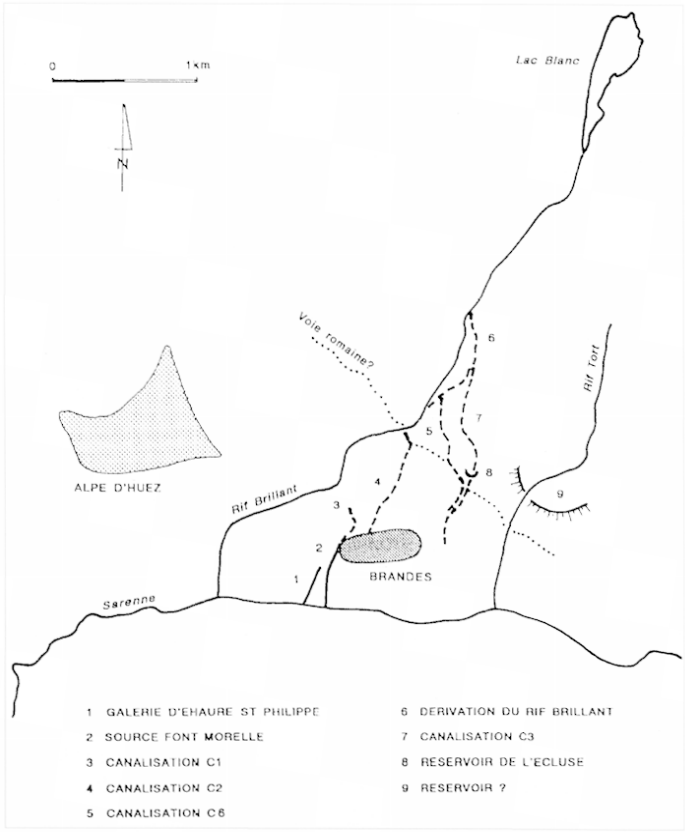
On dénombre plusieurs chantiers d'extraction (fig. 7). Trois principaux - le plateau de Brandes, le Lac Blanc et le Lac du Milieu - et deux de moindre intérêt - la Combe Chave (Le Gua) et Maronnes. Tous sont situés dans un milieu de haute montagne, dans un relief escarpé et à une altitude élevée (entre 1750 et 3000 m d'altitude) (fig. 8).

Le réseau hydrographique naturel et les aménagements hydrauliques.

Le réseau hydrographique de surface est assez abondant sur le versant ouest des Rousses. Il comporte le Rif Tort (*Rivo Torto*) à l'est, la source Font-Morelle à l'ouest (source pérenne) et le Rif Bruyant qui draine vers le site les eaux du Lac Blanc situé 1000 m plus haut dans le massif des Grandes Rousses.

Ce réseau fut aménagé et utilisé par les mineurs de Brandes (fig. 9). Trois captages, dont un encore parfaitement observable, détournaient les eaux du déversoir du Lac vers trois grandes canalisations du plateau et ce avant une perte karstique (Chardon, 1986). L'une des canalisations amenait l'eau au réservoir de l'Ecluse (C3), la seconde alimentait une aire de travail mécanique du minerai qui reste à étudier (C1). La troisième (C2)

Fig. 9. Schéma d'implantation des principales amenées d'eau.



conduisait l'eau à une dérivation transversale (C5) qui la redistribuait en divers points du site pour les besoins de la métallurgie.

Un relevé topographique précis de ces aménagements hydrauliques a été réalisé au cours de l'été 1993. Il est en cours d'étude mais il apparaît déjà que les occupants du site ont su utiliser les ruptures de pente, les dépressions, les micro-reliefs, pour rendre ces équipements les plus efficaces possible.

La mise en place de ce réseau atteste une parfaite maîtrise des aptitudes naturelles du site et une vison d'ensemble de l'entreprise dignes de véritables spécialistes.

Prospections

On sait qu'au Moyen Age et aux Temps Modernes la prospection a constitué un chapitre important dans les investissements des grandes entreprises minières (Grandemange, 1991).

A Brandes, la question était à la fois simple et complexe. Les filons affleuraient sur la plupart des grands chantiers. La gangue, très blanche, rendait la localisation fort simple. Mais les mineurs ont prospecté entre les indices de surface. Ils avaient constaté l'existence de filons parallèles ou "croiseurs" à la minéralisation principale et ont pratiqué une recherche avec un maillage plus serré, à faible distance du filon principal connu, en zone de recouvrement morainique, à l'est du plateau dans le secteur de l'Ecluse.

Dans un premier temps, les mineurs ont opéré de façon traditionnelle, en creusant des puits pour atteindre le socle rocheux. Ces puits sont encore visibles, à l'est du chenal de l'Ecluse. Tous sont bordés d'une petite halde en aval (fig. 10). Mais à cet endroit, les dépôts argileux (argile bleue, la Tillite, surmontée d'une argile brune résultant du colluvionnement des versants) peuvent avoir jusqu'à 10 m d'épaisseur, la pente est très forte et les terrains sont instables. Devant les difficultés techniques, les mineurs ont alors fait une "recherche hydraulique".



Fig. 10. Secteur de l'Ecluse: sondages de prospection (photo GEMA).

Le canal de l'Ecluse semble résulter d'un décapage de terrain par "chasses d'eau" afin d'atteindre la roche. Pline relate de telles pratiques pour des exploitations romaines et Cl. Domergue a pu en observer sur des sites ibériques (Domergue, 1990). Mais cette technique s'appliquait principalement au lavage et à l'enrichissement d'alluvions aurifères. Comment transposer le modèle au plateau de Brandes ? La méthode était utilisée à la fois comme technique de prospection mais aussi d'exploitation pour la partie aval du chenal.

Plusieurs paramètres étaient à prendre en compte : l'épaisseur du recouvrement par les dépôts morainiques, l'emplacement du chenal et du réservoir, le volume du réservoir et les possibilités d'alimentation en eau, l'emplacement des autres travaux et du village (fig. 1 et 2).

Le choix de l'emplacement de l'ensemble tranchée/réservoir a été guidé par la volonté de prospecter une zone où l'importance du recouvrement empêchait toute prospection traditionnelle. Mais le village et les travaux miniers inférieurs ne devaient pas être gênés par l'eau. Ainsi, le tracé par la ligne de plus forte pente qui passe par le "col" de la cabane du berger permet d'évacuer vers la Sarenne l'eau et les terres extraites, sans dommage.

Le choix de l'emplacement en altitude du réservoir détermine la longueur de la tranchée. Il répond à deux impératifs : la localisation s'est faite de façon à bénéficier de la pente la plus forte (présence d'un épaulement naturel) et la limitation en altitude est due à la nécessité de conserver une pente suffisante pour l'alimentation en eau depuis la dérivation du Lac Blanc, par l'ouest. Une rigole de 700 m de longueur relie le déversoir du Lac Blanc au réservoir du canal. Le système de captage est encore bien visible. Il devait comporter un barrage amovible, en matière périssable, qui permettait de contrôler le débit de l'eau.

Le choix du volume du réservoir devait le rendre compatible avec les possibilités d'alimentation en eau, le volume des terres à dégager et enfin la longueur de la tranchée à réaliser. Le réservoir a une forme d'entonnoir délimité par de puissants bourrelets de terre. Il a une surface de 620 m2 et une profondeur estimée par carottages à 0 m 90/1 m 05. La capacité de retenue est estimée à 1000 m3 au minimum.

Le système a fonctionné. Il n'existe pas de bourrelets latéraux le long de la tranchée, ce qui suppose l'enlèvement complet des terres. Le profil du chenal correspond bien aux caractéristiques attendues dans le cas d'une telle méthode de creusement. La portion amont mesure environ 200 m de longueur, a une forte pente (estimée à 33 %), un tracé rectiligne et un chenal profond. Cette partie correspond aux "chasses" d'eau. La section aval, environ 225 m de longueur, présente un tracé plus sinueux, plus étale (pente estimée à 15 %). C'est la zone rocheuse minéralisée décapée et exploitée. Dans la partie inférieure du canal apparaissent d'énormes blocs morainiques dégagés par l'affouillement à l'eau et qui sont restés sur place.

La prospection a été fructueuse. Les travaux miniers, puits et galerie de recherche boisée, dépilages souterrains qui viennent d'être découverts à mi-pente du canal

attestent que le filon a bien été croisé par la tranchée hydraulique.

L'économie réalisée par ce dispositif est appréciable. Pour décaper près de 450 m de longueur sur 10 m de largeur et une moyenne de 10 m de profondeur, soit environ 45000 m3 de terre, il a suffi de creuser la rigole d'alimentation du réservoir et d'aménager la prise d'eau dans le déversoir du Lac Blanc, de réaliser le réservoir avec ses levées de terre. L'emplacement de la prise d'eau a été choisi judicieusement en fonction des caractéristiques naturelles du terrain, au seul endroit ne nécessitant pas d'ouvrage important.

Cette méthode de prospection a été employée par les mineurs dès le début du XIIIe siècle (1211-1215) (Achéolabs, ref.ARC93/R1287D).

C'est le seul exemple connu de cette technique pour le Moyen Age.

Les techniques d'extraction

En cette période du Moyen Age la gîtologie commande les techniques d'extraction et la dynamique de l'exploitation. Ici, on est dans un contexte filonien et les mineurs ont tenté de contourner les handicaps pour les convertir en avantages mais les données environnementales ont imposé de lourdes contraintes.

L'extraction s'est faite à ciel ouvert et en réseaux souterrains. Ce sont généralement des dépilages creusés dans la puissance de la minéralisation dont ils épousent strictement la forme, sans recherche de "confort". Le minerai était exploité en tranchées remblayées, les mineurs travaillant du bas vers le haut (fig. 11). Une première saignée au front de taille était creusée à la masse et au burin (pointerolle non emmanchée), puis les travaux élargis au feu. Les vides laissés après extraction ont des formes très caractéristiques de cette technique : profils en 8, parois lisses qui se desquament en fines pellicules, croûtes de suie encore en place (Pierre, 1994 ; Wollmann, 1976). La technique du feu était très répandue dans la plupart des mines anciennes, avant l'usage de la poudre, aux XVIIe-XVIIIe siècles. Elle était recommandée pour les gisements en roche dure, tel que le quartz. A Brandes, cette méthode était parfaitement adaptée à la gangue du minerai. Sous l'action du feu le quartz se fendille et la baryte décrépite sous forme de sable. Mais cela devait poser un problème crucial d'approvisionnement en bois. Bois de grande taille pour les paliers des tranchées remblayées et petit bois pour l'abattage.

Facteurs positifs

L'élément favorable est, incontestablement, la disposition même du gisement. Le filon affleure sur les principaux chantiers suivant la pente naturelle (fig. 12).

Il en découle des facilités d'exploitation certaines et cela a permis de retarder les problèmes que rencontre toute mine médiévale, problèmes liés à l'approfondissement des travaux souterrains :

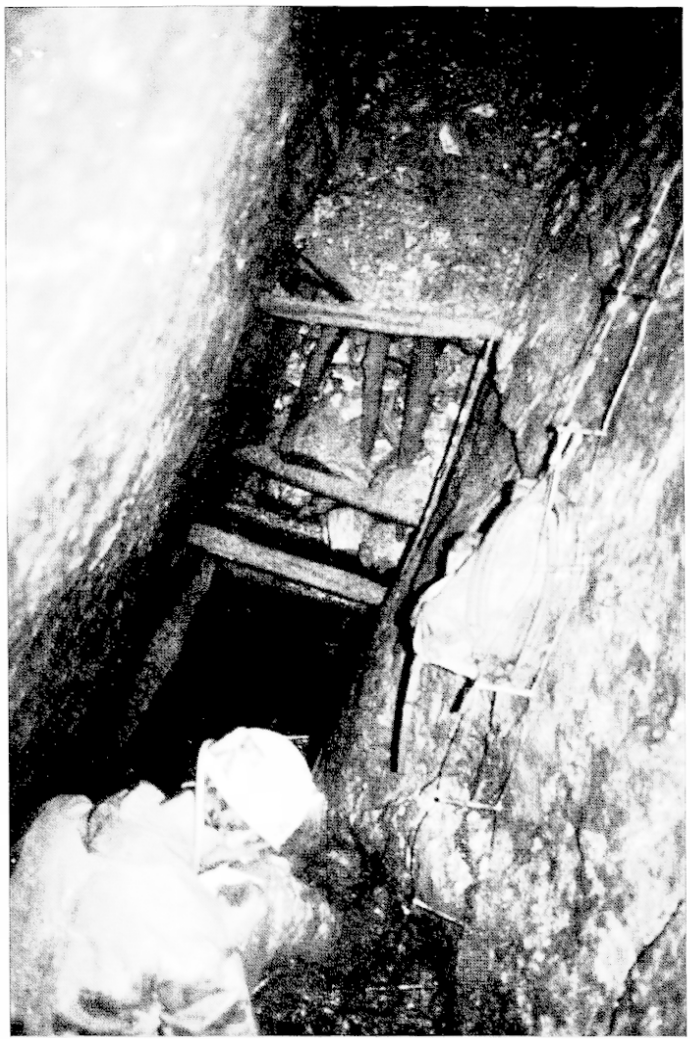


Fig. 11. Exploitation par tranchée remblayée (photo GEMA).

- les mineurs ont pu faire l'économie de galeries de circulation ou travers-bancs dans le stérile pour atteindre la minéralisation. Les attaques au jour s'échelonnent sur l'axe du filon, à des niveaux différents et les travaux communiquent entre eux, sous terre,

- cette disposition facilitait une ventilation naturelle indispensable dans une exploitation au feu, à la fois pour

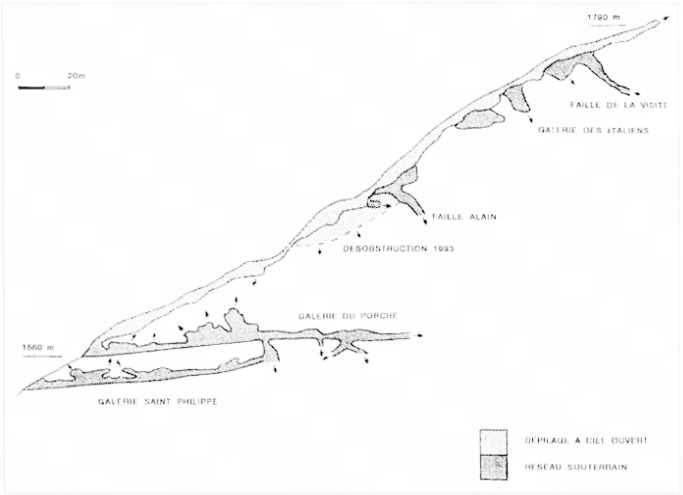


Fig. 12. Profil de la faille occidentale du plateau et amorces de travaux souterrains.

les hommes et pour une bonne combustion des bois. Généralement, un premier puits d'aérage était percé assez proche de l'entrée des travaux souterrains pour amorcer un courant d'air, entretenu par les puits et galeries des réseaux miniers. La différence de température entre l'intérieur et l'extérieur crée un courant d'air qui s'inverse d'ailleurs selon les saisons. A Brandes, l'air se propageait naturellement grâce aux nombreuses ouvertures échelonnées sur plus de 200 m de dénivelé dans la tranchée occidentale du plateau et en suivant les fissures et communications internes.

- cette communication de tous les niveaux limitait le problème crucial de l'exhaure en favorisant un drainage naturel vers le bas où une galerie d'écoulement, également creusée dans la puissance du filon, évacuait l'eau à flanc de pente.

- l'exploitation par tranchées remblayées facilitait la circulation horizontale et verticale des hommes et des matériaux. En stockant sous terre une bonne partie du stérile, l'évacuation des déblais était en partie résolue et les mineurs pouvaient les utiliser pour progresser dans la puissance du filon sans gros équipements.

L'étude de ces réseaux miniers a mis en évidence un certain nombre d'aménagements que l'on rencontre sur de grands sites de métaux précieux comme à Kutna Hora en Bohême (XIVe siècle), à Pampailly dans le Lyonnais (XVe siècle) ou à Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges (XVIe siècle) (Husa, 1967 ; Benoit, 1989 ; Grandemange, 1991 ; Ancel, 1988).

La galerie dite du Porche, sous le plateau de Brandes, a été désobstruée sur près de 200 m. Dans ce réseau, la minéralisation se présente sous la forme de colonnes minéralisées riches, reliées entre elles par des portions de filon stérile. Les mineurs l'ont équipée de façon à convertir cette galerie d'exploitation en galerie de circulation et d'exhaure. L'eau est, par endroits, canalisée par une gorge creusée en V. Dans les vides laissés par le dépilage des colonnes minéralisées les mineurs ont mis en place de faux planchers, afin de permettre la circulation des hommes. Au sol, des traverses de bois, placées perpendiculairement à l'axe de la galerie, attestent le passage de traîneaux pour le transport horizontal des matériaux (fig. 13). L'usage du traîneau, dans un pays de neige, est une parfaite adaptation des pratiques locales au travail de la mine. Cette voie de circulation est, à l'heure actuelle, le plus ancien équipement de ce genre connu.

Les travaux découverts à mi-pente du canal de l'Ecluse comportent également des équipements destinés, cette fois, à la circulation verticale. Le stockage des stériles derrière des grilles en bois a laissé un passage vide et protégé qui est devenu un puits. La tête de puits était couverte d'une toiture et équipée d'un treuil dont subsistent les montants. Contre l'une des parois les mineurs ont abandonné une échelle conservée sur 1 m 80 de hauteur. Ce chantier est recouvert par une galerie boisée comportant des parois latérales et une toiture faites d'étais verticaux et de chapeaux horizontaux, le

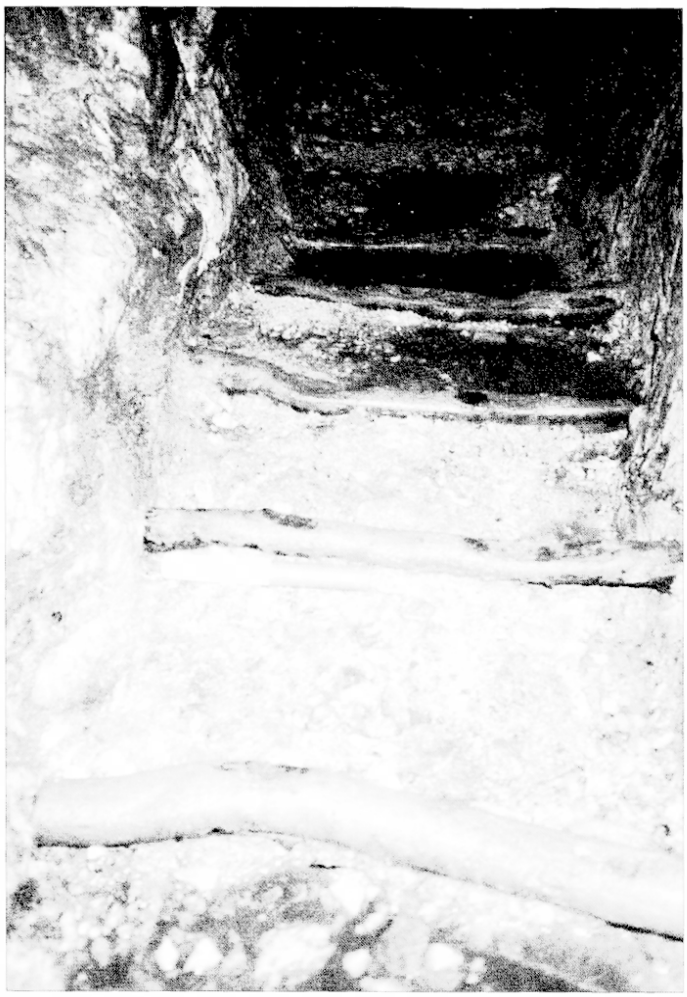


Fig. 13. Voie de circulation dans la galerie du Porche (photo GEMA).

tout garni de planches parfaitement taillées et calibrées. Cette couverture avait pour fonction de protéger les hommes travaillant sous terre d'éventuels glissements de terrains occasionnés par un terrain en pente forte et par un surplomb de près de 10 m d'épaisseur. L'analyse des bois utilisés pour ces aménagements montre l'emploi massif de sapins et épicéas et quelques rares représentations de pruniers, noisetiers, hêtres, saules. Tous ces arbres ont été abattus pendant l'automne-hiver. Ce sont généralement des arbres ayant plus de 50 cernes, et même jusqu'à 186 cernes. Il ne semble pas y avoir eu une sélection des espèces entre bois de cadre et planches de garnissage (Archéolabs, ref.ARC92/R1267D).

Facteurs négatifs

Malgré ces atouts, des problèmes importants se posaient aux travailleurs :

- l'abattage au feu nécessitait d'importantes quantités de bois qui étaient transportées parfois sur plus de 1000 à 1500 m de dénivelé. Une forte pollution résultait de l'évaporation, sous forme de fumées, du soufre, de l'arsenic et de l'antimoine contenus dans le minerai. Une étude a été faite, à partir des squelettes fouillés dans la nécropole, afin d'obtenir la preuve scientifique que les occupants du village souffraient bien de saturnisme. Un dosage du plomb et du cuivre contenus dans les ossements, par polarographie à impulsion a donné des résul-

tats inutilisables, en raison de la forte contamination post-mortem par la terre du cimetière elle-même saturée en plomb et cuivre (Oudard, 1982). Mais la forte représentation de très jeunes enfants dans le cimetière est un élément à apporter à ce dossier qui est loin d'être refermé. D'autres méthodes de travail sont à l'étude pour cerner la question des maladies professionnelles car il est assez exceptionnel d'avoir à la fois la mine et les mineurs sur un même site.

- l'altitude et l'éloignement des chantiers représentaient également un lourd handicap (fig. 7). Le temps de travail était très limité dans l'année en raison de l'enneigement et de névés persistants. La main-d'oeuvre devait faire, parfois, plusieurs heures de marche pour atteindre le chantier depuis le village. Il n'a été retrouvé aucune structure d'habitat au Lac Blanc alors que les ateliers sont parfaitement conservés. Faut-il en conclure que les travailleurs redescendaient tous les soirs sur le plateau ?

- la multiplication des zones d'extraction et l'éloignement des chantiers ont également contraint à multiplier les forges minières. On sait la nécessité de les implanter sur les carreaux. L'outillage, peu résistant, avait besoin d'être réparé quotidiennement (Bailly-Maître, 1994). Quatre forges ont été découvertes, à Brandes, toutes faites sur le même modèle. Elles contenaient, pour certaines, des outils de mine (burins, coins) et des pinces de forgeron. Se pose le problème du combustible pour alimenter ces ateliers. Deux halles de stockage du combustible étaient associées à la forge du Lac Blanc. Cela suppose un transport de grandes quantités de charbon de bois, probablement à dos de bêtes de somme. Ces halles contenaient encore de nombreux fragments de charbon de bois. Exceptionnellement, compte tenu de la qualité du corpus, le pourcentage de fragments peut être une bonne illustration des espèces charbonnées. Les essences déterminées sont très diversifiées et semblent correspondre à une exploitation systématique dans une zone écologique dont l'altitude est inférieure au site. L'essence majoritaire est le hêtre, accompagné d'un cortège d'essences caractéristiques de la forêt mixte de l'étage montagnard (de 800 à 1500 m environ) : hêtre (41,9 %), sapin (13,6 %), saule (9,1 %), érable (7 %), aulne (6,4 %), orme (5,4 %), frêne (4,4 %). Viennent ensuite le bouleau, le châtaignier, le chêne, le noisetier, le peuplier, le pin, le mélèze ou épicéa (Archéolabs, ref.ARC8/R442B).

Mais où charbonnait-on ?

La minéralurgie

La fouille a permis de dégager un assez grand nombre d'ateliers, certains regroupés en un quartier, le quartier de la source. Il a ainsi été possible d'étudier les structures des lieux de travail pour chaque étape de la transformation, avec parfois l'outillage encore en place ainsi que tous les déchets de ces différentes phases.

Cela permet d'affirmer que seule la première partie du traitement ou minéralurgie était réalisée sur place. Le minerai était simplement séparé de sa gangue. Là encore, on note une stricte adaptation des opérations aux matières premières à traiter et un strict usage des ressources locales.

Selon que le minerai était riche ou dispersé dans la gangue, selon que la gangue était de la baryte pure, du quartz-barytine ou encore des gneiss, le traitement n'était pas le même. Dans le meilleur des cas, le minerai était concassé dans des mortiers, simples pierres excavées, à l'aide de percuteurs, également en pierre, taillés pour tenir dans la paume de la main. Cette technique apparemment archaïque permettait, en fait, de pulvériser la baryte avec un outillage gratuit et très efficace. Pour les gangues mixtes, après le concassage suivait un broyage avec des meules rayonnées mues par la force hydraulique, voire une décrépitation. Cette dernière opération devait être assez rare car dévoreuse de bois. Des bassins ronds ou quadrangulaires, creusés dans le sol des ateliers, permettaient de séparer par lavage le minerai de sa gangue. Tous les "outils" étaient en grès houiller local. L'eau pour actionner les meules et pour le lavage abondait grâce aux dispositions naturelles du plateau et aux aménagements hydrauliques déjà évoqués.

La situation du quartier de la source est intéressante : proximité immédiate de la source pérenne du village, proximité des chantiers de la tranchée occidentale. On l'a dit, le traitement chimique était réalisé en un lieu encore inconnu. Cependant, comme c'est la règle dans toutes les exploitations médiévales, des essais étaient faits sur place pour déterminer la teneur du minerai. Quelques structures, dont une aire de grillage correspondant à cette opération ont été dégagées. Elles sont en limite de site, en bordure de falaise, à l'aplomb de la vallée de la Sarenne. Le vent du nord dominant et les vents tourbillonnants de la vallée entraînaient les fumées nocives loin du village.

Conclusion

La mine est abandonnée vers 1330, soit avant la dépression qui s'amorce avec la Grande Peste. Comme de nombreuses mines, Brandes est victime d'un certain plafonnement technique. Les contraintes deviennent trop importantes pour les capacités des mineurs et les textes parlent d'inondations et d'éboulements. Est-ce simplement dû à l'approfondissement des travaux souterrains ou bien faut-il lier cela à la dégradation climatique qui s'amorce au début du XIVe siècle ? D'après E. Le Roy-Ladurie, la décennie 1310-1320 connaît une pluviosité importante (Le Roy-Ladurie, 1983). Il évoque, dans son ouvrage, le cas de mines d'or des Hohe Tauern, dont l'exploitation a débuté vers le milieu du XVe siècle et dont les entrées sont déjà bouchées par près de 20 m de glace en 1570.

Ce schéma est à affiner localement mais, compte tenu de l'altitude des installations, à Brandes, ces modifications ont certainement été très perceptibles et ont pu jouer un rôle important sur l'histoire du site.

L'enquête delphinale de 1339 évoque ces problèmes par les termes suivants : *item habet dominus plures cro-*

sos minarium argenti. Noviter propter aquarum diluvia fuerunt foramina clausa et occupata... (A.D.I., B 3120). En 1455, un procès-verbal épiscopal explique la disparition de Brandes : *obstantibus tamen diversis ac sinistris eventibus que in dicta parocchia evenerunt...* (A.D.I.,4G-257)

A cela s'ajoute l'épuisement naturel des filons, selon le schéma connu pour les mines polymétalliques riches dans les zones de cémentation, c'est à dire proches de la surface.

Les "éléments" ont réussi à vaincre la ténacité des occupants.

BIBLIOGRAPHIE

A.D.I. B2662 - Enquête delphinale dite Le Probus en 1250.

A.D.I. sous-série VIII B - Comptes de la châtellenie d'Oisans, 1320-1344.

A.D.I. B.3120 - Enquête delphinale en vue du Transport du Dauphiné en 1339.

A.D.I. B3333 - Enquête judiciaire de 1337 à propos de la remise en état de la mine.

A.D.I. 4G-257, f 31 à 88 v - Visite pastorale de Monseigneur Siboud Allemand.

Allix 1975 - ALLIX (A.). *Un pays de haute montagne. l'Oisans. étude géographique.* Grenoble, 1926. Lafitte, Marseille, 1975.

Allix, 1978 - ALLIX (A.). *L'Oisans au Moyen Age. étude de géographie historique.* Grenoble, 1929. Lafitte, Marseille, 1978.

Ancel, Fluck, 1988 - ANCEL (B.). FLUCK (P.). Une exploitation minière du XVIe siècle dans les Vosges *DAF*, n° 16. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1988.

Bailly-Maître, 1994 - BAILLY-MAITRE (M. Ch.). Mines et forges au Moyen Age et au début des Temps Modernes. réflexion autour de l'exemple de Brandes. Symposium du Comité pour la Sidérurgie Ancienne. Paléométallurgie du fer et Culture. Sévenans, 1990. *Revue Histoire des Mines et de la Métallurgie* (sous presse).

Bailly-Maître, Bruno-Dupraz, 1993 - BAILLY-MAITRE (M. Ch.). BRUNO-DUPRAZ (J.). La mine d'argent des Dauphins - XIIe-XIVe siècles, Brandes-en-Oisans. *DARA*, 1994, n° 9.

Bailly-Maître, Montjuvent, Mathoulin, 1994 - BAILLY-MAITRE (M. Ch.). MONTJUVENT (G.). MATHOULIN (V.). Le lac d'Oisans. nouvelles données sur son histoire. *Revue de Géographie Alpine* (à paraître 1995).

Benoit, 1989 - BENOIT (P.). Mines et mineurs dans l'Ouest lyonnais. *l'Araire*, n° 76, 1989.

Calmette, Clouzot, 1940 - CALMETTE (J.). CLOUZOT (E.). *Pouillé des provinces de Besançon. de Tarentaise et de Vienne*, Paris, 1940. Compte de décime de 1275.

Chahine, 1982 - CHAHINE (M). : Analyse histologique des échantillons de cuir provenant du site de Brandes-en-Oisans. Etude réalisée par Mme Chahine du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. dans le cadre de la thèse de Mmes Bailly-Maître (M. Ch) et Bruno (J) : Brandes-en-Oisans, un village minier de haute montagne.

Chardon, 1991 - CHARDON (M.). L'évolution tardi-glaciaire et holocène des glaciers et de la végétation autour de l'Alpe d'Huez (Oisans, Alpes françaises), *Revue de Géographie Alpine*, 1991, n° 2.

Chardon, 1986 - CHARDON (M.). Eaux et circulation karstique sur le plateau de l'Alpe d'Huez (Isère). Journées Internationales de Karstologie, Mai 1985. *Revue de Moselle*, 1986.

Collino, 1908 - COLLINO (G.). *Le carte della prevostura d'Oulx raccolte e riordinate cronologicamente fino al 1300*, biblioteca della Societa Storica Subalpina, Pinerolo 1908.

Domergue, 1990 - DOMERGUE (Cl.). Les mines de la péninsule ibérique dans l'antiquité romaine. *Ecole Française de Rome*, 127, Rome, 1990.

Grandemange, 1991 - GRANDEMANGE (J.). Les mines du Duché de Lorraine au XVIe siècle. *DAF*, éd. Maison des Sciences de l'Homme, 1991, n° 30.

Husa, 1967 - HUSA (V.). *Hommes et métiers dans l'art : du XIIe au XVIIe siècle en Europe Centrale*. Paris, Gründ, 1967.

Le Roy Ladurie, 1983 - LE ROY LADURIE (E.). Histoire du climat depuis l'an mil. *Champs Flammarion*. Paris, 1983.

Marcellier, 1688-1710 - MARCELLIER (G.). *Inventaire des titres de la Chambre des Comptes. Grésivaudan*, 1688-1710, 6, f° 2887. Reconnaissance de 1261.

Mesqui, Toussaint, 1990 - MESQUI (J.). TOUSSAINT (P.). Le château de Gisors aux XIIe et XIIIe siècles. *Archéologie Médiévale*, XX, 1990.

Montjuvent, 1989 - MONTJUVENT (G.). Synthèse sur les extensions glaciaires des versants Sud et Ouest des Grandes Rousses par Mr Monjuvent (G.), de l'Institut de Géologie Dolomieu, dans le cadre de l'étude paléoenvironnementale du site de Brandes.

Olive, 1982 - OLIVE (Cl.). Etude du matériel osseux - humain et animal - par Mme Olive (Cl.) du Muséum de Genève, dans le cadre de la thèse de Mmes Bailly-Maître (M. CH.) et Bruno (J.) : Brandes-en-Oisans, un village minier de haute montagne.

Oudard, 1982 - OUDARD (J.F.). Dosage en cuivre et en plomb de la terre du cimetière et des ossements qu'elle contient. Etude réalisée par Mr Oudard (J.F.), ingénieur métallurgiste, dans le cadre de la thèse de Mmes Bailly-Maître (M. CH.) et Bruno (J.) : Brandes-en-Oisans, un village minier de haute montagne.

Pellet, 1989 - PELLET (Th.). Synthèse métalogénique du complexe minier de Brandes par Mr Pellet (Th.), de l'Institut de Géologie Dolomieu de Grenoble, réalisée pour l'étude paléoenvironnementale du site de Brandes.

Pierre, 1994 - PIERRE (F.). Les mines de cuivre et d'argent de la haute Moselle. Apparition et évolution des techniques de percement à la poudre noire. Le Thillot (Vosges) *Lotharingia*, n° 5, 1994.

Valbonnays, 1772 - VALBONNAYS, *Histoire du Dauphiné et des princes qui ont porté le nom de Dauphin...* Genève, 1772.

Voisset, 1975 - VOISSET (M.). *Etude gîtologique du Nord du Pelvoux et des Grandes Rousses*. Thèse de l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble, 1975.

Wollmann, 1976 - WOLLMANN (V.). Römischer Golbergbau im Alburnus Maior (Rosia Montanà) in Dakien, *Der Anschnitt*, 6, Bergbau, 1976.