



HAL
open science

Le programme MINEDOR. À la recherche de l'or des Arvernes

Frédéric Trément

► **To cite this version:**

Frédéric Trément. Le programme MINEDOR. À la recherche de l'or des Arvernes. Revue d'Auvergne, 2016, 130 (618), pp.127-148. halshs-01834725v1

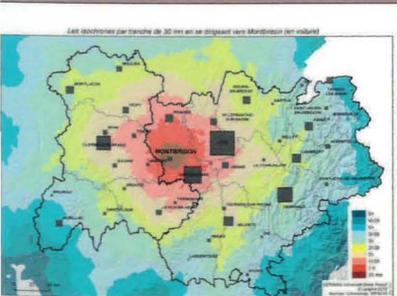
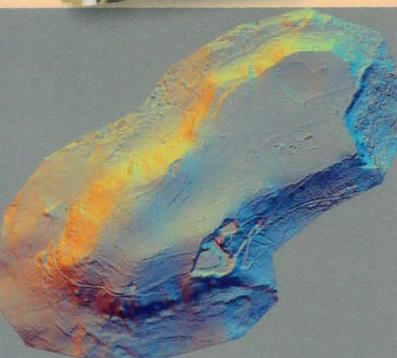
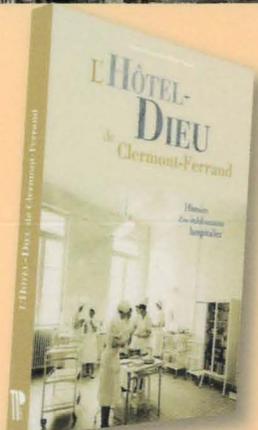
HAL Id: halshs-01834725

<https://shs.hal.science/halshs-01834725v1>

Submitted on 14 Nov 2023 (v1), last revised 1 Dec 2023 (v2)

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.



LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME DE CLERMONT :

une décennie
au service des SHS
et de l'interdisciplinarité



REVUE D'Auvergne

Publication de la Société des Amis des Universités de Clermont-Ferrand. Alliance Universitaire d'Auvergne.
Siège social : Chancellerie-Rectorat des Universités. 3, avenue Vergingétorix F-63000 Clermont-Ferrand.

BUREAU DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Anciens Présidents : M. Pierre Pochet (1973-1984) †. Henri Peuchot (1984-1997) †
Président : Jean-Paul Fanget
Vice-Président : Bernard Decorps
Secrétaire Général : Olivier Bonnet
Directeur de la Revue d'Auvergne et responsable de la publication : Jean-Paul Fanget
Trésorier : Marie-Thérèse Gotorbe, adjoint : Jean Blanchon
Gestionnaire de la Revue d'Auvergne : André Gotorbe
Commissaire aux comptes : Michel Troquet

MEMBRES D'HONNEUR

M. le Préfet de la Région Auvergne-Rhône-Alpes
M. le Président du Conseil régional Auvergne-Rhône-Alpes
M. le Maire de Clermont-Ferrand
M. le Président de Clermont Communauté
M. le Président du Conseil Economique et Social Régional Auvergne-Rhône-Alpes
Madame le Recteur de l'Académie de Clermont-Ferrand - Chancelier des Universités
M. le Président de l'Université d'Auvergne
M. le Président de l'Université Blaise-Pascal

L'archéologie antique et médiévale au département d'histoire de l'art et d'archéologie : élaborer et transmettre

Millésime 2016 - n° 618 - ISSN 1269-8946.

Photo de couverture : 1 : Cliché Marie Françoise André - 2 : MSH/PUBP - 3 : MSH - 4 : MSH - 5 : EA CERAMAC

Photos de 4^e de couverture : MSH

Tables générales 1884-2000. Achat de numéros séparés. Liste des publications 2001-2008.

- Les Tables Générales 1884-2000 de la Revue d'Auvergne sont disponibles au prix de 22 euros TTC franco (France, et UE, dans la limite des disponibilités).
- Une liste des publications 2001-2014 peut être adressée sur simple demande auprès du gestionnaire de la revue : M. André Gotorbe, 31 route du Mont-Dore - Theix 63122 - Saint-Genès-Champanelle. Tél. 04 73 87 00 08 ou 06-08-60-71-01 Fax 07 73 87 00 07. Courriel : andre.gotorbe@wanadoo.fr
- Achat de numéros séparés, hors abonnement. Les volumes de la Revue d'Auvergne sont en vente commerciale dans les principales librairies de Clermont-Ferrand et de la région Auvergne. Volume simple 20 €, volume double 30 €. On peut aussi se procurer les volumes récents et anciens (encore disponibles) directement à l'association : Alliance Universitaire d'Auvergne, Société des amis des Universités. Toutes les demandes de renseignement, de devis et d'achat doivent être adressées au gestionnaire de la revue.

● Tarif des abonnements : années 2015 - 2016

France et Union européenne

1 - Individuel / personnes physiques	Ordinaire	42 €
	Etudiant (sur justificatif)	21 €
	Soutien	libre à partir de 70 €
2 - Institutionnel	Abonnement direct	65 €
	Abonnement par société de service	85 €
	Soutien	libre à partir de 100 €

➔ Autres pays.

1 - Individuel / personnes physiques	Ordinaire	62 €
	Etudiant (sur justificatif)	31 €
	Soutien	libre à partir de 75 €
2 - Institutionnel	Abonnement direct	95 €
	Abonnement par société de service	125 €
	Soutien	libre à partir de 150 €

Tous les règlements [abonnement, achat de numéros] seront libellés à l'ordre de la Société des Amis des Universités, [CCP Clermont-Ferrand 11.490.W]. Ils doivent être adressés à M. André Gotorbe.

● L'abonnement assure le service des numéros du millésime de référence.

LA MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME DE CLERMONT :

UNE DECENNIE AU SERVICE DES SHS
ET DE L'INTERDISCIPLINARITÉ

Ouvrage coordonné par
Jean-Philippe Luis et Laurent Rieutort

Avant-propos

Cet ouvrage consacré à la Maison des sciences de l'homme (MSH) de Clermont-Ferrand est indiscutablement une œuvre utile. Il permet en effet de rappeler la place qu'occupent aujourd'hui les sciences humaines et sociales dans le rayonnement scientifique du site clermontois et le rôle fédérateur et structurant qu'a joué la MSH au cours de ces quinze dernières années.

Héritier d'une longue et riche histoire, le site universitaire clermontois se distingue par la qualité d'une recherche déployée sur la quasi-totalité des grands domaines scientifiques : sciences fondamentales, sciences pour l'ingénieur, sciences de la vie, de la santé et de l'environnement, sciences juridiques, économiques et de gestion – et, *last but not least*, sciences humaines et sociales. Porté par l'Université Blaise-Pascal, ce dernier domaine s'est fortement développé depuis les années 1980, autour d'une douzaine de laboratoires propres à l'Université ou associés au CNRS. C'est sous l'impulsion de ces derniers et grâce à une politique de recrutement tournée vers l'excellence que l'activité scientifique a constamment progressé, aussi bien en quantité (le nombre de colloques, de journées d'études, de publications l'atteste) qu'en qualité : la recherche clermontoise en SHS s'est résolument inscrite dans les réseaux nationaux et internationaux de la recherche.

A la fin des années 1990, cette dynamique risquait de se heurter à une des difficultés structurelles des SHS, que l'on retrouve dans la quasi-totalité des sites universitaires : l'éclatement voire la balkanisation des structures de recherche. Soutenue avec une égale vigueur par les présidents successifs de l'Université Blaise-Pascal (Jacques Fontaine, Albert Odouard, Nadine Lavignotte), la création de la Maison de la recherche puis sa transformation en Maison des sciences de l'homme visait clairement à écarter ce risque. L'objectif était de renforcer la cohérence et la visibilité de ce domaine, en actionnant différents leviers : l'association au CNRS et l'intégration dans un réseau national – celui des MSH –, une politique de soutien à l'innovation et à l'interdisciplinarité, le développement d'une offre de services diversifiés (documentation, valorisation, édition et diffusion de la culture scientifique, humanités numériques), l'adossement aux formations de master et de doctorat, la mise en œuvre d'une stratégie articulant ancrage territorial et développement international. Grâce à des équipes administratives, techniques et scientifiques, animées par des directeurs très

engagés au quotidien dans le fonctionnement de l'institution (Sylviane Coyault, Laurent Jaffro, Laurent Rieutort, Jean-Philippe Luis), la MSH de Clermont-Ferrand a relevé avec succès les défis qui lui étaient lancés. Les contributions à ce numéro montrent bien comment les programmes scientifiques et les services qu'elle a développés ont favorisé le développement des différentes unités de recherche qui la composent.

Dans un contexte profondément transformé à la fois par la réforme territoriale, la politique nationale d'enseignement supérieur et de recherche et la mise en concurrence des Universités à l'échelle internationale, la MSH représente un atout essentiel pour le rayonnement des sciences humaines et sociales sur le site clermontois. Elle constituera l'une des principales fédérations de recherche au sein de l'Université Clermont Auvergne, cette université unique du site clermontois qui sera créée au 1^{er} janvier 2017. Irriguée par l'activité de la communauté des chercheurs, répondant aux nombreux défis sociétaux qui sont aujourd'hui posés aux SHS, inscrivant ses programmes à différentes échelles (territoriale, nationale et internationale), la MSH continuera d'assumer pleinement sa mission, au service des chercheurs, des laboratoires et du grand public auquel le présent ouvrage est destiné.

Mathias BERNARD
Président de l'Université Blaise-Pascal

SOMMAIRE

PARTIE I

Une décennie au service des SHS 11

- I. Une fédération jeune mais structurante
 - A. Une dynamique récente en SHS sur le pôle clermontois 12
 - B. Des missions adaptées au contexte local 15
 - C. Une organisation stabilisée : services mutualisés et actions de recherche 17
 - Pôle « administration »*
 - Pôle « Valorisation-édition » : le service valorisation*
 - Pôle « Valorisation-édition » : les Presses Universitaires Blaise-Pascal*
 - Centre de ressources documentaires*
 - D. Des plates-formes techniques bien identifiées 21
 - La plate-forme Intespace*
 - La plate-forme Informatique*

- II. Des actions de recherche qui évoluent dans le cadre de la politique de site 28
 - A. Des modalités de fonctionnement visant à impulser des recherches transversales 28
 - B. Des adaptations récentes : de l'échelle locale aux enjeux nationaux 29

- III. La recherche interdisciplinaire à la MSH 32
 - A. Des axes et programmes de recherche interdisciplinaires et identifiants 32
 - B. La recherche interdisciplinaire 2006-2015 33
 - C. Une nouvelle étape pour la recherche interdisciplinaire depuis 2015 39

PARTIE II

Les laboratoires rattachés à la MSH 45

- Laboratoire Activité, Connaissances, Transmission, éducation (ACTé – EA 4281) 45
- Centre de Recherche sur les Littératures et la Sociopoétique (CELIS - EA 1002) 49

Centre d'Études et de Recherches Appliquées au Massif Central (CERAMAC – EA997)	53
Centre d'Histoire « Espaces et Cultures » (CHEC – EA 1001)	59
Laboratoire Communication et Société (ComSoc – EA 4647)	65
Laboratoire Espaces Humains et Interactions Culturelles (EHIC – EA 1087)	69
Laboratoire de Géographie Physique et Environnementale (GEOLAB – UMR 6042)	73
Institut d'Histoire des Représentations et des Idéologies dans les Modernités (IHRIM, UMR 5317, ex CERHAC)	76
Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive (LAPSCO – CNRS UMR 6024)	82
Laboratoire de Recherche sur le Langage (LRL – EA 999)	88
Laboratoire Métafort (Mutations des activités, des espaces et des formes d'organisation dans les territoires ruraux, UMR 1273)	93
Laboratoire Philosophies et Rationalités (PHIER – EA 3297)	99

PARTIE III

Exemples de programmes interdisciplinaires MSH

CONSILPOP Relation entre dynamique sédimentaire et croissance de <i>Populus nigra</i> L. (peuplier noir) sur les bancs alluviaux de l'Allier et de la Garonne	107
MINEDOR A la recherche de l'or des Arvernes	127
TECHNE, CITADEL Un Paradis perdu. Restaurer ou les effets de l'intervention humaine sur le cours du temps – à propos de quelques réalités monumentales (France, Cambodge)	149
AYPONA Paysages et visages d'une agglomération clermontoise : approche intégrée et diachronique de l'occupation de l'oppidum de Coirent	173
ATTRACVIL L'attractivité des villes secondaires de l'Antiquité à nos jours	181
PROMOTEX La production écrite de textes. De l'étude des textes à l'étude des processus	199

DIASIRÉ DIAlogue, Signification et Réflexion. Philosophie à tous les étages de la scolarité : le corpus Philosophèmes	209
DIALOGOS Le dialogue comme genre autonome de l'Antiquité au XX ^e siècle	223
FACEF Fortunes et Avatars de l'Esprit Facétieux entre France et Italie de la fin du Moyen-Âge à l'Âge Classique	235
GRRIM écritures, réception et intermédialité : les contes des frères Grimm (1812-2016)	243
LIDO Des lieux, des œuvres. Représentations cartographiques, littéraires et iconographiques des lieux et territoires	251
UN PROJET DE RECHERCHE APPLIQUÉE Expérimentation d'un indicateur d'attractivité durable des territoires en Région Limousin	269

Le programme MINEDOR

À la recherche de l'or des Arvernes

Frédéric TREMENT

(CHEC)

Caractérisation archéologique et paléo-environnementale des mines d'or arvernes de Haute-Combraille (Protohistoire – Moyen Âge)
Programme interdisciplinaire (2010-2012).

Coordination du programme : Frédéric Trément (PR d'Antiquités Nationales, CHEC).

Partenaires institutionnels et composition de l'équipe de recherche :
Jacqueline Argant, Yun Deng-Amiot (Laboratoire Méditerranéen de Préhistoire Europe Afrique, UMR 7269, U. Aix-Marseille), **Hervé Cubizolle** (U. Saint-Étienne. Image, Société, Territoire, Homme, Mémoire, Environnement, UMR 5600), **Stéphane Laisné, Véronique Tripeau** (Société Terramétrie. Salacrux), **Guy Massounie, Élise Brémon** (UBP, CHEC), **Pierre Rigaud** (Centre Ernest-Babelon - Institut de Recherches sur les Archéomatériaux, UMR 5060 CNRS), **Alain Véron** (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, U. Aix-Marseille, UMR 7330 CNRS).

1. À la recherche des mines d'or arvernes

Les Gaulois aimaient l'or, souvent immodérément – les Arvernes en particulier, qui furent les premiers à frapper monnaie avec ce précieux métal, à l'éclat semblable à celui du soleil. Plusieurs auteurs anciens évoquent la technique gauloise de l'orpaillage, notamment à propos des Tolosates et des Helvètes. Mais ils sont moins prolixes quand il s'agit de localiser les régions aurifères de Gaule. Strabon (*Géographie*, III, 2, 8) signale la présence d'or dans le mont Cemmène (c'est-à-dire le Massif Central ou tout au moins sa partie méridionale) et au pied des Pyrénées¹. Dans l'ouvrage consacré à *L'or dans l'Antiquité. De la mine à l'objet*, paru en 1999 sous la direction de Béatrice Cauuet (1999a), cette dernière publie une « carte des districts aurifères de la Gaule exploités dans l'Antiquité » (Cauuet 1999b : 31). Dix zones aurifères sont identifiées dans quatre régions différentes sur la base de données

archéologiques : les Ardennes belges, le Sud de la Mayenne et le Maine-et-Loire (La Bellière), les Pyrénées-Atlantiques (Cambo-les-Bains) et orientales (Ax-les-Thermes), enfin le Nord-Ouest du Massif Central, où cinq zones sont individualisées : – les Monts de Blond et d'Ambazac à cheval sur le nord de la Haute-Vienne et l'ouest de la Creuse ; – le secteur de Saint-Yrieix-la-Perche à cheval sur le sud de la Haute-Vienne, le nord-est de la Dordogne et le nord-ouest de la Corrèze ; – le secteur de Tulle en Corrèze ; – celui de La Besette dans le sud-ouest du Puy-de-Dôme ; – enfin, la Combraille, à cheval sur la partie orientale de la Creuse et le nord-ouest du Puy-de-Dôme. Si ces données complètent et précisent les informations souvent très générales fournies par les auteurs anciens sur l'or gaulois, elles posent la question particulière de l'or arverne. Où se trouvaient donc les mines d'or des Arvernes ?

Dans le Massif Central, les recherches anciennes et surtout récentes se sont concentrées sur le territoire des Lémovices, qui correspond peu ou prou au Limousin actuel (Cauuet 1999b). Elles ont permis d'identifier les grandes phases d'exploitation minière, de reconstituer l'ensemble de la chaîne opératoire, de l'extraction du minerai jusqu'à la fonte des lingots, de mettre en lumière l'évolution des procédés techniques et enfin de caractériser le contexte socio-économique des exploitations. L'ampleur de cette activité est impressionnante : 250 mines d'or gauloises, ou supposées telles, ont été inventoriées en Limousin, regroupant près de 2000 aurières ayant pu produire en cinq siècles quelque 69 tonnes d'or, à partir de minerais d'une teneur moyenne de 20 g par tonne (Cauuet 2004). Si des indices suggèrent que l'activité a pu commencer dès l'Âge du Bronze, « aucun élément archéologique ne vient étayer l'idée d'une poursuite ou d'une reprise d'activité pendant la période gallo-romaine », car l'exploitation des mines d'or gauloises du Massif Central et des Alpes aurait cessé au début de notre ère, après la conquête romaine, en lien avec l'ouverture par Auguste des énormes mines impériales du Nord-Ouest de la péninsule Ibérique.

2. La Combraille, une région minière ancienne

L'Auvergne n'a malheureusement pas bénéficié de recherches de cette ampleur, mais deux zones d'exploitation aurifère anciennes sont connues dans les limites supposées du territoire arverne : – le secteur de Labessette, situé dans le sud-ouest du département du Puy-de-Dôme, en bordure sud-ouest de la Combraille (Cauuet 1997) ; – la région de la Combraille elle-même, localisée aux confins des départements de la Creuse et du Puy-de-Dôme.

Depuis le milieu du XIX^e siècle, un grand nombre d'« excavations » situées dans les communes limitrophes de la Creuse et du Puy-de-Dôme

ont été localisées. Elles sont étudiées depuis une vingtaine d'années par Pierre Rigaud², qui a répertorié plus d'une centaine de sites miniers, dont des aurières, le long du « grand filon de quartz » qui traverse la Combraille depuis Soumans (Creuse) jusqu'à Tralaigues (Puy-de-Dôme), c'est-à-dire entre la vallée de la Sioule et celle du Cher (Rigaud 2006).

Depuis 2003, les prospections-inventaires réalisées par des membres de l'équipe de Frédéric Trément (notamment Guy Massounie et Marion Dacko) ont permis de préciser le tracé de deux voies romaines majeures : la voie « d'Agrippa » qui relie Lyon et Saintes, et la voie « Burdigalaise » qui s'en détache en direction du Sud-Ouest. Elles ont permis aussi de relever la présence d'agglomérations et de *villae*, ainsi que de nombreux vestiges d'extraction minière potentiels, passés jusque là inaperçus du fait de l'épais couvert végétal dominé par les forêts et les prairies. La plupart de ces vestiges présentent une morphologie similaire aux aurières identifiées par Pierre Rigaud plus au nord, mais quelques unes en diffèrent nettement. C'est à cette dernière catégorie que le projet MINEDOR s'est tout spécialement intéressé dans ce secteur.

3. Le programme MINEDOR

L'objectif du programme MINEDOR, financé de 2010 à 2012 dans le cadre de l'Appel à Projets « Programme Interdisciplinaire » de la Maison des Sciences de l'Homme de Clermont-Ferrand, est de caractériser du point de vue archéologique et paléoenvironnemental les anciennes mines de Haute-Combraille, en particulier les mines d'or avérées identifiées par Pierre Rigaud sur les communes de Biollet, Charensat, Espinasse et Villosanges, ainsi que les mines d'or potentielles repérées par Guy Massounie (2015) entre Sioule et Sioulet (Fig.1).

La dimension expérimentale de ce projet mérite d'être soulignée (Trément 2010a ; Trément dir. 2011 ; Trément *et al.* 2012). Il ne s'agissait pas, en effet, de se livrer à des opérations relevant de l'archéologie minière, telle que celle-ci a été pratiquée en Limousin, qui nécessite des compétences et des moyens spécifiques, notamment ceux que procure l'archéologie préventive. La philosophie générale du projet est plutôt de dater la (ou les) phase(s) d'exploitation minière en caractérisant et en datant leur impact sur l'environnement au moyen d'analyses paléobotaniques et géochimiques réalisées sur des séquences sédimentaires prélevées dans des tourbières avoisinantes. Il s'agit notamment de combiner palynologie et géochimie isotopique du plomb, afin de mettre en évidence d'éventuelles

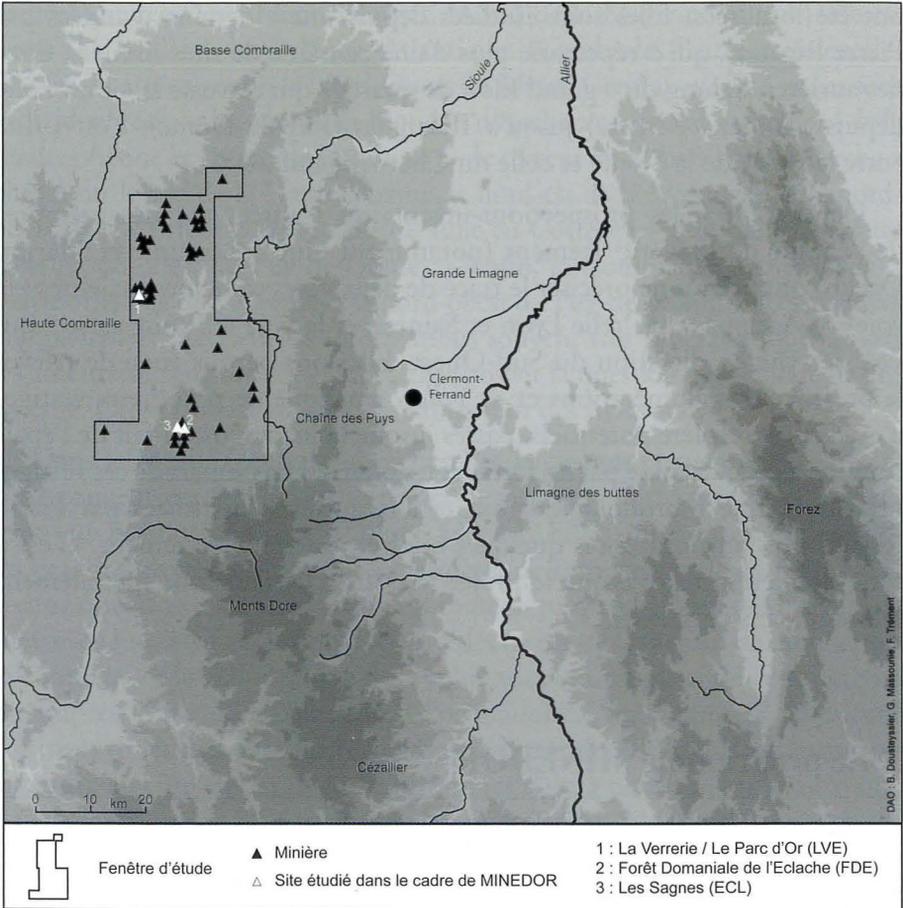


Fig.1 : Localisation des mines d'or anciennes de Haute-Combraille.

Fig.1 : Localisation des mines d'or anciennes de Haute-Combraille
(DAO B. Dousteysier, G. Massounie, F. Trément).

phases de pollution dont la concomitance avec des déboisements pourrait permettre de dater avec précision la (ou les) périodes(s) d'exploitation minière, et d'évaluer leur ampleur, en terme d'intensité et du point de vue de l'extension géographique. On peut supposer en effet que l'ouverture de mines dans un secteur donné a dû se traduire par des travaux de déboisement, et que l'exploitation elle-même a eu pour conséquence non seulement l'émission de pollutions dans l'atmosphère et dans les eaux de ruissellement (poussières et particules dégagées par les travaux d'extraction, les opérations de concassage et de broyage du minerai), mais également une intensification des prélèvements en matériaux ligneux pour différents besoins liés aux travaux d'extraction (abatage au feu, étayage des galeries) ainsi qu'aux opérations minéralurgiques et métallurgiques (grillage,

fusion et affinage). L'utilisation massive de l'eau pour l'exhaure et pour le traitement du minerai a dû favoriser la diffusion des polluants dans le milieu environnant, notamment dans les cuvettes et les zones humides qui les ont piégés, en particulier les tourbières.

Trois sites d'étude caractérisés par la juxtaposition d'importantes structures minières et de tourbières ont été retenus (Fig.2) :

Lieu-dit	Commune	Nombre de carottages	Code carottage	Puissance cm
Forêt domaniale de L'Éclache	Prondines (63)	2	FDE-1	270
			FDE-2	120
Les Sagnes	Prondines (63)	2	ECL-3	150
			ECL-4	150
La Verrerie	Villosanges (63)	3	LVE-1	410
			LVE-2	450
			LVE-3	398

Fig.2 : Forage et carottages réalisés dans le cadre du programme MINEDOR.

- le site de La Verrerie (dit aussi du « Parc d'Or »), reconnu depuis le XIX^e siècle sur la commune de Villosanges (Mathieu 1847), et interprété récemment comme une aurière vraisemblablement protohistorique (Rigaud *et al.* 2008) ;
- le site de la Forêt domaniale de L'Éclache, sur la commune de Prondines, à une grosse vingtaine de kilomètres à vol d'oiseau au sud du précédent ;
- le site des Sagnes, qui se trouve à seulement 1 km au nord-ouest du précédent.

Deux de ces trois sites ont fait l'objet de relevés topographiques par la méthode du semis de points en rayonné au tachéomètre. Les trois ont donné lieu à des opérations de forage et de carottage. Les analyses paléobotaniques mises en œuvre sur ces séquences tourbeuses ont pour but de caractériser les dynamiques de la végétation et des milieux humides en vue d'identifier et de dater les phases majeures de déboisement, susceptibles de coïncider avec les phases d'exploitation minière. On sait en effet que l'ouverture d'une zone d'extraction minière nécessitait le déboisement d'une surface trois à quatre fois supérieure.

La méthodologie mise en œuvre dans le programme MINEDOR découle des expériences conduites dans les Pyrénées occidentales, le Mont Lozère, le Morvan et les Alpes. Elle est fondée sur la quantification des

métaux lourds, sur la détection des éléments-traces et sur la géochimie isotopique du plomb libéré par les opérations d'extraction, de lavage et de traitement du minerai (la coupellation de l'or et de l'argent est réalisée au moyen du plomb)³.

L'investigation géochimique fine des tourbières datées dans des zones d'exploitation connues doit permettre de reconstruire les périodes de fonctionnement de ces mines, leur intensité, et possiblement la source des minerais de plomb utilisés dans les processus métallurgiques associés à la purification de l'or natif.

Les séquences tourbeuses ont été calées chronologiquement grâce à un total de 11 datations par ¹⁴C-AMS réalisées au Centre de Datation par le Radiocarbone de Lyon (Fig.3).

Carotte	Profondeur échantillon cm	Nature de l'échantillon	Âge ¹⁴ C BP	Âge calibré	Code laboratoire
FDE-2	95-96	Tourbe	765 ± 30	1219-1281 ap. J.-C	Lyon-8247(GrA)
ECL-4	90-91	Tourbe	810 ± 30	1175-1270 ap. J.-C.	Lyon-8355(GrA)
ECL-4	127,5-130	Tourbe	1140 ± 30	782-981 ap. J.-C.	Lyon-8354(GrA)
ECL-4	148 (base)	Tourbe	3170 ± 35	1500-1397 av. J.-C	Lyon-8353(GrA)
LVE-1	100	Tourbe	1040 ± 25	902-1029 ap. J.-C.	Lyon-8900(GrA)
LVE-1	203	Tourbe	1580 ± 30	414-549 ap. J.-C.	Lyon-8899(GrA)
LVE-1	326	Tourbe	2050 ± 30	163 av. J.-C. -18 ap. J.-C.	Lyon-8900(GrA)
LVE-1	372-375	Tourbe	2205 ± 40	385-171 av. J.-C.	Lyon-8124(GrA)
LVE-2	442-443,5	Tourbe	2140 ± 40	354-51 av. J.-C.	Lyon-8125(GrA)
LVE-3	351-353	Tourbe	2120 ± 40	348-44 av. J.-C.	Lyon-8126(GrA)
LVE-3	353-355	Tourbe	2220 ± 40	389-180 av. J.-C.	Lyon-8127(GrA)

Fig.3 : Datations par ¹⁴C-AMS réalisées au Centre de Datation par le Radiocarbone de Lyon.

Enfin, il a été possible de cartographier précisément dans un système d'information géographique les secteurs aurifères grâce à la documentation disponible au Service géologique régional et au Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), cette zone ayant fait l'objet, dans les années 1970-80, de prospections géologiques approfondies en vue de la recherche d'uranium. Ces recherches ont montré la présence de nombreux minerais, dont de l'or (Negroni 1981 ; Hottin *et al.* 1989 ; Carroué 1993).

4. Les résultats sur les différents sites

4.1. Le site de La Verrerie (Villosanges)

Le site minier de La Verrerie se localise sur le « grand filon de quartz de la Combraille », à 3 km à l'ouest du village de Villosanges, dans le bassin versant de La Saunade, affluent du Sioulet, à une altitude de 700 m NGF. Les travaux menés dans les années 1930 par la Société des Mines d'Or du



Fig.4 : Vue verticale de la minière de La Verrerie (Géoportail - IGN).

Châtelet, puis dans les années 1980 par la COGEMA ont révélé la présence d'aurières anciennes dans ce secteur. En 2004, le site de La Verrerie a été partiellement détruit par des engins de terrassement, qui ont complètement arasé le système de lavage occidental. La grande halde entourant la fosse principale est néanmoins encore parfaitement visible de nos jours dans le paysage (Fig.4).

Le site a été étudié et publié, mais non identifié, par Pierre-Pardoux Mathieu (1847) au milieu du XIX^e siècle. Le géomètre Marien Petit en a dressé un plan, qui en montre l'organisation générale (Fig.5)⁴. Il apparaît que le site s'étendait selon un axe SO/NE, celui du filon, sur une longueur minimale de 170 m. Il se composait d'une excavation principale d'environ 60 m de longueur, bordée d'une grande halde, dans l'alignement de laquelle s'échelonnaient trois monticules, longs respectivement de 5, 30 et 25 m approximativement, identifiables comme les éléments d'une laverie de minerai. D'après Pierre Rigaud qui y a lancé en 1998 un programme de recherche intégré (Rigaud *et al.* 2008 : 7), « le site, remarquablement

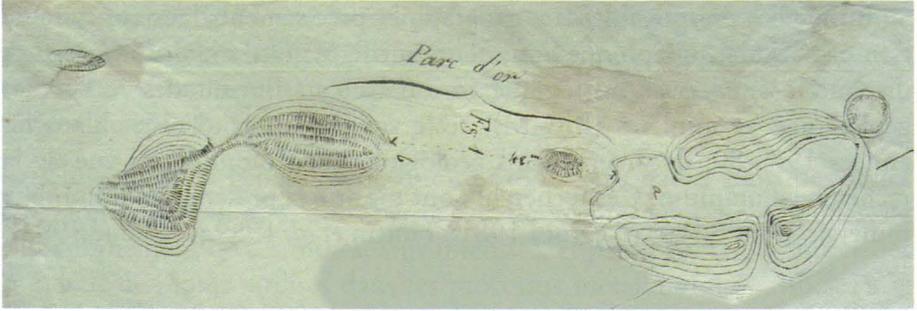
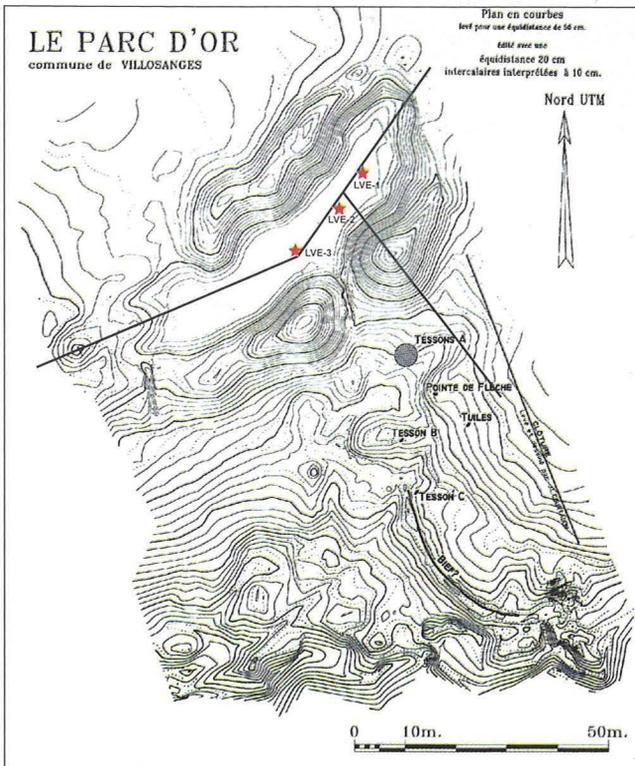


Fig. 5 : Plan de l'aurière de La Verrerie relevé par le géomètre Marien Petit en 1855. L'échelle est donnée par la distance (48 mètres) entre a et b (Archives départementales du Puy-de-Dôme, 1J429, lettre du 27 juin 1855).

conservé jusqu'en 2003, était l'archétype des aurières de Combraille : taille de « dimension humaine », fraîcheur des reliefs, présence d'or libre, système de lavage du minerai suffisamment important pour avoir laissé une trace dans le paysage ».

Le programme MINEDOR a complété ces informations en étudiant le comblement de l'aurière. Les carottages (Fig.6) ont mis en évidence un remplissage intégralement tourbeux, dont la constitution a commencé peu de temps après l'abandon de l'exploitation, la grande halde formant



une cuvette complètement fermée et ennoyée, propice à la turfigénèse. Le sédiment prélevé sous la couche de tourbe épaisse de 410 cm est constitué d'un gravillon de granite décomposé semblable à

Fig. 6 : Localisation des carottages et des coupes topographiques de l'aurière de La Verrerie sur le relevé microtopographique réalisé par J.-L. Courtadon (DAO F. Trément d'après Rigaud et al. 2008 : 9, fig.2).

celui qui compose la halde (Fig.7). De 398 à 372 cm, la base du remplissage sédimentaire présente un faciès argileux gris clair d'origine lacustre, de plus en plus riche en matière organique au-dessus de 376 cm. La couche de tourbe se développe amplement à partir de 372 cm jusqu'au sommet de la séquence. Des niveaux riches en gros débris de bois s'observent régulièrement, tout au long de la séquence.



Fig.7 : Vue de la base de la carotte LVE-1 entre 350 et 410 cm (cliché F. Trément).

Les débris de bois observés dans le niveau de tourbe de La verrerie font penser, malgré leur moindre puissance, au « niveau de bois d'une épaisseur de 3 m (souches, troncs, branches de chêne et de hêtre), conservé dans les remblais gorgés d'eau » de la fosse principale de la mine de Laurières, daté par dendrochronologie des VII^e-VIII^e siècles et interprété par Béatrice Cauuet (1999b : 41) comme le signe d'un « important déboisement effectué à l'époque mérovingienne dans et aux abords immédiats de la fosse ».

Les trois carottages, couplés au relevé des profils topographiques longitudinal et transversal de la grande halde, permettent de restituer le profil initial de l'aupière, qui était au moins deux fois plus profonde que de nos jours (Fig.8). En effet, il faut ajouter l'épaisseur du remplissage tourbeux (environ 4 m) à la hauteur actuelle apparente de la halde (4 à 5 m), soit un dénivelé initial compris entre 8 et 9 m minimum, les parties les plus profondes de la fosse ayant dû être rapidement comblées, avant le démarrage de la turfigenèse, par l'érosion des déblais périphériques, situés

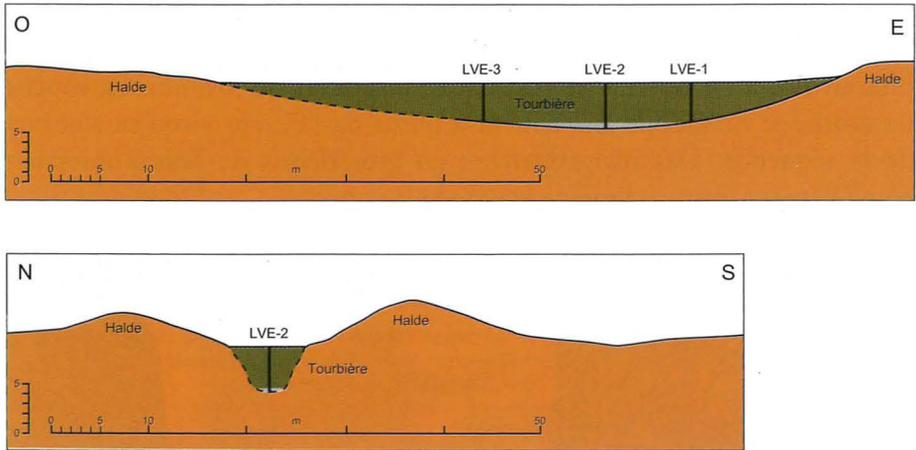


Fig.8 : Coupes topographiques et restitution du profil original de l'aurière de La Verrerie (relevé topographique – DAO F. Trément).

en surplomb et composés d'un sédiment très meuble⁵. Par rapport au niveau du terrain initial, avant le démarrage des travaux de creusement, la profondeur de l'excavation peut être estimée à 4,50 m au moins. Sa largeur à l'ouverture ne paraît pas avoir excédé 7,50 m, pour une longueur de 60 m environ. Si l'on inclut les déblais qui composent la halde périphérique, l'aurière s'étendait sur une longueur de 80 m et une largeur de 30 m environ. L'ensemble de la mine, système de lavage inclus, s'étendait sur une longueur minimale de 170 m.

Ces dimensions apparentent la fosse de La Verrerie à une exploitation minière de dimensions conséquentes si on la compare au Limousin où la longueur des fosses variait de 10 à plus de 100 m, leur largeur de 5 à 20/30 m, leur profondeur de 2 à 10/15 m (Cauuet 1999b : 34).

Ce genre d'exploitation à ciel ouvert, très fréquent en Limousin et en Combraille, permettait de dégager largement les filons de quartz affleurants, particulièrement altérés et arénisés par l'érosion dans les dix premiers mètres, et donc faciles à extraire. Les mineurs gaulois décapaient la roche encaissante par tranches successives, sur un plan latéral, puis vertical. Au-delà d'une certaine profondeur (15 à 20 m), l'exploitation à ciel ouvert devenait impossible, car il fallait ouvrir des surfaces de plus en plus larges et déplacer des haldes de plus en plus volumineuses. En profondeur, la roche encaissante, moins altérée et donc plus dure, nécessitait la mise en œuvre de chantiers souterrains plus adaptés, avec le percement de galeries, de dépilages et de chambres à partir du fond de l'excavation (Cauuet 1999b : 44-45).

Sept datations ¹⁴C-AMS ont été obtenues dans les trois séquences tourbeuses de La Verrerie à partir des carottes. Dans LVE-1, le niveau

de tourbe basal échantillonné à 372-375 cm a été daté de 385-171 av. J.-C. (Lyon-8124 - GrA). Dans LVE-2, le niveau de tourbe basal prélevé à 442-443,5 cm a été daté de 354-51 av. J.-C. (Lyon-8125 - GrA). Dans LVE-3, le niveau de tourbe basal prélevé à 353-355 cm a été daté de 389-180 av. J.-C. (Lyon-8127- GrA) et le niveau de tourbe immédiatement sus-jacent, entre 351 et 353 cm, de 348-44 av. J.-C. (Lyon-8126 - GrA). Ces quatre dates, parfaitement cohérentes, permettent de situer la période de démarrage de la turfigenèse entre le début du IV^e et le milieu du I^{er} s. av. J.-C., entre 389 et 44 av. J.-C. L'aubrière aurait par conséquent été exploitée dans le courant du Deuxième Âge du Fer et abandonnée au plus tard dans les premiers temps qui ont suivi la conquête romaine. Notons que les dimensions et la forme de l'exploitation sont compatibles avec cette chronologie.

4.2. Le site de la Forêt domaniale de L'Éclache (Prondines)

Ce site minier a été découvert en 2008 par Guillaume Bussière sur la commune de Prondines, à 1 km au sud du hameau de L'Éclache et à 750 m

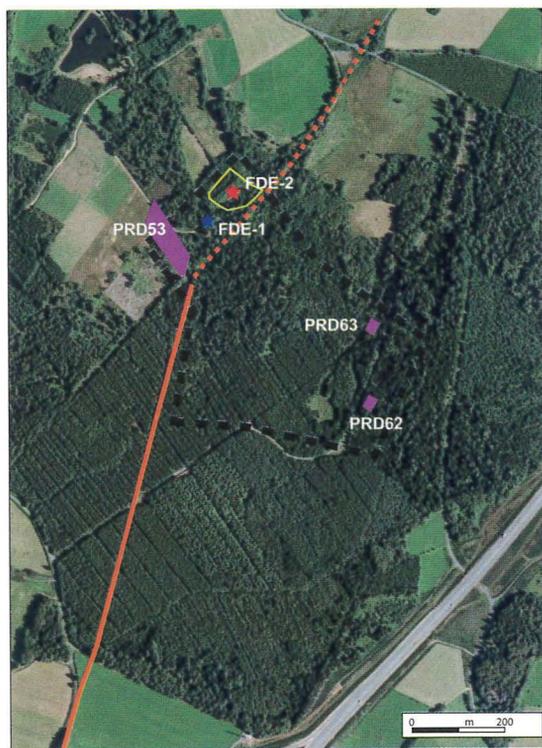


Fig.9 : Périmètre de la zone minière de la Forêt domaniale de L'Éclache avec localisation de la tourbière (jaune), du forage FDE-1, du carottage FDE-2, du tracé de la voie romaine (rouge) et des sites gallo-romains (rose) (DAO F. Trément – Géoportail - IGN).

à l'est de celui de L'Émery. La densité du couvert forestier ne permet pas d'en avoir une vision extensive. Il semble qu'il s'étende approximativement sur 600 m du nord au sud, et 500 m d'est en ouest, soit une superficie d'une trentaine d'hectares environ (Fig.9). La zone minière est bordée au nord par une petite tourbière de forme triangulaire d'environ 100 m de longueur et 50 m de largeur, d'une superficie avoisinant les 3000 m². Le site est longé à l'ouest par le tracé de la voie romaine dite « Burdigalaise ». Trois établissements gallo-romains ont été identifiés sur les bordures de la zone minière.

Le relevé microtopographique a permis de couvrir

23 227 m² dans la partie nord de la zone minière (Fig.10). Il met en évidence un réseau hydrographique complètement artificiel. Quant à la voie romaine, son tracé n'apparaît pas clairement dans la zone relevée, ce qui peut signifier que la mine lui est postérieure.

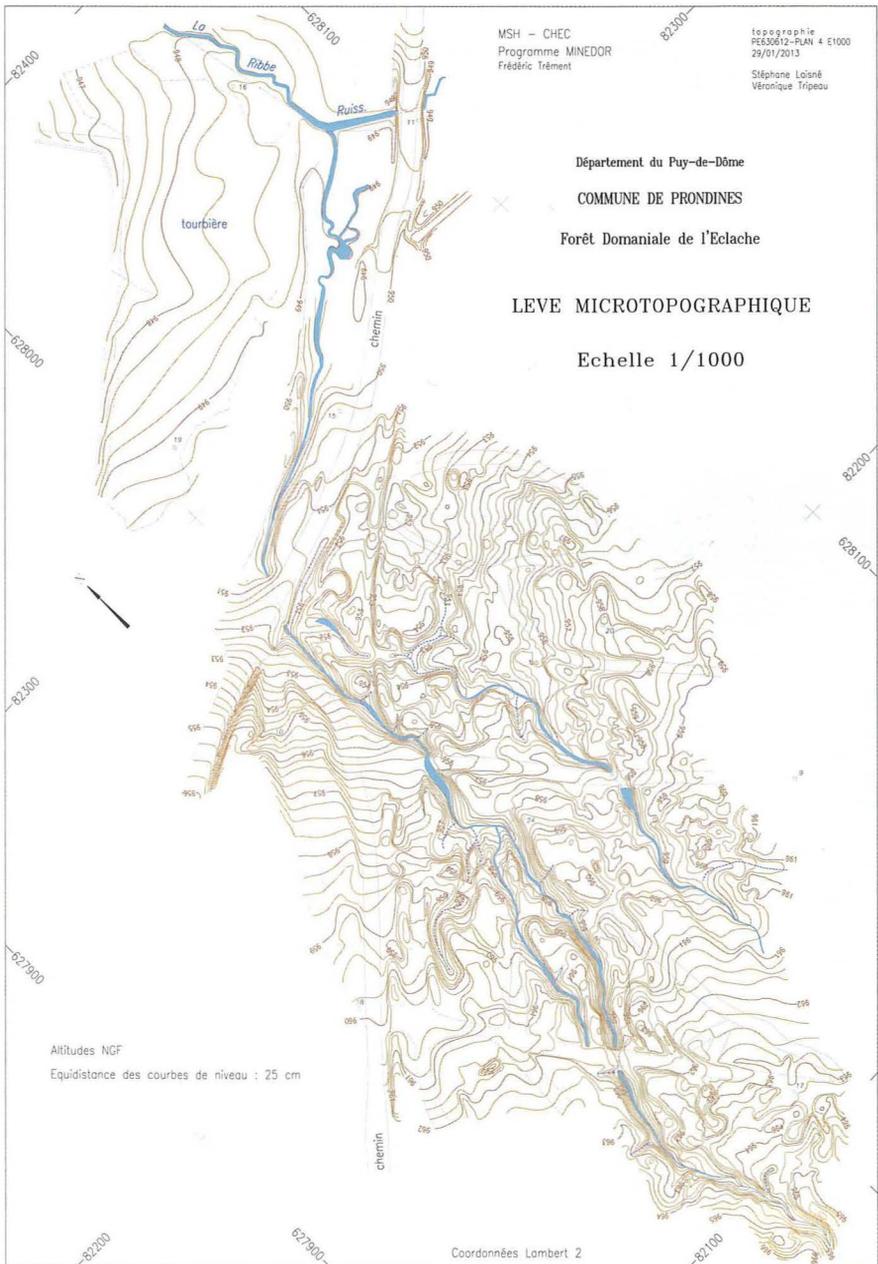


Fig.10 : Relevé microtopographique de la zone minière de la Forêt domaniale de L'Éclache (relevé topographique – DAO S. Laisné, V. Tripeau).

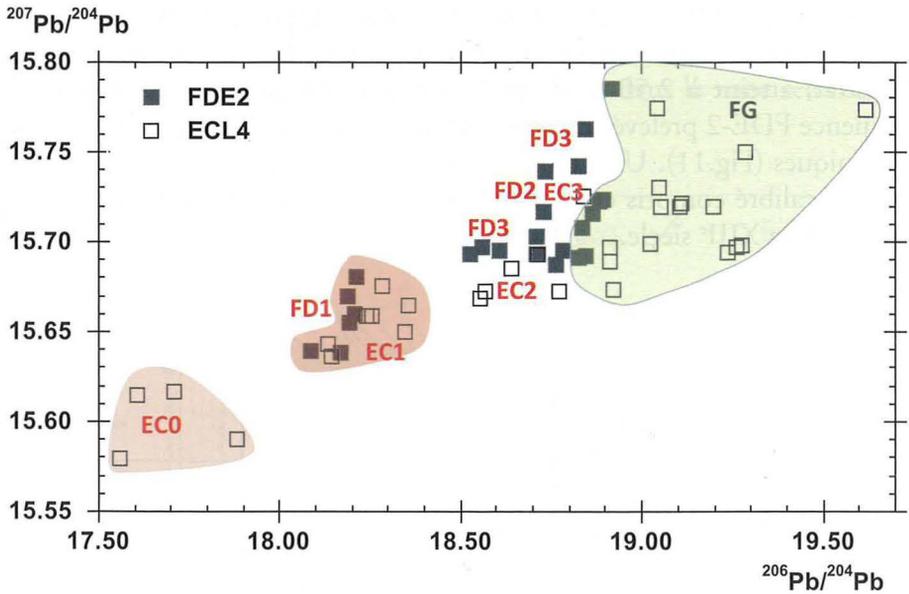


Fig.12 : Analyse isotopique des carottes FDE-2 et ECL-4 : rapports $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (analyses É. Brémon, A. Véron – DAO A. Véron).

minéral recherché n'est pas, de ce fait, évidente, même si les prospections du BRGM suggèrent fortement qu'il s'agisse de l'or, moins vraisemblablement du plomb ou de l'argent.

La datation de l'exploitation n'est pas non plus évidente car la séquence sédimentaire antérieure au XIII^e siècle n'est pas datée. Si la voie romaine dite « Burdigalaise » passait bien là, et que l'ancien chemin mis en évidence par le relevé microtopographique reprend le tracé, alors on peut supposer que la mine est postérieure à l'époque romaine, le chemin en question n'étant creusé que sur 3 à 4 m de largeur dans les vestiges miniers. Mais en l'absence de fouille, il est impossible d'être affirmatif.

Les données paléoenvironnementales disponibles suggèrent une activité minière continue mais d'intensité variable postérieurement au XIII^e siècle. Une phase de pollution « ancienne » (FD3), qui pourrait remonter à la fin du Moyen Âge central ou au Bas Moyen Âge, coïncide en effet avec une période marquée par de forts déboisements (FDE-4 et FDE-5) opérés aux dépens du hêtre, par l'extension de la zone humide et par le développement des cultures puis des prairies. Il est possible de voir là les conséquences de l'exploitation de la mine, qui se traduirait par la réduction puis la gestion de la hêtraie (dont le bois serait utilisé pour la construction, l'éclayage et comme combustible), par la mise en place d'aménagements hydrauliques (réservoirs, canaux, système de lavage) et, bien évidemment, par l'afflux d'une population minière nécessitant le développement des cultures et de

l'élevage pour répondre à ses besoins alimentaires. La phase de pollution plus « récente » (FDE2), tardo-médiévale ou moderne, est caractérisée par une légère reprise de la hêtraie, par un développement important de la céréaliculture et une progression des prairies (FDE-6).

Ces données invitent à s'interroger sur les causes du démarrage de la turfigenèse en bordure nord de la zone minière, en son point le plus bas, à l'aval du réseau hydrographique qui en assure le drainage. Deux hypothèses peuvent être avancées : – la première consiste à considérer la formation de la petite tourbière comme le résultat de la désorganisation locale du réseau hydrographique, consécutive aux travaux miniers (ou à leur abandon ?) ; – la seconde hypothèse consiste à y voir un aménagement hydraulique délibéré (réservoir ? bassin de lavage ?). La forme régulière de la tourbière et les aménagements hydrauliques qui lui sont liés (fossés de ceinture, canalisation du ruisseau traversant la zone minière) invitent à privilégier cette seconde hypothèse. Les données palynologiques et géochimiques montrent d'ailleurs que l'extension de la zone humide est concomitante d'une intensification des déboisements et de la pollution locale.

4.3. Le site des Sagnes (Prondines)

Il se localise à 1 km au nord-ouest du précédent (Fig.13). Les traces d'exploitation présumées s'étendent sur un quadrilatère d'environ 700 m d'ouest en est et 400 m du nord au sud, soit une superficie approchant la trentaine d'hectares, comparable à celle du site précédent. La zone minière présente des caractéristiques topographiques très similaires au site précédent et, comme lui, s'étend sous un dense couvert forestier et est bordée par une tourbière. Celle-ci est toutefois nettement plus étendue (environ 4 ha), et se localise non pas en aval mais en amont de la zone minière.

Les deux carottages (ECL-3 et ECL-4) effectués au cœur de la tourbière permettent de caler les principaux épisodes de l'histoire de la végétation et des pollutions minières éventuelles. La base, à 148 cm de profondeur, est datée de 1500-1397 av. J.-C. (Lyon-8353 - GrA). L'échantillon prélevé à 127,5-130 cm est daté de 782-981 ap. J.-C. (Lyon-8354 - GrA) ; celui prélevé à 90-91 cm de 1175-1270 ap. J.-C. (Lyon-8355 - GrA). Il apparaît donc que le dépôt sablo-graveleux basal, daté du Bronze moyen, est beaucoup plus ancien que le faciès organo-minéral sous-jacent, mis en place durant le Haut Moyen Âge, tandis que le démarrage de la turfigenèse a lieu au plus tard dans le Moyen Âge central. Cette dépression a dû par conséquent connaître une succession d'épisodes de comblement, de mise en eau, d'assèchement et d'érosion qui nous échappe pour toute la période comprise entre le Bronze moyen et le Haut Moyen Âge, soit un laps de temps de 2500 à 2800 ans. Il faut donc avoir à l'esprit, comme pour le site



Fig.13 : Périmètre de la zone minière des Sagnes avec localisation de la tourbière (jaune) et des carottages ECL-3 et ECL-4 (DAO F. Trément – Géoportail - IGN).

de la Forêt domaniale de L'Éclache, que l'Âge du Fer et l'époque romaine ne sont pas documentés pour l'instant du point de vue paléobotanique et géochimique.

Le contenu pollinique reste relativement stable de la base au sommet de cette carotte (Fig.14) : il est marqué par la présence toujours bien nette à côté d'herbacées variées, d'arbres héliophiles (genévrier, bouleau, saule, pin, aulne) indiquant des zones ouvertes dans un tissu forestier dégradé où se côtoient des arbres de la chênaie (chêne, tilleul, orme, frêne, ces trois derniers en faible quantité) et de la hêtraie-sapinière, nettement dominée par le hêtre.

Toutes ces caractéristiques permettent d'imaginer un paysage plutôt ouvert, où de légères variations des taux de pollen de certains taxons permettent de distinguer trois zones principales. La zone pollinique qui appartiendrait au Bronze moyen d'après la date ^{14}C -AMS, coïncide avec la partie la plus minérale du sondage. Elle est caractérisée par la proportion

ECLACHE 4 - Prondines (63) - 952 m

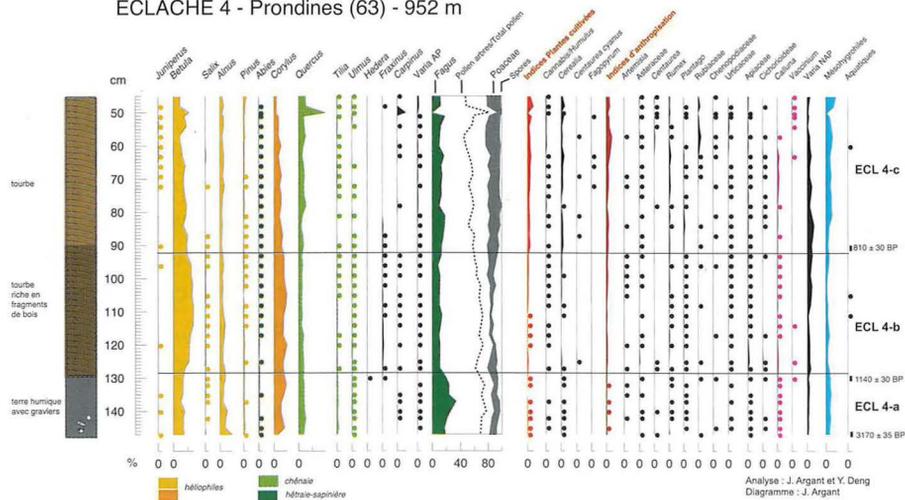


Fig. 14 : Diagramme pollinique de la carotte ECL-4 (analyses J. Argant, Y. Deng-Amiot – DAO J. Argant).

d'arbres la plus élevée de la séquence, avec une représentation relativement forte du hêtre (près de 40%). Dans la zone pollinique datée du Haut Moyen Âge (VIII^e-X^e siècle), le fait le plus marquant est d'abord la diminution nette des taux de pollen de hêtre, avec un accroissement sensible du pourcentage de pollen de bouleau et de frêne, arbres qui profitent tous deux de l'ouverture probable de nouvelles clairières favorables également à l'expansion des fougères. Dans le même temps, les indices de culture et d'anthropisation augmentent légèrement, mais le lien avec une extension des terres cultivées ne s'impose pas très nettement. Il faut peut-être voir là simplement l'exploitation de la forêt pour l'acquisition de bois de chauffage à usage domestique ou artisanal, ou pour l'activité minière (déboisement pour accéder aux minerais, constructions diverses en rapport avec l'exploitation, besoin en combustible...). Dans la zone pollinique datée du Moyen Âge central (XII^e-XIII^e siècle), la diminution du taux de pollen d'arbres se poursuit progressivement. Le recul de la forêt se fait en faveur des céréales, du chanvre et du sarrasin, qui témoignent de la présence accrue de populations, qui pratiquent à la fois cultures et élevage.

5. Deux mines d'or médiévales ?

Les sites des Sagnes et de la Forêt domaniale de L'Éclache présentent de nombreuses similitudes : proximité, contexte géologique et métallogénique, dimensions, topographie, morphologie, gestion hydraulique. Il s'agit

très vraisemblablement de zones d'exploitation minière. Dans les deux cas, toutefois, l'absence d'enregistrement sédimentaire antérieur au Moyen Âge ne permet pas de replacer l'activité minière dans un contexte paléoenvironnemental de longue durée, et de mettre en évidence d'éventuelles phases anciennes d'exploitation, notamment pour l'Âge du Fer et l'époque romaine. Les résultats des analyses géochimiques et palynologiques révèlent néanmoins une histoire de la végétation très semblable sur les deux sites, qui met en lumière une gestion de la forêt et un poids relativement modéré des activités agro-pastorales, compatibles avec un paysage dominé par l'exploitation de la ressource minière, dont témoigneraient les pollutions récurrentes dans ces deux secteurs.

L'examen des archives du BRGM permet d'envisager très sérieusement la piste d'exploitations aurifères. De l'or libre alluvionnaire a été identifié à l'intérieur et/ou à proximité immédiate des deux zones minières étudiées : dans la partie orientale de la zone minière des Sagnes, ainsi que 300 m en contrebas à l'est ; en deux points respectivement situés à 300 et 400 m au nord de la zone minière de la Forêt domaniale de L'Éclache, sur le cours du ruisseau qui la draine. C'est probablement en recourant aux mêmes méthodes de prospection alluvionnaire que ces filons aurifères ont été repérés au Moyen Âge, ou plus anciennement, les prospecteurs de l'époque utilisant alors la traditionnelle batée dans ces petits ruisseaux.

Les études palynologiques et géochimiques permettent d'envisager, mais sans certitude absolue, une exploitation de ces deux zones minières durant le Moyen Âge, peut-être dès le Haut Moyen Âge. La question de la chronologie de ces deux zones minières est loin d'être résolue. La méthode mise en œuvre – qui consiste à explorer les tourbières pour y repérer et dater l'impact environnemental de l'exploitation des mines – atteint ici une limite évidente, qui n'était pas envisagée au début de ce programme de recherche. Cette limite tient à l'interdépendance, constatée sur les trois sites étudiés, entre les mines et les tourbières, ces dernières se formant dans les trois cas en lien direct avec l'aménagement et/ou l'abandon des mines. Il en résulte que l'enregistrement du contexte paléoenvironnemental risque de ne pas être contemporain des principales phases d'exploitation minière, tout au moins des plus anciennes. Dans le cas de La Verrerie, le processus de turfigenèse est clairement postérieur à l'activité d'extraction de l'or. Dans le cas des sites des Sagnes et de la Forêt domaniale de L'Éclache, il ne faut pas exclure que les pollutions identifiées témoignent, avec retard, d'une activité minière plus ancienne, protohistorique, antique ou alto-médiévale, ce qui expliquerait le « découplage » entre données géochimiques et palynologiques, à moins que ces pollutions ne correspondent qu'à une ultime phase d'exploitation, comme cela a été observé dans le Limousin (Cauuet 1999b : 42).

Conclusion

Le programme MINEDOR, qui continue de « vivre sa vie » après avoir été soutenu durant trois années par la MSH de Clermont-Ferrand, est à l'origine d'avancées importantes pour la connaissance de l'histoire minière dans l'Ouest du territoire arverne. Il a permis de confirmer l'ancienneté et l'ampleur de l'exploitation aurifère mise en lumière par Pierre Rigaud en Combraille, et de dater avec certitude du Second Âge du Fer l'arière de La Verrerie. C'est là un résultat qui mérite d'être souligné, car c'est la première fois que l'abandon (ici définitif) d'une arrière ancienne est daté avec certitude en territoire arverne. Plus largement, le travail de prospection et de cartographie entrepris révèle le potentiel archéologique considérable des Combrailles, qui recelaient assurément les principales ressources en or contrôlées par les Arvernes. Le programme MINEDOR a mis aussi en évidence la diversité insoupçonnée des modes d'extraction et leur adaptation aux différents types de gisements aurifères. À côté des grandes arières désormais « classiques » du Second Âge du Fer, semblables en tout point à celles des Lémovices, apparaissent des formes d'exploitation apparemment plus superficielles et extensives, produisant des paysages très particuliers (les « terrains chahutés »), difficiles à repérer et à interpréter, qui pourraient être liées à l'extraction de particules d'or concentrées dans les formations de surface. La datation de ces mines s'avère plus délicate que prévu, du fait de l'interaction étroite entre exploitations minières et processus de turfigenèse, les données paléobotaniques et géochimiques n'étant pas forcément contemporaines des principales phases d'extraction, ou tout au moins des plus anciennes. L'hypothèse de mines médiévales remontant notamment au Haut Moyen Âge paraît assez assurée, mais on ne peut exclure des phases d'exploitation plus anciennes, à l'Âge du Fer ou à l'époque romaine. Du point de vue de l'histoire des paysages, la mise en évidence d'un lien étroit entre mines et tourbières est un résultat dont il faudra mesurer la portée, car les tourbières, qui sont considérées comme des « milieux naturels » par excellence, – à préserver pour leur ressource en eau et leur biodiversité –, apparaissent ici comme la conséquence d'aménagements liés à des activités en l'occurrence... très polluantes ! Enfin, un autre apport du programme MINEDOR, et plus largement des recherches conduites ces dernières années en Combraille, est de montrer que des zones considérées de nos jours comme marginales ont pu constituer à certaines époques des foyers de développement importants, en lien avec l'exploitation de ressources particulières, notamment les minerais (Trément 2010b ; 2011-2013 ; 2013 ; 2014 ; Trément, Carvalho 2013).

NOTES

1. « Bien que les Gaulois estiment détenir des mines aussi riches dans le mont Cemmène et au pied même des Pyrénées, les productions de cette région [l'Ibérie ou la Turdétanie] sont davantage appréciées » (Strabon, *Géographie*, III, 2, 8 (traduction Lasserre 1966, reprise par Moret 2012 : 154 et n.66-67).

2. Rigaud 1997 ; 1998a ; 1998b ; 1998c ; 2000 ; Rigaud, Bouyer 1995 ; Rigaud, Giovagnoli 2002 ; Rigaud et al. 2008.

3. Élise Brémon a effectué les analyses au CEREGE sous la direction d'Alain Véron du 15 juin au 29 juillet 2011 et du 9 avril au 10 mai 2012 dans le cadre d'un mémoire de master (Brémon 2013).

4. Archives départementales du Puy-de-Dôme, 1J429, lettre du 27 juin 1855.

5. Ainsi se vérifie l'affirmation de Béatrice Cauuet (1999b : 34) selon laquelle « une part importante des haldes, ayant glissé à l'intérieur des fosses, les exploitations à ciel ouvert sont souvent comblées pour moitié ».

Références bibliographiques

Brémon E. (2013) *L'apport de la géochimie à l'étude des paléo-pollutions des sociétés anciennes*. Master dirigé par F. Trément. Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal, 2013.

Carroué J.-P. (1993) Historique de la recherche minière en Auvergne (mines métalliques et autres, houille exceptée). *Revue des sciences naturelles d'Auvergne*, 57, 1992-1993 : 11-15.

Cauuet B. (1997) Prospection-inventaire. Les mines d'or des Arvernes (communes de Bagnols, La Bessette, Cros, Larodde, Tauves et Trémouille-Saint-Loup). DRAC-SRA Auvergne. *Bilan scientifique*, 1997 : 90.

Cauuet B. dir. (1999a) *L'or dans l'Antiquité. De la mine à l'objet*. Bordeaux, Aquitania, 1999 (supplément 9).

Cauuet B. (1999b) L'exploitation de l'or en Gaule à l'Âge du Fer. Dans Cauuet B. (dir.) *L'or dans l'Antiquité. De la mine à l'objet*. Bordeaux, Aquitania, 1999 : 31-70 (supplément 9).

Cauuet B. (2004) *L'or des Celtes du Limousin*. Limoges, Culture et patrimoine limousin, 2007, 123 p. (collection Archéologie).

Hottin A.-M., Camus G., Michaeli B., Marchand J., Perichaud J.-J., D'Arcy D. (1989) *Carte géologique de la France au 1/50 000. Pontgibaud*. Orléans, BRGM, Service Géologique National, 1989.

Massounie G. (2015) *Peuplements et paysages aux confins du territoire des Arvernes de la Protohistoire au Moyen-Âge. Le cas de la Haute-Combraille (Puy-de-Dôme)*. Thèse de doctorat sous la direction de F. Trément. Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal.

Mathieu P.-P. (1847) *Anciens monuments découverts dans les communes de Villosanges, Biolet et Vergheas, près de Pontaumur*. Clermont-Ferrand, imprimerie Thibaud-Landriot, 1847, 36 p.

Moret P. (2012) Posidonius et les passions de l'or chez les Gaulois. *Pallas*, 90, 2012 : 143-158.

Negroni J.-M. (1981) *Le district de Pontgibaud : cadre géologique. Évolution structurale et métallogénique*. Thèse de l'UFR Sciences exactes et naturelles. Université de Clermont-Ferrand, 1981, 323 p.

Rigaud P. (1997) *Rapport de l'opération de prospection-inventaire n°97/104*. Clermont-Ferrand, SRA Auvergne, 1997, RAP00232.

Rigaud P. (1998a) Prospection thématique. Les mines du Nord-Ouest du Puy-de-Dôme : communes de Charensat et Villosanges. DRAC-SRA Auvergne. *Bilan scientifique*, 1998 : 102.

Rigaud P. (1998b) Un patrimoine archéologique méconnu : les minières de la Combraille. *Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse*, 46, 1998 : 413-419.

Rigaud P. (1998c) *Rapport de l'opération de prospection thématique n°98/076 « Les mines au Nord-Ouest du département du Puy-de-Dôme »*. Clermont-Ferrand, SRA Auvergne, 1998, RAP00453.

Rigaud P. (2000) L'apport de Pierre-Pardoux Mathieu à l'archéologie minière de la Combraille. *Bulletin historique et scientifique de l'Auvergne*, t.101, n°747 : 241-264.

Rigaud P. (2006) Le grand filon de quartz, épine dorsale de la Combraille. *Bizà Neirà*, 130, 2006 : 34-35.

Rigaud P., Bouyer P. (1995) Les mines antiques de la Combraille : une introduction à leur étude. *Travaux d'archéologie limousine*, 15, 1995 : 97-103.

Rigaud P., Courtadon J.-L., Nénot M., Ganne P., Mennessier-Jouannet C. (2008) L'aurière du Parc d'Or (commune de Villosanges, Puy-de-Dôme). Études non destructives avant destruction. *Fines*, 3, 2008 : 7-13 (Archéologie et histoire en Combraille).

Rigaud P., Giovagnoli A. (2002) La tempête de décembre 1999 et le problème de la datation des aurrières de Combraille. *Travaux d'archéologie limousine*, 22, 2002 : 115-118.

Trément F. (2010a) Le programme MINEDOR. Caractérisation archéologique et paléoenvironnementale des mines d'or arvernes de Haute-Combraille (Protohistoire - Moyen Âge). *Association d'étude du monde rural gallo-romain AGER, Bulletin de liaison*, 20, actualité de la recherche, décembre 2010 : 27-33.

Trément F. (2010b) Romanisation et dynamiques territoriales en Gaule centrale. Le cas de la cité des Arvernes (II^e s. av. J.-C. – II^e s. ap. J.-C.). Dans Corsi C., Vermeulen F. (dir.) *Changing Landscapes. The impact of Roman towns in the Western Mediterranean*. Proceedings of the International Colloquium (Castelo de Vide – Marvão, 15-17 mai 2008). Universidade

de Évora – CIDEHUS – Centro Interdisciplinar de História, Culturas e Sociedades. Bologne, Ante Quem, 2010 : 85-104 (Ricerche Series Maior 1).

Trément F. dir. (2011-2013) *Les Arvernes et leurs voisins du Massif Central à l'époque romaine. Une archéologie du développement des territoires*. Revue d'Auvergne. Tome 1 : t.124-125, n°600-601, 2011 : 512 p. Tome 2 : t.127, n°606-607, 2013 : 450 p.

Trément F. dir., Argant J., Brémond E., Cubizolle H., Dousteysier B., López-Sáez J.A., Massounie G., Rigaud P., Véron A. (2011) Le programme MINEDOR. Caractérisation archéologique et paléoenvironnementale des mines d'or arvernes de Haute-Combraille (Auvergne, France). Dans Braz Martins C.M., Bettencourt A.M.S., Martins J.I.F.P., Carvalho J. (dir.) *Povoamento e exploração dos recursos mineiros na Europa atlântica ocidental*. Actes du colloque international de Braga (10-11 décembre 2010). Braga, CITCEM, 2011 : 55-69.

Trément F. (2013) Romanisation et développement : le cas de la cité des Arvernes (II^e s. av. J.-C. – II^e s. apr. J.-C.). Dans Fiches J.-L., Plana-Mallart R., Revilla Calvo V. (dir.) *Paysages ruraux et territoires dans les cités de l'Occident romain*. Colloque Ager IX (Barcelone, 25-27 mars 2010). Montpellier, Presses universitaires de la Méditerranée, 2013 : 27-47 (collection Mondes Anciens).

Trément F. (2014) Quel modèle de développement régional pour le Massif Central à l'époque romaine ? Essai d'application du modèle « centre/périphérie » au cas de la cité des Arvernes. Dans Dall'Aglio P.L., Franceschelli C., Maganzani L. (dir.) *Atti del IV Convegno Internazionale di Studi Veleiati* (Veleia – Lugagnano Val d'Arda, 20-21 septembre 2013). Bologne, Ante Quem, 2014 : 433-454 (Ricerche, Series Maior 4).

Trément F., Argant J., Brémond E., Cubizolle H., Dousteysier B., López-Sáez J.A., Massounie G., Rigaud P., Véron A. (2012) Archaeo-environmental characterization of the Arvernian gold mines of Auvergne (France). Goldschmidt 2012 Conferences Abstracts. *Mineralogical Magazine*, 2012 : 2468. www.minersoc.org.

Trément F., Carvalho H. (2013) Romanisation et développement : Approche comparée des territoires de la partie occidentale du Conventus Bracarenensis (Tarraconaise) et de la Civitas Arvernorum (Aquitaine). Une perspective de longue durée (II^e s. av. J.-C. - II^e s. apr. J.-C.). Dans Prevosti M., López Vilar J., Guitart i Duran J. (dir.) *Ager Tarraconensis 5*. Actes du colloque international « Paisatge, poblament, cultura material i historia » (« Landscape, settlement, material culture and history ») (Tarragone, 28-29 septembre 2010). Tarragone, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, 2013 : 247-267 (Documenta, 16).