

Villefort, 1640 : l'introduction de la poudre dans les mines languedociennes

Éric KAMMENTHALER*, Nicolas MINVIELLE LAROUSSE** et Francis PIERRE***

Mots-clés : mine, poudre, période moderne, Languedoc, innovation

Résumé : Les environs de Villefort dans les Cévennes recèlent de nombreux gisements métallifères principalement exploités pour extraire l'argent. Une étude archéologique menée en 2011 avait révélé des indices qui semblaient correspondre aux premiers usages de la poudre noire dans les mines. Des investigations complémentaires alliant recherches historiques et archéologiques ont permis de caractériser ces indices et de démontrer la précocité de l'arrivée de la poudre à Villefort, dès 1640. Cette découverte marque un nouveau jalon dans l'histoire de la diffusion d'une technique qui révolutionna l'art des mines.

Keywords: mine, gunpowder, early modern period, Languedoc, innovation

Abstract: Villefort, 1640. The Introduction of Powder in the Languedocian Mines. In der Nähe von Villefort, in den Cévennes, befinden sich viele Erzvorkommen, die vor allem auf Silber ausgebeutet wurden. 2011 brachte eine archäologische Untersuchung Anhaltspunkte für eine erste Verwendung des Schießpulvers in diesen Bergwerken. Zusätzliche, sowohl historische als auch archäologische Forschungen haben diese Indizien präzisiert und bewiesen, dass Schießpulver in Villefort sehr früh, schon 1640, Verwendung fand. Diese Entdeckung ist ein neuer Meilenstein in der Geschichte der Verbreitung einer Technik, die das Bergwesen grundlegend umgewandelt hat.

Schlüsselwörter: Bergbau, Schießpulver, Frühneuzeit, Languedoc, Neuerung

Zusammenfassung: Villefort 1640: Einführung des Schießpulvers im Bergbau des Languedocs. In der Nähe von Villefort, in den Cévennes, befinden sich viele Erzvorkommen, die vor allem auf Silber ausgebeutet wurden. 2011 brachte eine archäologische Untersuchung Anhaltspunkte für eine erste Verwendung des Schießpulvers in diesen Bergwerken. Zusätzliche, sowohl historische als auch archäologische Forschungen haben diese Indizien präzisiert und bewiesen, dass Schießpulver in Villefort sehr früh, schon 1640, Verwendung fand. Diese Entdeckung ist ein neuer Meilenstein in der Geschichte der Verbreitung einer Technik, die das Bergwesen grundlegend umgewandelt hat.

* Iker Archéologie, 64780 Saint-Martin-d'Arrossa, Traces UMR 5608.

** Aix Marseille univ., CNRS, LA3M.

*** Sesam, chercheur associé Paris 1 - Lamop UMR 8589.

INTRODUCTION

Entre le Mont Lozère et la vallée du Chassezac, aux limites du Gard, de la Lozère et de l'Ardèche, de nombreux gisements argentifères ont fait l'objet d'exploitations au moins depuis l'Antiquité¹. La concession de Villefort, dans ses limites actuelles, entre le lac de Villefort et le Chassezac, a connu une exploitation depuis le milieu de l'époque moderne jusqu'en 1931 (fig. 1). La société Recylex, propriétaire de la concession, souhaitant renoncer au titre minier, préalablement à la déclaration d'arrêt définitif des travaux et conformément au code minier, une expertise archéologique a été menée en 2011, avant la mise en sécurité des travaux.

Plus de vingt ouvrages miniers ont pu être observés, décrits, topographiés et photographiés lors de l'expertise. Il s'agit principalement de recherches menées sur quelques mètres, parfois sur plusieurs centaines de mètres. Quelques chantiers, généralement modestes, ont tout de même permis la production de métaux. Un ouvrage particulier avait attiré notre attention. Dans le chantier de Maulevrier du secteur de Peyrelade, des traces de fleurets semblaient correspondre aux premiers usages de la poudre dans les mines. Cet indice rarement observé nécessitait des investigations complémentaires. Une seconde opération archéologique, centrée sur la caractérisation de ces traces, s'est ainsi déroulée au printemps 2014.

Le chantier de Maulevrier devant être rendu inaccessible dans le cadre de la mise en sécurité, le Service régional de l'archéologie souhaitait, dans un objectif de sauvegarde, que les caractéristiques des traces de tirs soient enregistrées. Par le biais d'une double approche, à la fois archéologique et historique, il s'agissait aussi de rattacher ces vestiges à une période chronologique précise et de comparer les éléments collectés aux données issues d'autres sites français et européens.

Les investigations archéologiques se sont attachées à l'étude architecturale de la mine, au relevé précis des traces de fleuret et à l'étude statistique des caractéristiques des trous de fleuret. Des moulages en silicone et tirages en résine époxy des traces significatives ont été réalisés. En complément de ces investigations, la nécessité de réaliser une prospection sur d'autres filons autour de Villefort s'est imposée en cours d'étude. Il s'agissait de confronter certaines données textuelles avec le terrain. Parallèlement aux opérations archéologiques, une phase de dépouillement d'archives a été programmée afin de tenter de réunir des informations sur cette exploitation, d'ordre chronologique et technique notamment.

1. LA POUDRE NOIRE DANS L'ART DES MINES

Dans l'histoire des sciences et techniques, la poudre noire occupe une place particulière. Apparue très tôt en Chine, vraisemblablement avant le ^x^e siècle, elle est utilisée tardivement, au ^{xvii}^e siècle, dans les travaux miniers. Ce décalage chronologique résulte de la dangerosité du produit ainsi que de la difficulté d'élaborer un procédé de mise en œuvre efficace, praticable en situation souterraine. En dehors des applications

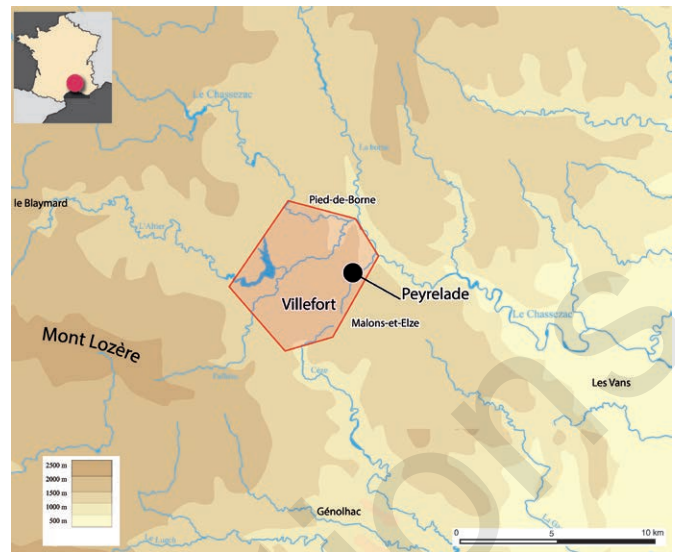


Fig. 1 Limites de la concession de Villefort aux confins du Gard, de la Lozère et de l'Ardèche (E. Kammenthaler).

militaires et des armes à feu, les utilisations en travaux publics ont précédé l'usage minier. Le principal usage civil se rencontre face à des difficultés de construction de voies en montagne. D'après R. Vergani, plusieurs cas de travaux d'élargissement de passages sont répertoriés en Italie au cours du ^{xvi}^e siècle². Toujours à cette période, il faut noter le cas particulier de l'exploitation des carrières d'alun de Tolfa, situées près de Rome, dans le massif montagneux des Apennins³.

D'une manière générale, la poudre, en raison de son effet de brisance incontrôlé lors de la déflagration, n'est pas utilisée en carrière pour produire des pierres de construction, seul un usage de dégagement de mort-terrain peut-être envisagé. Deux types d'effets sont à l'origine de l'usage de la poudre noire, tout d'abord l'effet de brisance résultant de l'action de l'onde de choc suivi de l'effet de poussée, conséquence de l'expansion du volume gazeux produit. Le résultat dépend ensuite du comportement et de la résistance des matériaux contenant la charge vis-à-vis de ces deux effets. L'application en mine nécessite la maîtrise de ces derniers.

La raison de l'introduction de l'explosif en mine en complément puis en substitution des méthodes utilisant des outils métalliques, le marteau et la pointerolle, est la conséquence de la difficulté, voire de l'impossibilité de percer des galeries dans des roches très dures avec un coût acceptable⁴. L'utilisation en mine de la poudre « à canon » suppose la fabrication de nouveaux outils et la résolution de plusieurs problèmes de mise en œuvre de ce qui reste potentiellement un risque majeur.

2. VERGANI 2003.

3. Un document conservé dans la bibliothèque du Vatican rapporte une démonstration de mise en œuvre de la poudre noire lors de la visite en 1588 du pape Sixte V, propriétaire des carrières : Carla Zhara BUDA, « Museo Civico di Tolfa » : www.provincia.roma.it et www.lalumiera.it. Traduction F. Pierre.

4. PIERRE 1993b.

1. MAZON 1884, p. 186-199 ; GIRARD 2002, p. 102-104 ; BAILLY-MAÎTRE, MINVIELLE LAROUSSE, KAMMENTHALER *et al.* 2013, p. 56-57.

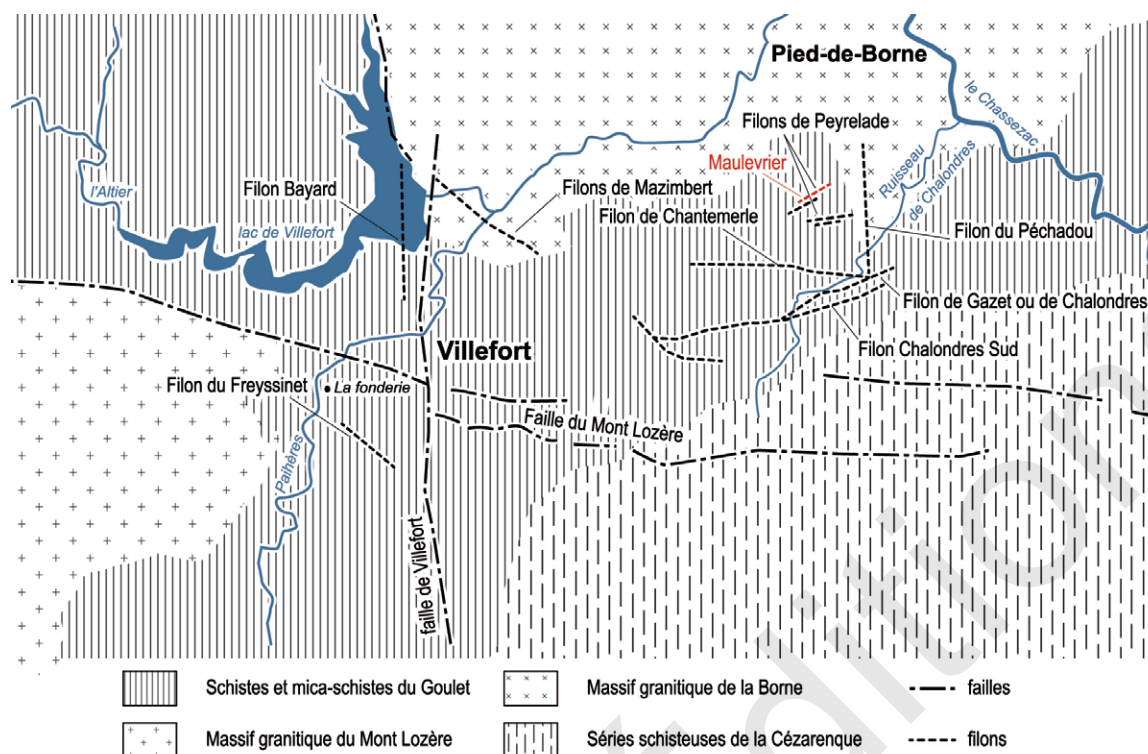


Fig. 2 Carte géologique simplifiée de Villefort, Lozère (É. Kammenthaler d'après THIRION 1933, ELMI et al. 1989).

Certains auteurs se sont attachés à fournir la chronologie des occurrences dans la zone européenne⁵. Une étude critique a permis d'écartier d'abord deux dates légendaires : la première situant l'innovation aux mines de Rammelsberg dans le Harz au XIII^e siècle, une confusion étant faite avec l'usage du feu, et la seconde dans les mines d'or de Transylvanie autour de 1395-1396⁶. Par la suite, la date de 1613, rapportée par la tradition pour les mines de Freiberg en Saxe, a été contestée⁷. Enfin, à partir de la publication de J. Vozar, la date de 1627 pour l'utilisation de la poudre dans les mines de Schemnitz a été admise par les historiens. Toutefois, la documentation relative à cet événement présente pour chaque site des différences de qualité et de précision. L'histoire des techniques minières comporte des informations d'usages présumés de poudre en mine, car la grande majorité des sources consiste en une simple mention dans un texte. Ces mentions ne sont pas toujours explicites et ont donc souvent donné lieu à interprétations et discussions.

La publication des résultats des recherches menées sur le site minier du Thillot (Vosges) ont modifié cet état de fait. Elles ont permis d'établir la précocité dans le contexte européen de l'achat de poudre noire, dès 1617, dix ans avant la date reconnue [de 1627] à Schemnitz⁸. Les données originales obtenues dans

les Vosges sont le résultat d'une approche archéologique combinée à l'analyse de documents d'archives du domaine minier lorrain des XVI^e et XVIII^e siècles. Ces résultats étaient jusqu'alors pratiquement les seuls permettant de préciser les conditions opératoires au début du siècle. Les gestes du mineur, sa pratique et l'outillage liés à cette « révolution » technique avaient en effet été retrouvés sur le terrain par l'étude archéologique. C'est donc dans cette même perspective que s'est inscrite l'étude des exploitations à la poudre de Villefort.

2. LES EXPLOITATIONS DE VILLEFORT

2.1. CONTEXTE NATUREL

Les mines de la concession de Villefort sont situées en rive droite du Chassezac entre l'Altier, au nord, et les deux versants du *valat* de Chalondres, au sud, sur les communes de Villefort et Pied-de-Borne en Lozère et de Malons-et-Elze dans le Gard.

La région est traversée par deux accidents tectoniques majeurs qui se croisent aux environs de Villefort : du nord au sud, la faille de Villefort, et d'est en ouest, la faille du mont Lozère. Ce croisement marque quatre zones géologiques distinctes : au nord-ouest, les terrains schisteux et mica-schisteux du Goulet ; au nord-est, le massif granitique de la Borne ; au sud-est, les séries schisteuses de la Cézarenque ; et, au sud-ouest, le massif granitique du Mont Lozère, intrusif dans les schistes des Cévennes (fig. 2).

5. HOLLISTER-SHORT 1985 ; KARL-HEINZ 1986 ; HOLLISTER-SHORT 1994 ; BERG 1996 ; WILD 1996.

6. HOLLISTER-SHORT 1985, p. 43.

7. VOZAR 1977. Son étude, publiée en allemand en 1978 (VOZAR 1978), résume la bibliographie de la zone germanique sur la question et publie le rapport de l'expérimentation de Schemnitz (maintenant Banská Štiavnica).

8. PIERRE 1992 ; PIERRE 1993a ; PIERRE 1993b ; PIERRE et WÉBER 2013 ; PIERRE 2014, PIERRE 2015.

Dans la concession, les gisements métallifères exploités sont généralement des filons de quartz et baryte minéralisés en galène argentifère, chalcopryrite, pyrite et blende⁹.

2.2. OCCUPATION ET EXPLOITATION DES RESSOURCES MÉTALLIFÈRES

Les mines de la concession de Villefort s'inscrivent dans un secteur qui a livré de nombreux vestiges d'occupation, les plus anciens remontants à la Protohistoire¹⁰ et à la période gallo-romaine¹¹. Dans le canton de Villefort même, les vestiges d'occupation sont ténus, mais ils marquent toutefois une présence importante et durable dès l'Antiquité. L'exploitation des gisements métallifères, principalement le plomb et l'argent, semble déjà importante : une lampe romaine aurait été trouvée dans une galerie de mine à Villefort¹², des mines antiques sont connues à proximité du Bleyard¹³ et plusieurs auteurs attribuent des sites à scories à la période gallo-romaine¹⁴.

La période médiévale est marquée par une densification de l'occupation des vallées du Chassezac et de l'Altier. Cet espace, situé entre les diocèses d'Uzès, de Mende et de Viviers était dominé au moins à partir du XI^e siècle par de puissants lignages laïques, en particulier les seigneurs du Tournel, de Randon et d'Anduze, tout en étant occupé par plusieurs ordres religieux comme les chanoines de Saint-Chaffre, les hospitaliers de Gap-Françès ou les templiers de Jalès¹⁵. Le *castrum* péager de la Garde-Guérin, sur le chemin de Regordane, en est certainement le témoin conservé le plus remarquable, dans la mesure où il révèle l'enjeu économique de ce secteur¹⁶. L'essor minier du XI^e siècle s'inscrit dans cette croissance ; on relève à proximité de Villefort d'importantes exploitations argentifères sur la rive gauche du Chassezac, à Largentière et autour du mont Lozère¹⁷.

2.3. HISTORIQUE DES EXPLOITATIONS DE VILLEFORT¹⁸

1640-1643 : les premiers travaux par Mazelet et compagnie

La première mention d'une exploitation de mines sur le territoire de Villefort correspond à une autorisation du 1^{er} juin 1640 donnée à Firmin Mazelet de chercher et travailler toutes les mines d'or, d'argent, cuivre, étain, plomb et tout autre

métal et minéral et demi-minéral dans l'étendue des provinces de Languedoc et Rouergue, pour une durée de six années¹⁹. En 1641, un bail de bois de charbonnage précise que « le sieur Firmin Mazelet de Savage » faisait « travailler aux mines et minières de la paroisse du dit Villefort »²⁰. L'existence des mines et minières de Mazelet sur la paroisse de Villefort est également confirmée en 1642²¹. Cette exploitation semble avoir été stoppée en 1643²².

1643-1733 : une période sans activité ?

En 1649, le marquis de la Charce obtient une autorisation d'ouverture de mines en Languedoc et en Provence²³. Puis, en 1705, une concession minière est accordée pour 30 ans à Victor Augustin de Mailly dans les provinces de Languedoc et de Rouergue²⁴. Toutefois, nous n'avons aucune information sur d'éventuels travaux exécutés sur le territoire de Villefort durant ces périodes.

1733-1741 : reprise Brown

Le 23 mai 1733, Brown, un Irlandais, obtient une autorisation pour l'exploitation de toutes les mines de la province de Languedoc et des Cévennes²⁵. Dans un arrêt du conseil du 11 août 1739²⁶, il est précisé que Brown avait fait ouvrir des mines de plomb près de Villefort et d'Alès. Il avait en outre fait venir à grands frais d'Allemagne et d'Angleterre des mineurs, laveurs, fondeurs et affineurs expérimentés.

Au cours des années 1734-1741, une contestation oppose Brown à un certain Bonnet. Ce dernier revendique la découverte des mines du Grand Vialas, du Blayard, Peyrelade ou Aydon, Bayard, Boivel, La Rouvière, où il aurait travaillé en 1734 et 1736. Au terme d'un procès, la concession est retirée à Brown en 1756²⁷.

Plus tard, une correspondance de 1764 informe que les mines de plomb de Peyrelade, Villefort et autres du même genre, situées dans les Cévennes, avaient été concédées à un certain Ménard, que celui-ci a aussitôt abandonnées.

1769-1776 : période Luchet-Larivaux

Une autorisation d'exploitation des mines à Villefort est accordée le 15 juin 1769 à une compagnie dirigée par Pierre-Louis, marquis de Luchet. Un certain Maulevrier est associé à cette affaire.

9. ELMI, BROUDER, BERGER *et al.* 1989.

10. DUPRAZ, FRAISSE et LECLANT 2001, p. 424.

11. FABRIÉ 1989 ; PROVOST 1999 ; DUPRAZ, FRAISSE et LECLANT 2001, p. 424-425.

12. FABRIÉ 1989, p. 120.

13. *Ibid.*, p. 48 ; PRASSL 1997.

14. Voir à ce sujet FABRIÉ 1989.

15. HÉLAS 1974 ; LE BLÉVEC 1987 ; BAILLY-MAÎTRE, MINVIELLE LAROUSSE, KAMMENTHALER *et al.* 2013, p. 73-74.

16. DÉBAX 2012, p. 147-148.

17. GIRARD 2003 ; PLOQUIN, ALLÉE, BAILLY-MAÎTRE *et al.* 2010 ; BAILLY-MAÎTRE, MINVIELLE LAROUSSE, KAMMENTHALER *et al.* 2013.

18. Sauf précision, l'historique qui suit est basé sur : Archives DREAL Alès ; GENSANNE 1779 ; MAROT 1824 ; DOLOMIU 1854 ; LAN 1854 ; DUMAS 1877.

19. AD Lozère, C 543.

20. AD Lozère, 3E 1190, Pierre Delapierre, fol.111.

21. AD Lozère, 3E 1190, Pierre Delapierre, fol. 262.

22. AD Lozère, C 543.

23. AD Hérault, C 2705.

24. AD Hérault, C 2700.

25. AD Hérault, C 2712.

26. AD Hérault, C 2712.

27. AD Hérault, C 2712, arrêt du 14 juillet 1738. AD34, C 1702.

Un rapport de visite de Jars daté du 27 août 1771 donne l'état des travaux²⁸. Le mémoire relève que les mines de Villefort sont en exploitation depuis 20 mois et que quatre filons sont en activité : Lagarde, un filon peu rentable commencé par la compagnie actuelle ; Bayard, filon anciennement exploité à différentes hauteurs de la montagne ; un chantier est en activité à Pierrelade, mais il demande beaucoup de main-d'œuvre et sa rentabilité est mise en doute ; et Masimbert, un filon prometteur que « les anciens n'avoient point attaqué ».

1776-1790 : période de Gensanne

En 1776, la concession de Villefort et Vialas est instituée pour 30 ans et passe dans les mains d'Antoine de Gensanne, qui s'appliqua d'abord à relever les travaux des mines de Peyrelade, du Fressinet et de Mazimbert²⁹. Les travaux s'avèrent difficiles sur les gisements de galène et des recherches furent entreprises en divers autres lieux de la concession, soit à Bayard, à la Garde, à Valcrouses, à la Devèze, à Charnier, à la Rouvière, etc.

Gensanne, dans son *Histoire naturelle de la Province de Languedoc* précise, en 1778, que « tout ce qui est mineurs, c'est-à-dire, qui travaille à la poudre sur la roche, est étranger ; mais les manœuvres, la plupart jeunes gens, sont du lieu. »

Les travaux sur les gisements de Mazimbert et Peyrelade cessent en 1781 pour se concentrer sur les filons du Villaret et Malfrèzes. La mine de cuivre du Fressinet eut plus de succès jusqu'en 1781³⁰. En 1790, la compagnie de Villefort semble toujours en activité³¹, mais, en 1796, les mines, elles, sont à l'abandon³².

Les compagnies des XIX^e et XX^e siècles

Après plusieurs modifications de l'emprise de la concession, les travaux ne reprennent que vers 1821, mais les recherches sur les filons de Peyrelade et Mazimbert sont très modestes³³. En 1872, après la fusion de plusieurs concessions, de nouvelles recherches sont entreprises à Peyrelade.

Le 7 août 1883, la Compagnie des Mines des minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid devient concessionnaire. À la suite de l'épuisement du gisement de Vialas, le 13 octobre 1909, la Compagnie Mokta-el-Hadid obtient la réduction du périmètre de la concession de Villefort et Vialas à 3 563 ha. Ces nouvelles limites correspondent à l'actuelle concession de Villefort. Après quelques années de recherche, Mokta-el-Hadid renonce au titre minier en 1919, au profit de M. Joosten. Entre juin 1930 et le début de 1931, les derniers travaux sont entrepris dans le quartier du Chambon et à Mazimbert³⁴. Se succèdent

ensuite une multitude de concessionnaires dont Recylex SA sera le dernier titulaire.

3. LES OUVRAGES SUR LE FILON DE MAULEVRIER

Parmi les vestiges de ces travaux, seul le filon de Maulevrier présentait des traces d'abattage particulières. Il appartient à un groupe de quatre filons quartzo-barytiques à galène, verticaux et parallèles, encaissés dans les schistes micacés. Ces formations affleurent sur un versant redressé du *Serre de Peyrelade*, en rive gauche du *Valat* de Chalondres. Le filon de Maulevrier, de direction 65° N, vertical, est principalement minéralisé en quartz et baryte, fluorine et galène, pour une puissance généralement décimétrique pouvant localement atteindre le mètre.

3.1. DESCRIPTION

Les travaux menés sur ce gisement ont été démarrés à l'affleurement par un chantier à ciel ouvert. Ce dernier s'ouvre vers 640 m d'altitude, en amont de l'ancien chemin des Aydons aux Balmelles (fig. 3). La partie à ciel ouvert forme une tranchée verticale de 33,5 m de long pour une largeur limitée à la zone minéralisée, variant de 1,2 à 2 m, et une hauteur accessible de plus de 8 m, le fond du chantier étant encombré de gravats (fig. 4). Au-delà, l'exploitation se poursuit en souterrain sur 42 m pour des largeurs et hauteurs similaires.

La partie à ciel ouvert présente les traces de trois niveaux d'attaque superposés, qui forment des gradins exploités par tranches horizontales du haut vers le bas. Au jour, vers le milieu de la partie à ciel ouvert, les bancs de schistes de l'éponte sud-est ont été percés en travers-bancs à ciel ouvert, pour donner accès au sommet du chantier. Les stériles de l'exploitation, jetés à l'aval du travers-banc, forment une halde s'étalant au-delà du chemin. Dans le prolongement du travers-banc et immédiatement en amont de celui-ci, deux amas de cailloutis correspondent aux rejets de deux aires de cassage installées au sortir de la mine.

La partie souterraine présente trois niveaux d'exploitation superposés. Le niveau inférieur se développe à l'horizontale sur une quarantaine de mètres et s'achève sur un front de taille. À une vingtaine de mètres de l'entrée de la partie souterraine, un puits a été foncé à la base du niveau inférieur au croisement du filon et d'une faille. Ce puits, actuellement noyé, présente une section rectangulaire de 3 x 1,5 m.

L'ensemble de la partie souterraine a été ouvert à l'explosif par abattage de tranches superposées. Les nombreuses traces de tir observées, régulièrement réparties dans le réseau, présentent toutes les mêmes caractéristiques : diamètre 23-27 mm, fréquemment 25-27 mm, fond plat, longueurs conservées sur 15-25 cm. Aucune trace d'abattage à la pointerolle n'a été observée.

À 12 m en aval de l'entrée du chantier à ciel ouvert, s'ouvre, dans l'axe du filon et à 627 m d'altitude, une galerie d'allongement. Cette galerie percée depuis le bord d'un ruisseau permet d'atteindre, après un parcours de 30 m en zone stérile, un secteur riche situé à la verticale du chantier à ciel ouvert. Un éboulement barre l'accès à la suite de l'exploitation. Il

28. AD Hérault, C 2712.

29. AD Hérault, C 2703.

30. AD Hérault, C 2703.

31. RAMON 1798, p. 651.

32. DOLOMIEU 1854.

33. Cette reprise est mentionnée par MARROT 1824, mais les rapports de visite des années 1821 à 1825 n'en font pas état.

34. Archives DREAL Alès, rapports de visite des 9 août 1930, 29 septembre 1930, 7 janvier 1931 et 11 avril 1931.

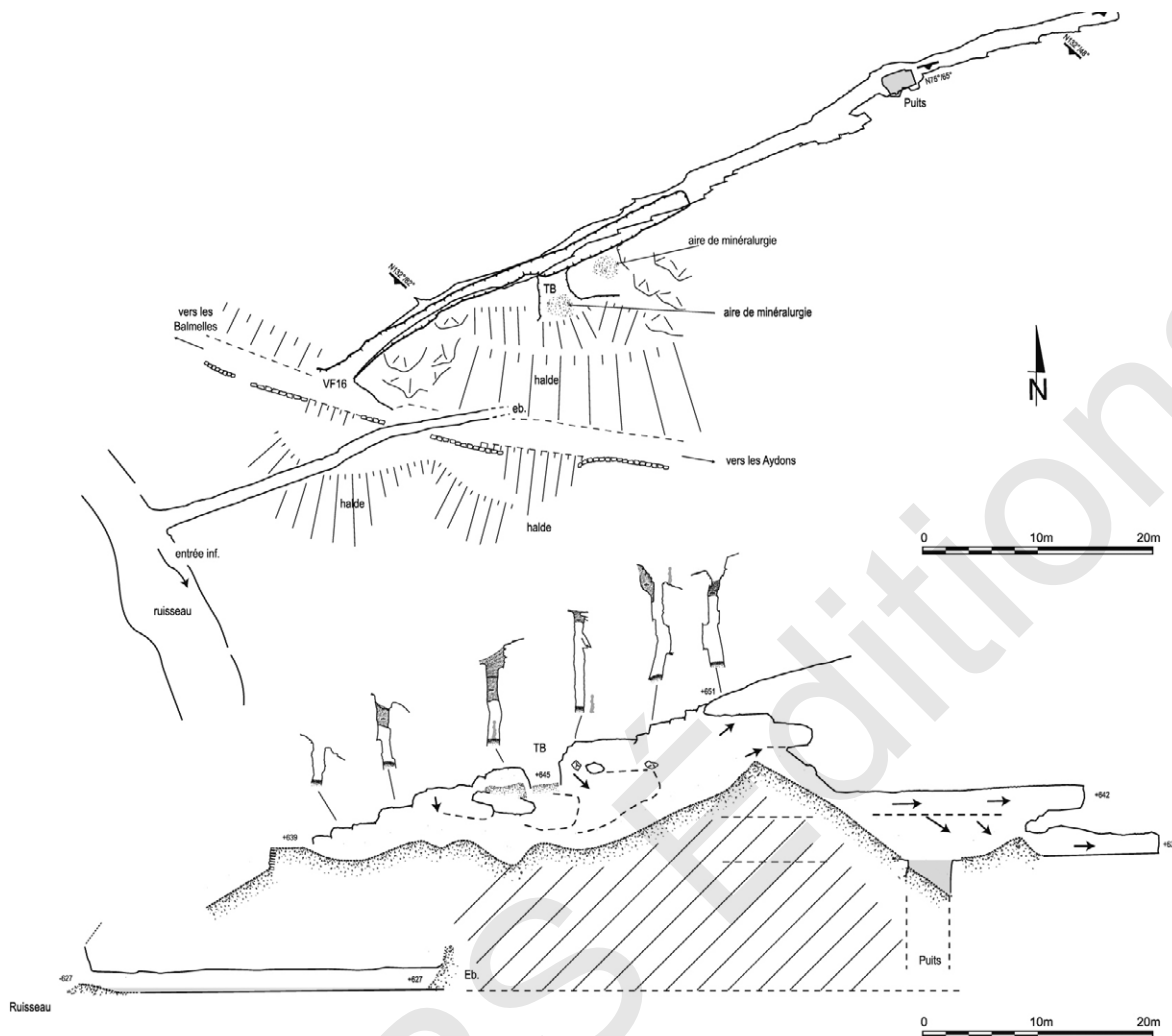


Fig. 3 Plan et coupes du chantier de Maulevrier (É. Kammenthaler).



Fig. 4 Chantier d'abattage à ciel ouvert sur le filon de Maulevrier (cl. É. Kammenthaler).

semblerait que cet éboulement provienne de stériles stockés dans le chantier. Cette galerie est entièrement percée à l'explosif. Les mesures effectuées sur les trous de fleuret dévoilent l'utilisation d'outils à tranchant plat de 25-27 mm de diamètre. Les similitudes qui existent entre ce niveau et l'extrémité du réseau supérieur, tant au niveau de la section des galeries que des outils employés, montrent que la galerie de base et les travaux dans la partie souterraine du réseau supérieur sont contemporains.

3.2. LES TRACES DE TIRS DANS LA PARTIE À CIEL OUVERT

Mesures et mode opératoire

Des traces de fleuret nombreuses et différentes sont visibles dans la partie à ciel ouvert du chantier de Maulevrier. Une trace de fleuret correspond à la partie du trou qui n'a pas sauté lors de l'explosion de la charge.

L'étude et la caractérisation de ces traces visent à déterminer quels outils étaient employés et selon quel mode opératoire. Une méthode d'acquisition spécifique a été développée sur la base de celle utilisée dans le sud des Vosges, afin de permettre

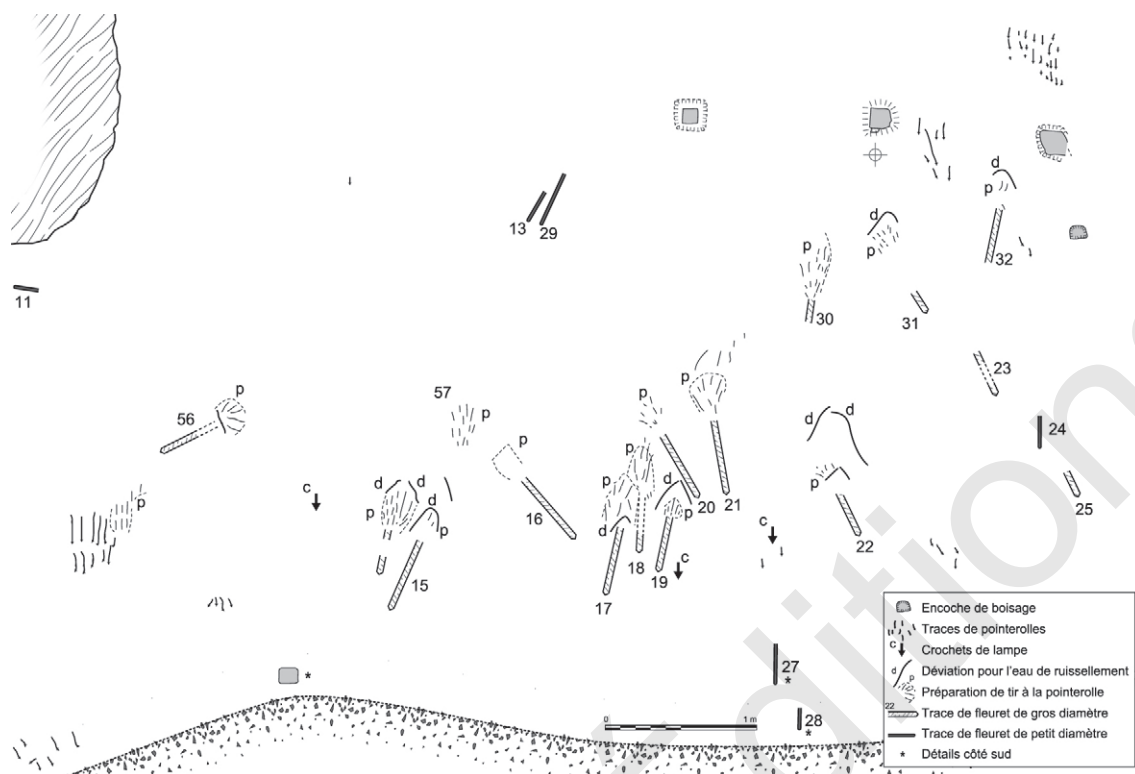


Fig. 5 Détail du relevé de la paroi nord du chantier de Maulevrier (É. Kammenthaler).

Diamètre à 3 cm	Nombre d'occurrences
23	1
24	3
25	6
26	6
27	7
28	8
29	0
30	0
31	0
32	0
33	1
34	0
35	1
36	1
37	3
38	8
39	0
40	4

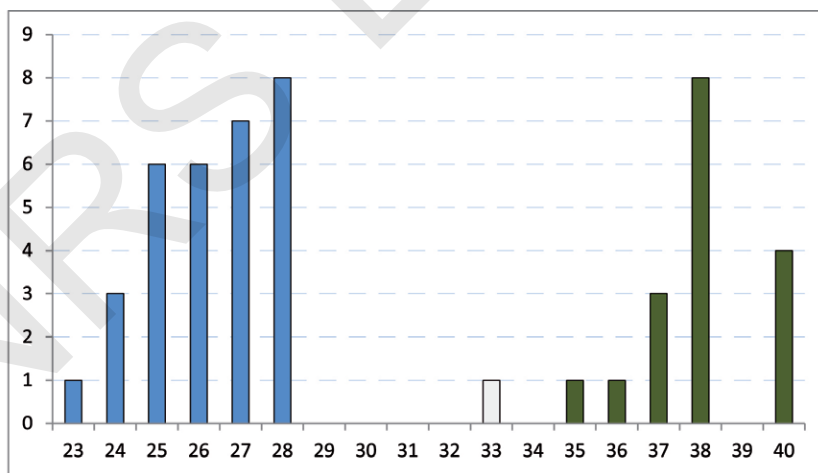


Tableau 1 Distribution du diamètre des trous mesuré à 3 cm du fond.

la comparaison des résultats. Outre le relevé précis de toutes les traces conservées sur la paroi (tirs, empreintes de crochet de lampe, encoches de boisage, abattage ou rectification à la pointerolle), chaque trace de fleuret a fait l'objet d'observations et de mesures.

Ont ainsi été relevés : la hauteur du tir, l'angle du trou, le diamètre du trou à 3, 13, 23, 33, 43 et 53 cm du fond, la longueur conservée du trou, la rectitude, la présence ou l'absence d'encoche pour la mise en place d'un porte-fleuret, l'existence ou non d'une préparation à la pointerolle et le cas échéant ses dimensions et la forme du fond du trou. Une section du fond des trous a été relevée au conformateur lorsque l'état de conservation et l'accessibilité le permettaient.

Le corpus d'étude comprend 57 traces de tir réparties sur une surface de 80 m² (fig. 5 et annexe 1). 55 des 57 tirs sont localisés sur la paroi nord du chantier. Cette paroi correspond au toit du filon, plus dur que le mur, qui est fissuré et composé d'une roche plus facile à fracturer.

Division du corpus

Les mesures montrent une grande variation du diamètre des trous allant de 23 à 50 mm. La distribution du diamètre des trous mesuré à 3 cm du fond présente deux groupes distincts. Le premier, qui comprend les trous de plus petit diamètre,

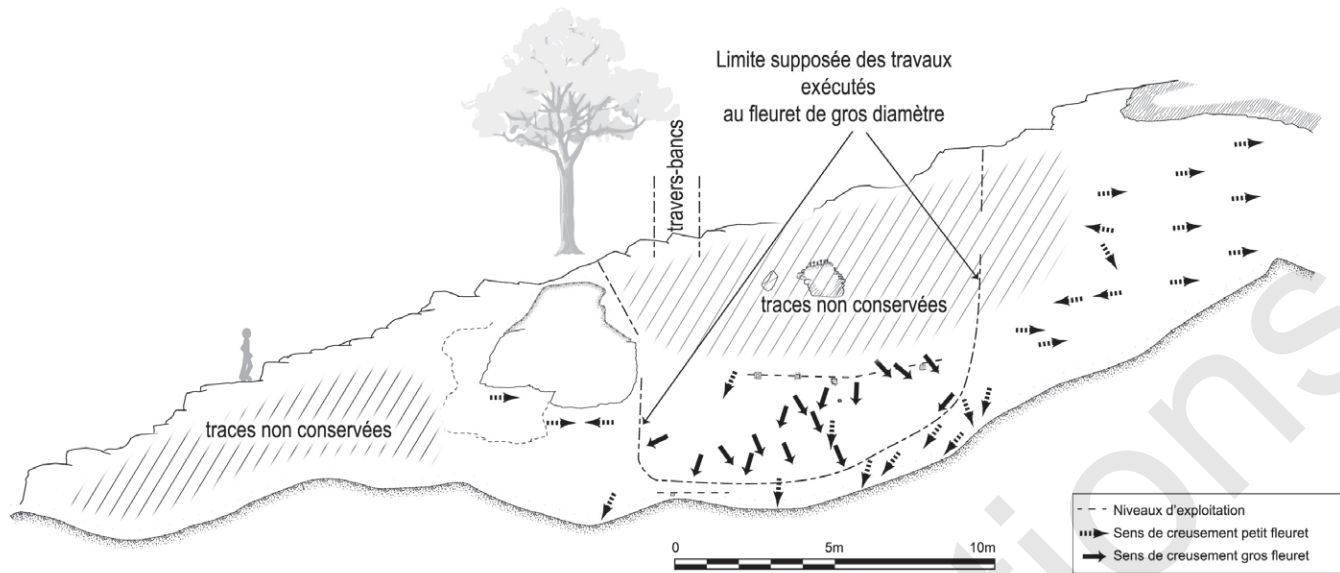


Fig. 6 Dynamique d'exploitation dans le chantier de Maulevrier (E. Kammenthaler).

montre une dispersion de 6 mm entre 23 et 28 mm et le second, formé par les trous de gros diamètre, avec une mesure parasite à 33 mm³⁵, présente une dispersion de 7 mm (35-40 mm). L'ensemble des mesures montre, en outre, une discontinuité de 4 mm située au-delà d'un maximum, 28 mm, atteint après 31 valeurs jointives.

Les fleurets laissent en fond de trou une empreinte qui varie selon la forme du taillant. Dans le chantier de Maulevrier, deux types ont été identifiés. Le type 1 correspond à un fleuret à arêtes multiples se rejoignant en pointe, le type 2 correspond à un fleuret à tranchant plat légèrement arrondi. L'observation du fond des trous montre que l'ensemble de trous dont la forme du taillant a laissé une section type 2 appartient au groupe des trous de petit diamètre. Inversement, tous les fonds de trou de type 1 appartiennent à des trous du deuxième groupe.

Ces premiers résultats permettent d'affirmer qu'il existe deux ensembles de tirs, effectués avec des outils différents. Le groupe de petit diamètre comprend ainsi 35 trous et le groupe de gros diamètre, 21.

Les trous de petit diamètre

L'ensemble des fonds de trou conservés révèlent l'utilisation d'un fleuret à taillant plat ou en ciseau, légèrement arrondi. Les mesures montrent systématiquement un diamètre à l'entrée du trou plus important qu'au fond. Ces variations, faibles, pourraient correspondre à l'utilisation de fleurets plus « anciens », usés, dont le taillant serait légèrement moins large à mesure de l'avancement de la foration. La distribution du diamètre des fleurets de petit diamètre montre en effet une dissymétrie qui peut être attribuée aux forgeages ou aiguissages successifs qui provoquent une usure et donc une diminution de diamètre. Le pic à 28 mm³⁶ correspond au diamètre initial

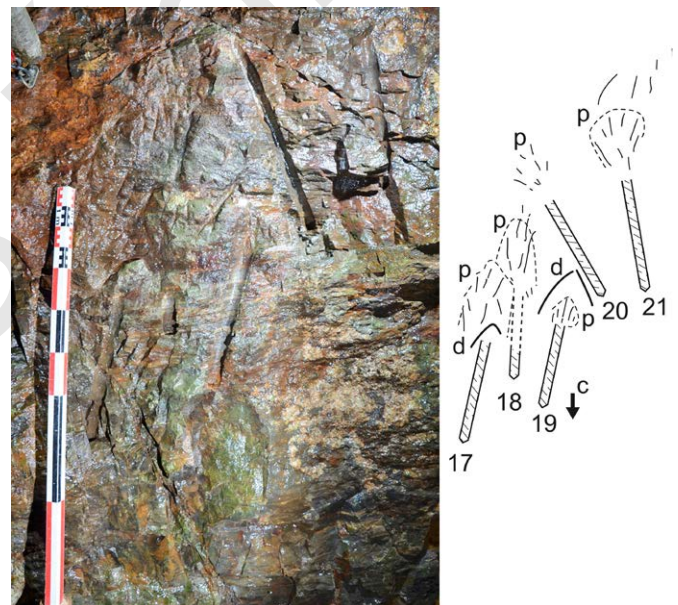


Fig. 7 Détail du plan de tir de la paroi nord du chantier de Maulevrier (É. Kammenthaler).

déterminé par les caractéristiques des barres métalliques achetées pour la forge³⁷.

L'observation des traces de fleurets de petit diamètre permet de déterminer que la longueur des trous était d'environ 35 à 40 cm.

La rectitude ou la régularité du percement des trous de petit diamètre est assez bonne. En effet, 16 trous ont été qualifiés comme ayant une rectitude très bonne, 14 comme ayant une rectitude bonne.

37. Dans le cas d'une valeur cible dont les variations sont dues aux imprécisions de fabrication, il existerait une distribution symétrique des diamètres autour de cette valeur.

35. Ce trou fait partie des deux seuls trous observés en paroi droite.

36. Ou 29 mm si l'on considère le diamètre à l'entrée des trous.

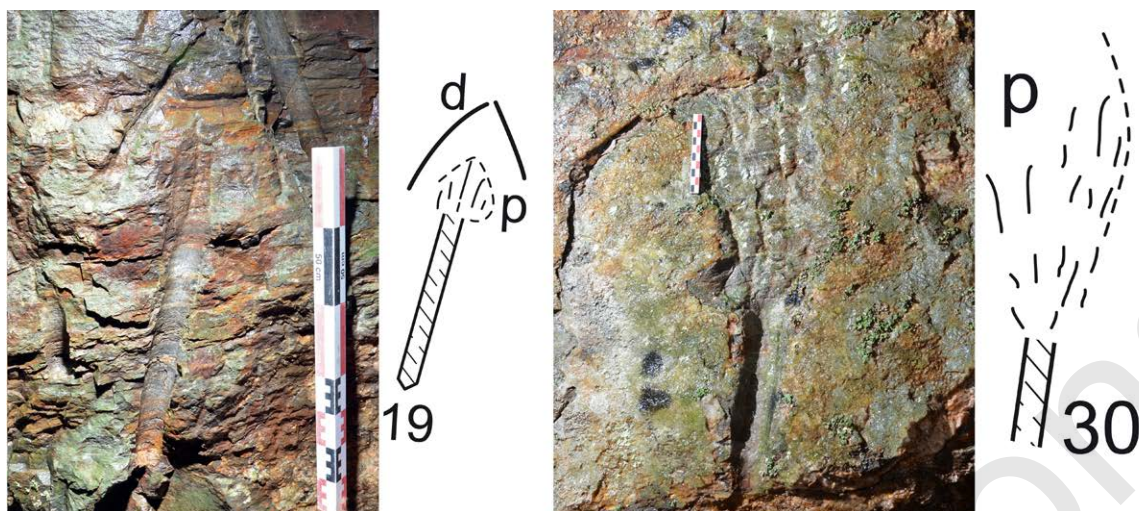


Fig. 8 Traces de fleuret de gros diamètre avec préparation à la pointerolle (É. Kammenthaler).

Sur les 35 trous observés, seuls 6 % ont conservé une partie intacte du trou après l'action de la poudre. Cette très faible représentation montre une bonne maîtrise du plan de tir, de la quantité de poudre utilisée et du bourrage.

Les trous de gros diamètre

Les diamètres des traces de fleuret de gros diamètre varient de 35 à 50 mm pour une moyenne au fond du trou de 38,3 mm et de 40,9 mm à l'entrée. La longueur se situe entre 35 et 57 cm dont plus de la moitié ont une longueur supérieure à 50 cm.

Les trous ont tous été percés vers le bas avec une inclinaison de 40 à 90°. La répartition des tirs dans le chantier montre qu'ils avaient comme principale vocation d'approfondir les travaux, avec un léger élargissement à l'allongement (fig. 6). Ces tirs sont généralement parallèles à l'éponte du filon et n'entrent que très peu dans le schiste stérile.

La rectitude du percement des trous de gros diamètre est très variable. Généralement, les trous ne sont pas lisses et certains présentent des griffades hélicoïdales caractéristiques d'une foration manuelle irrégulière.

Quinze traces présentent une préparation réalisée à la pointerolle. Cette préparation permet de dégager l'espace nécessaire au démarrage de la foration (fig. 7, 8). Elle permet en effet de positionner le taillant au départ du percement, mais offre également un dégagement pour le passage de la main de l'ouvrier qui tient le fleuret. Cet aménagement est particulièrement nécessaire avec des outils à arêtes multiples ayant un fort diamètre. Les préparations, ainsi conservées, ont des dimensions variables.

Certaines de ces préparations présentent, à la verticale de l'entrée du trou, des saignées de quelques millimètres de profondeur. Ces saignées permettent de dévier les eaux de ruissellement de la paroi et d'éviter que l'eau ne pénètre dans le trou, ce qui générerait l'évacuation des poussières de foration et la mise à feu (fig. 8). Aucun autre aménagement lié soit à la foration du trou (encoche pour porte-fleuret), soit au fonctionnement du tir (bourre) n'a été observé.

	long.	larg.	prof.
mini	12	10	1
maxi	33	25	6
moy	22	17	3
écart-type	6,3	4,8	1,8

Tableau 2 Dimensions des préparations à la pointerolle.

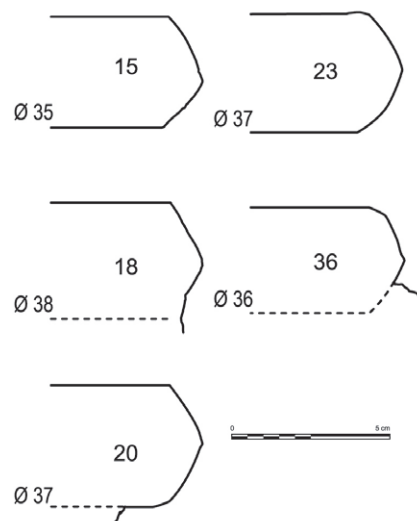


Fig. 9 Relevés des fonds des trous de gros diamètre (E. Kammenthaler).

Le fond des trous de gros diamètre est assez mal conservé et seuls huit d'entre eux ont pu être observés. Ces cas montrent l'utilisation d'un taillant dont les arêtes forment une section ogivale aplatie (fig. 9). Le trou n°23 présente en outre l'empreinte des derniers impacts de l'outil, un outil à arêtes multiples qui forme une croix (fig. 10).

Les trous de gros diamètres sont généralement mieux conservés que les petits, ainsi, plus de la moitié des traces de fleuret permettent de mesurer la longueur totale du forage.

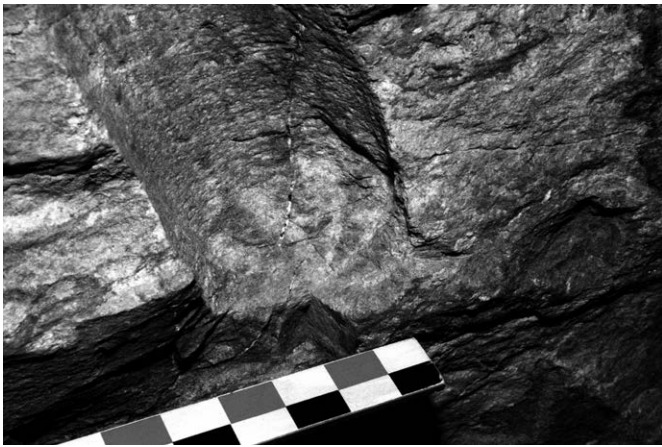


Fig. 10 Impacts d'un fleuret à tranchant multiple au fond d'un trou (cl. E. Kammenthaler).

Un quart des trous de gros diamètre conservent, en outre, une partie du forage intacte après l'effet de la poudre. Cette forte proportion montre une maîtrise imparfaite de la technique sur le choix de la quantité de poudre, du bourrage ou du plan de tir.

3.3. DYNAMIQUE DE L'EXPLOITATION ET PHASAGE

La répartition spatiale des deux groupes de tirs montre l'existence de deux phases chronologiques distinctes au sein du chantier (fig. 6).

La première phase, la plus ancienne, a été exécutée depuis l'affleurement, à l'aide de fleurets de gros diamètre du haut vers le bas. Cette phase est limitée à un chantier à ciel ouvert d'une dizaine de mètres de long pour environ 8 m de profondeur.

L'orientation à la verticale, vers le bas et parallèlement aux épontes, des tirs visibles au toit du filon, témoigne de l'existence, au centre du chantier, d'une saignée ou d'un vide préalable. Le filon a donc été attaqué par le mur et a ensuite été défruité jusqu'au toit. L'absence de trace de tir ou de trace de pointerolle au mur ne permet pas de déterminer si l'attaque initiale a été faite manuellement ou à l'explosif.

La deuxième phase correspond à une reprise de l'exploitation. Elle a permis d'une part d'approfondir le chantier, et d'autre part, de reconnaître le filon à l'allongement. La galerie basse ouverte en bordure du ruisseau est venue en assistance à l'exploitation pour faciliter l'exhaure et le travail à la base du chantier à ciel ouvert. L'ensemble des travaux de cette phase a été exécuté à l'aide de fleurets de petit diamètre à taillant en ciseau.

3.4. TYPOLOGIE ET CHRONOLOGIE DES FLEURETS VOSGIENS

Les recherches menées dans les Vosges ont permis de suivre l'évolution des caractéristiques des traces de fleuret subsistant en parois et une typologie de l'outil utilisé pour la foration a été élaborée. Les paramètres discriminants ont été : le diamètre du trou, sa longueur, la forme de sa section, la forme du fond de trou, la rectitude de la trace et l'état de la surface



Fig. 11 Fleuret à taillant quadrangulaire découvert au Thillot (cl. F. Pierre).

intérieure. L'analyse statistique des données a permis de montrer une évolution par étapes du diamètre et de la forme du fond de trou. Les traces de la technique d'origine (à partir de 1617) présentent un diamètre important (35/40 mm) et une extrémité particulière, de forme conique. Les traces de la fin du XVII^e siècle présentent un diamètre réduit (inférieur à 30 mm), puis au siècle suivant, la forme du fond du trou change en présentant une légère convexité.

Les outils concordant aux différentes périodes d'exploitation ont été découverts en fouille. Un fleuret a été trouvé en mine dans un secteur correspondant au début de l'utilisation de la poudre. Ce fleuret est une courte barre de fer de quelques dizaines de centimètres dont l'extrémité est forgée puis aiguisée selon une forme présentant quatre arêtes taillantes. (fig. 11).

On note dans les premiers usages du fleuret de fort diamètre, une amorce conique du trou à l'aide de la pointerolle. Les possibles ruissellements d'eau en paroi sont déviés au-dessus du trou par de petites saignées.

L'obturation du trou, afin de confiner la charge de poudre, est obtenue à l'aide d'une cheville en bois munie d'un méplat permettant l'introduction d'une « mèche » de mise à feu. Cette cheville, dont la longueur correspond à la moitié de la profondeur du trou, doit être introduite en force de manière à opposer une résistance suffisante à la poussée des gaz.

3.5. LES FLEURETS À VILLEFORT

Les données vosgiennes coïncident avec les résultats de l'étude des traces conservées dans le chantier à ciel ouvert sur le filon de Maulevrier. Ainsi, la première phase de l'exploitation de ce filon pourrait être attribuée par analogie aux débuts de l'usage de la poudre dans les mines vosgiennes, c'est-à-dire vers le début du XVII^e siècle, tandis que la deuxième phase correspondrait à l'outillage en usage après le début du XVIII^e siècle.

Comme nous l'avons vu, les premières mentions de l'existence de travaux miniers dans les environs de Villefort se rapportent aux travaux de Mazelet entre 1640 et 1643. L'objectif étant de déterminer si le chantier de Maulevrier a été attaqué sous Mazelet, il était nécessaire de déterminer la nature et la chronologie des ouvrages réalisés sur tous les filons exploités autour de Villefort. L'ensemble des vestiges reconnus et leur

	Freiberg 1649-1673	Le Thillot 1617-1668	Peyrelade 1640-1643	Similitude *	
				avec Freiberg	avec le Thillot
Date d'apparition de la poudre	1627, arrivée en Allemagne	1617	1640	D	D
Havage préalable	Oui	Oui	Probable	C ?	C ?
Nombre de mineurs pour la foration	2 en général, mais souvent 1 seul	A déterminer	A déterminer	?	?
Entaille préparatoire au trou de fleuret	Oui (Goldberg)	Oui	Oui	C	C
Étai muni d'une encoche pour diriger le fleuret	Oui	Oui	Non	D mais lié à l'angle de tir	
Différents diamètres et longueurs de fleurets	Oui	Oui	Oui	C	C
Longueur des trous de fleuret	1/2 lachter et plus (plus de 95cm)	Rarement plus de 40 à 50 cm (galerie)	Majoritairement 50 cm	D	C
Taillant quadrangulaire	Oui	Oui	Oui	C	C
Diamètre des trous de fleuret	2 à 2,5 pouces (de 50 à près de 70 mm) parfois 3 pouces et plus (près de 80 mm)	30 à 40 mm en général	38,3 mm en moyenne	D	C
Préforation avec un petit fleuret	En roche très dure	Rarement	Non remarqué	?	?
Quantité de poudre par trou	1 à 2 livres	A déterminer	A déterminer	?	?
Bourrage :					
- cheville en bois	Oui	Oui	A déterminer	?	?
- cheville en fer	Oui	A déterminer	A déterminer	?	?
- argile	Non	Non	Non ?	C ?	C ?
Cartouche de poudre	Oui, cuir ou papier	A déterminer	A déterminer	?	?
Calage de la cheville par un étai	Oui	A déterminer	A déterminer	?	?
Plaque de tir avec encoche	Oui	Non remarqué	Non remarqué	D	C
Poudre achetée par les mineurs	A Freiberg ? A Kraslice, oui	Oui	A déterminer	?	?

* C : Concordance, D : Discordance.

Tableau 3 Comparaison des éléments techniques entre les mines de Freiberg-Kraslice, Le Thillot et Peyrelade.

confrontation avec les données textuelles ne désignent que deux endroits pouvant avoir été exploités sous Mazelet : Bayard et Peyrelade³⁸.

Le rapport de visite de Jars du 27 août 1771 apporte un élément complémentaire³⁹. Il est dit qu'on connaît dans la montagne de Peyrelade « plusieurs veines ou filons dont quelques uns ont été attaqués par les Anciens, mais mal exploités. C'est sur une de ces veines que les intéressés ont établis leurs recherches –

soit par l'approfondissement d'un puit soit en galerie sur la direction du filon et ouvrages en échellons (...). »

Le résultat de l'étude des ouvrages de Peyrelade permet d'affirmer que cette description fait référence à Maulevrier⁴⁰. Qui sont donc les « Anciens » dont parle ce texte ? Des mineurs ayant fait un puits qui avait été approfondi et élargi en direction du filon au XVIII^e siècle ? Ces travaux des « Anciens » correspondent vraisemblablement aux travaux réalisés à l'aide des fleurets de gros diamètre.

D'après les données d'archives actuellement connues, il n'existe que deux périodes durant lesquelles une activité minière a été menée autour de Villefort avant 1771 : la première sous

38. La totalité des ouvrages miniers sur le filon Bayard n'a pas été observée, une partie semble être située dans le lac de Villefort. Aucune étude archéologique n'ayant été faite préalablement à l'aménagement des berges et à la mise en eau du lac, nous n'avons pas d'information sur les caractéristiques de ces travaux.

39. AD Hérault, C 2712.

40. KAMMENTHALER 2011.

Mazelet, entre 1640 et 1643, la seconde sous Brown, entre 1733 et 1741. Le type de fleuret utilisé dans le chantier de Maulevrier ne pouvant pas correspondre à la période Brown, tous les indices s'accordent pour attribuer les tirs de gros diamètre aux années 1640-1643.

La chronologie de la reprise d'exploitation peut aussi être fixée. Les travaux ont été initiés par Luchet fin 1769 et se poursuivent jusqu'en 1774. Puis Gensanne, entre 1776-1781, poursuit des travaux à Peyrelade, sans plus de précisions sur le lieu. Aucune reprise postérieure n'y sera jamais plus menée. Tous les ouvrages à ciel ouvert et souterrains de Peyrelade effectués à l'aide de fleurets de petit diamètre devraient donc appartenir à la période 1769-1781⁴¹.

4. MAZELET ET C^E, UNE ENTREPRISE INNOVANTE

4.1. LA CONCESSION MAZELET ET C^E

Au début du xvii^e siècle, toutes les mines du Languedoc et du Rouergue avaient été concédées à Firmin Mazelet par Claude de Buillon, alors surintendant des finances et réformateur général des mines et minières de France⁴². La concession, officieuse au 1^{er} juin 1640, a été confirmée peu après par lettres patentes du 11 septembre, pour une durée de six années, et les travaux débutèrent dans les diocèses de Mende et d'Uzès, précisément aux environs de Villefort⁴³.

Cette vaste concession intervenait dans un entre-temps pour la production minière du royaume. La timide reprise que l'on observait au xv^e siècle fit long feu, en raison des maigres filons restés exploitables et, peut-être, des guerres de Religion. Le contexte était d'autant moins favorable au siècle de Richelieu que les métaux du Nouveau Monde commençaient à inonder l'Ancien, déjà bien alimenté par la production germanique⁴⁴. Malgré tout, l'administration royale encourageait les initiatives minières et minéralogiques. Une forme de nostalgie semblait guider nombre d'auteurs et de prospecteurs qui voyaient toujours entre les Pyrénées et les Alpes des terres renfermant mille et un métaux⁴⁵. Le Cardinal aussi s'y est laissé prendre. Il a soutenu entre 1626 et 1635 le baron et la baronne de Beausoleil qui, après être allé se former dans les mines germaniques, auraient prospecté la France entière avant de tomber en disgrâce⁴⁶. Firmin Mazelet a-t-il eu connaissance de ces ouvrages ? Plus prosaïquement, ce pourrait être davantage d'éventuelles tentatives effectuées au début du xvii^e siècle par des Lyonnais sur certains filons

de Villefort (Bayard, Pourcharesse) qui l'aurait conduit à s'intéresser au secteur⁴⁷.

Nous ne possédons que peu d'informations sur ce personnage. Firmin Mazelet, sieur de Sauvage, était vraisemblablement un entrepreneur local originaire du hameau éponyme de la vallée du Lot, situé entre le Bleynard et le Tournel. La proximité avec Villefort, distant à l'est d'une vingtaine de kilomètres seulement, pourrait expliquer sa connaissance des ressources et son choix d'y venir travailler alors qu'il avait l'ensemble du Languedoc et du Rouergue à sa disposition. Pour mener à bien son entreprise, il s'est associé à Samuel Genestet et à François Desmaretz, deux marchands montpelliérains. Le premier, huguenot languedocien, était en affaires à Nîmes et à Montpellier dans les décennies précédentes⁴⁸. L'aventure minière semble avoir été l'une de ses dernières activités, car, malade, il teste à Villefort en 1644 et disparaît de la documentation⁴⁹. Quant à François Desmaretz, il est malheureusement resté dans l'ombre de nos recherches.

La formation de l'entreprise Mazelet et C^e a été rapide (fig. 12). Le 7 février 1641, le sieur de Sauvage s'installait à Villefort⁵⁰. Il louait un logement pour lui et ses associés ainsi qu'un domaine complet composé d'une maison et de ses dépendances (jardin, pré, coteaux, terres labourées), afin de construire les infrastructures métallurgiques : martinets, fours, fourneaux⁵¹. En parallèle, les mineurs étaient déjà à pied d'œuvre dans la paroisse. À la fin du mois de mai, la fonderie devait être proche de l'achèvement et les premiers stocks de minerais arrivés, car Mazelet organisa l'approvisionnement en charbon. Il a contacté pour cela les principaux propriétaires fonciers de la région, à savoir Jacques Izard, seigneur de Crussol, et les coseigneurs de Villefort, Jacques Plaou et Charles de Morangiès. Ces derniers lui ont vendu le 27 mai un bois de hêtres à charbonner au terroir du Courrel, situé dans la vallée de Pailhers, non loin de Costeillade⁵².

Huit mois seulement après les patentes royales, le projet s'était donc concrétisé. Les quatre premiers mois ont probablement été consacrés à la formation d'un capital, au recrutement des ouvriers, à l'achat des diverses fournitures et matériaux et aux prospections minières, si toutefois elles n'avaient pas été réalisées avant. Les quatre derniers mois ont vu le début effectif de l'exploitation et la construction, *ex nihilo*, semble-t-il, des infrastructures. Celles nécessaires à l'enrichissement du minerai ne sont pas citées, elles ont sans doute été installées par les mineurs à proximité immédiate des chantiers d'abattage. Nous ne connaissons pas la totalité

41. Seul un travers-banc situé en aval des affleurements des filons de Peyrelade a été percé plus récemment, en 1873 (Archives DREAL Alès, rapport de visite du 16 juin 1873 ; rapport de visite du 20 janvier 1877).

42. Sur Claude de Buillon, se référer à LE GUILLOU 2001.

43. AD Lozère, C 543, fol. 155 r et v ; VIC et VAISSÈTE 1874, t. 13, p. 167-168.

44. BENOÎT 1988, p. 75-76.

45. Pour un accès synthétique aux principaux auteurs miniers des xvi^e et xvii^e siècles, il est possible de consulter la compilation de Nicolas Gobet. Pour une analyse de cette même littérature minière, se référer à la contribution de Robert Halleux : GOBET 1779 ; HALLEUX 1982, p. 121-124.

46. BEAUSOLEIL 1632 ; BEAUSOLEIL 1640 ; BOISSONNADE 1909, p. 171-172 ; ROUTHIER 1987.

47. La mention de travaux de lyonnais à Villefort a été ajoutée à la *Restitution de Pluton* dans l'édition de Gobet (avec d'autres). L'édition originale ne les cite pas et nous n'avons pas retrouvé la mention initiale. Dans le cas où il s'agit d'un ajout de Gobet, alors les travaux des Lyonnais seraient postérieurs à ceux de Mazelet : GOBET 1779, t. 1, p. 358.

48. AD Gard, E 586 : 20 juillet 1622 - Obligé de 3 250 livres pour les consuls de Nîmes contre Samuel Genestet, Pierre Sapora et consorts, marchands de Montpellier. AD Hérault, B 6370 : 1628-1360 - Jean Teissier, receveur général des finances en Languedoc, contre Pierre Seguin, Étienne Hugon, Jean Burgues, Samuel Ginestet et autres ; les demoiselles de Mariottes et de Guillermin intervenant.

49. AD Lozère, 3E 1191, fol. 123 v^o.

50. AD Lozère, 3E 1190, fol. 8.

51. AD Lozère, 3E 1190, fol. 262.

52. AD Lozère, 3E 1190, fol. 84.

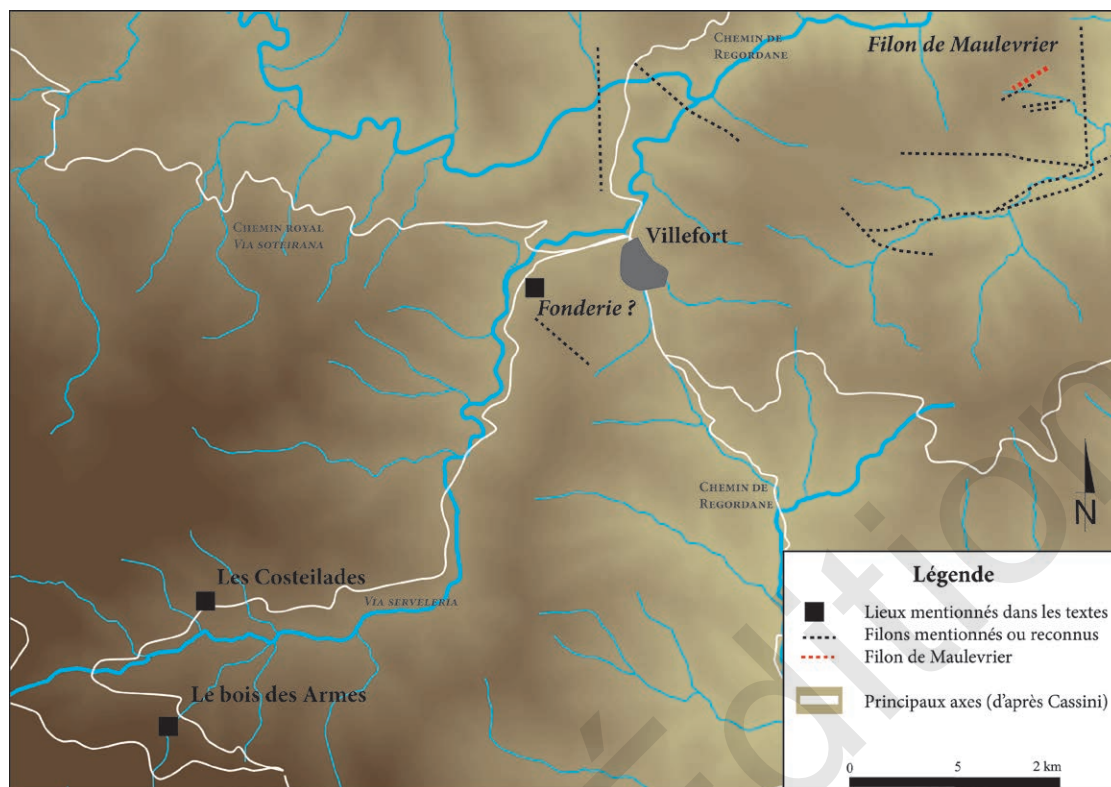


Fig. 12 Carte des activités de Mazelet et C^e dans les environs de Villefort (N. Minvielle Larousse, IGN : BD Alti ; BD Carthage, DAO N. Minvielle).

de l'investissement réalisé par les associés, seulement qu'il fut particulièrement important, d'après l'un des procès-verbaux des États du Languedoc⁵³. La location du domaine de Villefort coûtait à Firmin Mazelet 110 livres par an, plus une quantité à estimer de châtaignes blanches (on est dans les Cévennes !). L'achat du bois lui a coûté 120 livres. Bien entendu, ces deux postes de dépenses n'étaient qu'accessoires au regard des coûts des infrastructures, des fournitures et de la main-d'œuvre, non documentés.

Rapidement mise en marche, l'entreprise connut tout aussi rapidement ses premières difficultés. Les coupes de bois et le charbonnage en cours ne plaisaient visiblement pas aux habitants de Costeillade qui s'en sont plaints au seigneur de Crussol. Ils avaient en effet leurs habitudes au bois du Courrel, tant pour le pâturage de leurs bêtes que pour leurs usages. Nous ne connaissons pas les détails de cette contestation somme toute assez classique⁵⁴. Quoi qu'il en soit, le 15 juillet 1641, sur la proposition du seigneur de Crussol, Firmin Mazelet accepte d'échanger le premier bois concédé contre un second, présenté comme bien meilleur, moyennant une petite rallonge de 30 livres⁵⁵. Il s'agit toujours d'un bois de hêtres, nommé

Costalade, situé non loin du *faux* (bois) des Armes. L'étendue à charbonner est en outre soigneusement délimitée afin d'éviter toute contestation future. Il n'y en eut pas, ou du moins, elle n'a pas eu le temps d'éclore. En effet, un autre contentieux, bien plus grave, était intervenu entre la compagnie Mazelet et un concurrent.

Le 28 septembre 1641, une seconde concession minière valable pour les diocèses de Nîmes, Uzès, Viviers et Mende, avait été promulguée par lettres patentes en faveur des héritiers du marquis de Coislin, qui l'aurait aussitôt rétrocédée à un seigneur gévaudanais, Pierre de Malbosc, sieur de la Vernède et de Miral, sorte de *deus ex machina* dans cette affaire⁵⁶. De fait, elle remplaçait la concession obtenue par Firmin Mazelet une année plus tôt. Une première procédure intervint immédiatement et, le 19 novembre, un arrêt du Conseil privé du roi confirma les droits du sieur de la Vernède⁵⁷. À Villefort, les activités de Mazelet et C^e se poursuivaient malgré ce conflit judiciaire. Il culmina en avril 1643, moment où Mazelet et ses associés eurent à produire un mémoire de défense et durent

53. AD Lozère, C 543, fol. 155 r et v ; VIC et VAISSÈTE 1874, t. 13, p. 167-168.

54. La concurrence entre les pratiques agropastorales et minières était courante ; d'autant plus lorsque les exploitations prenaient de l'importance, car elles avaient un besoin toujours croissant de bois et de charbon. Le bois servait principalement à abattre la roche par le feu, aménager les réseaux, construire les infrastructures, et le charbon à alimenter les transformations métallurgiques (grillage, réduction). Sur ces aspects, se reporter à : PARADIS-GRENOUILLET 2012.

55. AD Lozère, 3E 1190, fol.111.

56. AD Lozère, C 543, fol. 155rv ; VIC et VAISSÈTE 1874, t. 13, p. 167-168. Nous n'avons pas pu apprendre comment ceux-ci s'étaient intéressés à l'exploitation minière ni même retrouver les lettres patentes ou un quelconque document se rapportant à cette affaire. Le feu marquis de Coislin en question serait logiquement César du Cambout, lieutenant-général des armées du roi, mort le 28 juillet 1641 à la suite de ses blessures reçues au siège d'Aire : AUBERT DE LA CHESNAYE DES BOIS et BADIÉ 1863, t. 4, p. 620.

57. AD Lozère, 3J 423 (chartrier du Champ) : arrêt du conseil privé du 19 novembre 1641 confirmant à Pierre de Malbosc, seigneur de la Vernède et de Miral, la jouissance et usages des mines d'argent, cuivre et plomb dans les diocèses de Nîmes, Uzès et Mende.

envoyer quelqu'un plaider leur cause à Paris⁵⁸. Rien n'y a fait. Pierre de Malbosc fit saisir les outils des mineurs, engendrant la cessation d'activité, effective dès l'automne 1643⁵⁹. La procédure se poursuivit encore quelque temps ; mais avec la mort de Samuel Ginestet en 1644 et les nombreux frais engagés, il ne semble pas que l'exploitation s'en soit remise, malgré une ultime tentative en 1647 par François Desmaretz, désormais seul⁶⁰. Une troisième concession, établie en 1649 en faveur d'un tiers montre, s'il en était encore besoin, l'échec final de Mazelet et C^{ie}, tout comme celui de Pierre de Malbosc⁶¹.

4.2. LA CIRCULATION DES HOMMES

Éphémère, l'entreprise Mazelet et C^{ie} s'était pourtant bien préparée. Le potentiel minier de Villefort était loin d'être négligeable. Les travaux ultérieurs, au XVIII^e siècle, avec la période de Gensanne et au XIX^e siècle, avec les chantiers de Vialas, l'ont démontré⁶². Ensuite, Firmin Mazelet avait construit des réseaux efficaces, que ce soit à la cour, ne serait-ce que pour avoir décroché le privilège royal, ou dans le monde économique languedocien pour s'être associé à Genestet et Desmaretz. Quant aux financements, les trois entrepreneurs en avaient, aucun indice durant ces trois années n'a montré de difficultés en ce domaine. Enfin, c'est peut-être le point le plus remarquable, Firmin Mazelet se « seroit mi a en grandz fraix pour faire venir des ouvriers d'Allemagne »⁶³.

L'immigration dans le royaume de mineurs germaniques n'est certes pas une nouveauté. Au XV^e siècle, la mine de Pampailly employait déjà quelques Allemands et Hongrois, lorsqu'elle était sous la direction de Jacques Cœur⁶⁴. Au XVI^e siècle en Rouergue, les entreprises minières de Raymond Gauthier avaient également été renforcées par des « Allemans scavant à la mine »⁶⁵. Original par rapport aux siècles antérieurs, ce phénomène restait encore ponctuel⁶⁶. En revanche, à partir du XVII^e siècle, les initiatives de ce genre se sont multipliées : le baron de Beausoleil serait ainsi revenu prospecter en France « avec un nombre d'ouvriers et mineurs Hongrois et Alemans »⁶⁷. D'ailleurs, peut-être le baron était-il précisément ce mineur présenté comme fort habile que Richelieu a fait venir

d'Allemagne quelque temps avant sa mort, pour parcourir le royaume⁶⁸. L'usage était ainsi lancé et tout au long des XVII^e et XVIII^e siècles, on rencontrait très fréquemment des travailleurs d'outre-Vosges dans les mines languedociennes⁶⁹.

Si Mazelet est ainsi un homme de son temps, peut-on préciser l'origine des mineurs qu'il a embauchés ? Les possibilités sont nombreuses, mais peut-être n'a-t-il pas eu à les chercher jusqu'en Hongrie. Dans la première moitié du XVII^e siècle, en effet, toutes les régions de l'est de la France subissaient les événements guerriers de la guerre de Trente Ans. Les conquêtes de territoires avaient pour conséquences la prise de possession des gîtes métallifères avec toutes leurs infrastructures, mais les passages répétés des diverses troupes engagées dans le conflit étaient aussi source de destructions, initiant un processus d'abandon des exploitations.

Dans l'optique de trouver des migrations éventuelles de mineurs, il est possible d'examiner la situation des deux principaux districts miniers du versant méridional du massif vosgien, Château-Lambert et Giromagny. Les mines de Château-Lambert, situées en territoire Comtois, sous l'autorité espagnole depuis Charles Quint (1530), n'étaient guère florissantes et, en 1633, les investisseurs ne s'y précipitaient pas. Des mineurs étaient donc susceptibles de chercher fortune ailleurs. Le cas de Giromagny dans la seigneurie du Rosemont mérite d'être examiné de plus près.

À la veille de la guerre, ce territoire, riche producteur de cuivre et d'argent, était encore dans une période de prospérité, avec les Habsbourg comme seigneurs du Rosemont, l'une des cinq seigneuries du comté de Belfort, partie occidentale de « l'Autriche Antérieure ». L'ouvrage très documenté de F. Liebelin, *Mines et mineurs du Rosemont*, fournit des éléments de compréhension de l'évolution sociale et économique durant la période de troubles pour les mines de Giromagny. Trois secteurs miniers constituaient, avec 35 à 40 mines, le district de Giromagny, Auxelles, Giromagny-Lepuix et Lamadeleine-Rougemont⁷⁰. La production annuelle d'argent atteignait 830 kg en 1631, celle de cuivre 40 à 47 tonnes pour la période 1612-1630. Ces productions ont décliné durant les conflits et, à la reprise en 1656, ces chiffres étaient d'environ 500 kg d'argent et 15 tonnes de cuivre.

Durant le conflit, avec l'entrée en guerre de la France, le comte de la Suze s'était emparé de Belfort en 1636. Dans le chapitre intitulé : « Les années terribles 1633-1638 », François Liebelin égrène les événements militaires, les mouvements de troupes

58. AD Lozère, 3E 1191, fol. 40 v.

59. AD Lozère, C 543, fol. 155 r et v ; VIC et VAISSÈTE 1874, t. 13, p. 167-168. « En suite desquelles lettres il a fait cesser le travail audit Masalet en lui faisant saizir touz ses outils sans que ledit de la Vernède daigne faire travailler lesdites mines. Ce qui oste a plusieurs villes et lieux du voisinage les moyens que ce travail leur donnoit de vivre de payer les grandes charges impôts et a toute la province l'esperance de jouir du fruit dun sy utile travail. »

60. AD Lozère, 3E 4144, fol. 236. Il s'agit d'un bail à bois passé le 5 septembre 1647 par François Desmaretz avec les habitants de Pailhères pour 70 livres.

61. AD Hérault, C 2705 : Lettres patentes de Louis XIV par lesquelles il concède au marquis de la Charce « la permission de faire ouvrir et travailler les mines d'or, d'argent, de cuivre, estaing, plomb et autres métaux qu'il a des couvertes et pourra découvrir » en Languedoc et Provence.

62. THIRION 1934 ; BOUCHARD 1985 ; DUMAS 2011.

63. AD Lozère, C 543, fol. 155 r et v ; VIC et VAISSÈTE 1874, t. 13, p. 167-168.

64. BENOÎT 1997, p. 78-80.

65. SERAINCOURT 1847, p. 23-24.

66. En Languedoc, la totalité des noms de mineurs connus entre les XII^e et XIV^e siècles est locale : BAILLY-MAÎTRE 2002.

67. GOBET 1779, t. 1, p. 350.

68. AD Lozère, C 2705. Mémoire sur les mines non daté (écriture du XVIII^e siècle).

69. Allemands, Hongrois, Alsaciens, Suédois, etc. Les archives de l'intendance mentionnent régulièrement l'appel à des mineurs étrangers. Se référer aussi sur cette question à COLBERT 1861, t. IV, p. 583-592. Un mémoire de la seconde moitié du XVIII^e siècle blâme par exemple les exploitations languedociennes dans le sens où « l'on s'attache fortement à poursuivre des filons qui souvent se perdent, et n'aboutissent à rien, et l'on néglige ceux qui quelques fois dans les suites sont les meilleurs et les plus abondans ». La solution requise avait été de « recouvrer ou de Suede ou d'Allemagne un homme qui soit expérimenté ». Colbert tenta ainsi de faire venir un fameux mineur de Château-Lambert, nommé le Grand-Corps. BnF, Ménage Colbert 145, fol. 5-6 v. Il était par ailleurs courant de voir des maîtres mineurs germaniques faire travailler en Gévaudan une main-d'œuvre locale : AD Hérault, C 2708, mémoire du 15 juin 1741 de Chonig, géomètre souterrain.

70. LIEBELIN 1987.

et les destructions d'installations minières. En 1637, durant la période française, les charbonniers non payés ne fournissaient plus de charbon de bois et pour terminer, en 1638, le dernier juge des mines autrichien Christophe Mitterhofer a été suspendu pour incompétence. On lui reprochait notamment d'avoir favorisé la fuite de mineurs et fondeurs en raison de la fermeture de quatre mines importantes⁷¹.

Si l'on considère donc la disponibilité de mineurs, maintenant en territoire français, il est possible de faire l'hypothèse d'un déplacement pour rechercher du travail dans d'autres secteurs du royaume en besoin de main-d'œuvre qualifiée. Or, ces mineurs vosgiens étaient détenteurs de la technicité nouvelle : l'usage du tir à la poudre se généralise, dans le secteur, à partir des années 1620⁷².

4.3. L'INTRODUCTION DE LA POUDRE EN LANGUEDOC

Les mémoires du XVII^e siècle sur les mines n'évoquent presque jamais le détail des compétences qu'étaient censés posséder ces mineurs germaniques. Les techniques minières qu'ils utilisent sont ainsi passées sous silence, alors même qu'elles étaient en partie à l'origine de leur attrait. À Villefort, les textes connus ne font pas exception, et une anecdote du procès-verbal des États du Languedoc aurait pu passer inaperçue si les chantiers d'abattage n'avaient pas été analysés : le sieur de la Vernède avait fait saisir tous les outils des mineurs. Ne pourrait-on pas envisager qu'il s'agissait en particulier des fleurets, des masses et de la poudre achetées par Mazelet, voire apportées par les mineurs allemands ? Malheureusement, le procès-verbal est muet sur ce point. Tout au plus pouvons-nous supposer que la confiscation d'outils liés à la poudre aurait été plus handicapante, étant donné leur spécificité.

Nous avons en tout cas à Villefort l'une des premières exploitations minières utilisant la poudre et, en l'état actuel de la recherche, la première de France méridionale. Connue en Europe dès le XIII^e siècle, l'usage de la poudre s'était développé à partir du XIV^e siècle dans le domaine militaire. Quant à son usage civil (démolition, mines, carrières), il intervint surtout à la fin du XV^e siècle⁷³. L'apparition de cette technique en mine s'observe ponctuellement à partir de 1574 en Vénétie, puis se systématisa dans les premières décennies du XVII^e siècle, que ce soit dans les Vosges, en Corse, en Toscane et dans certaines exploitations d'Europe centrale⁷⁴. Mais, jusqu'ici, son emploi dans ces périodes précoces s'arrêtait à l'ouest aux Vosges et aux Alpes (fig. 13). L'exemple de Villefort complète donc notre connaissance de sa diffusion, et si les textes ne permettent pas d'en avoir la preuve, l'étude des traces de fleurets dans les travaux de Maulevrier semble le démontrer.

Mécanisme complexe, la circulation des techniques est le plus souvent difficile à identifier⁷⁵. Concernant la poudre, les premières hypothèses avaient été de voir un foyer slovaque unique (autour de Chemnitz) et ensuite une diffusion rayonnante en Europe. Les recherches ont remis en cause cette vision trop linéaire, pour privilégier maintenant de multiples foyers d'apparition, certains simultanés, d'autres décalés dans le temps⁷⁶. Seule la multiplication d'études archéométriques confrontées aux données textuelles permettrait de retracer réellement les liens de parenté entre les différents foyers (fig. 13).

Dans ce contexte, la situation du Languedoc amène deux observations : quelles ont été tout d'abord les conditions qui ont favorisé cet apport et quelles ont été ensuite ses modalités. Paradoxalement, la perte de tradition minière dans la région, bien développée pourtant entre les XI^e et XIV^e siècles⁷⁷, y est pour beaucoup. On ne « cultivait » plus les mines que sporadiquement, ce qui a entraîné la disparition du savoir-faire des mineurs des grands districts méridionaux comme celui tout proche du Mont-Lozère⁷⁸. Progressive, elle fut néanmoins bien effective au XVII^e siècle, si l'on en croit les mémoires alarmants des intendants⁷⁹ et même la baronne de Beausoleil, qui conseillait charitablement aux auteurs d'ouvrages miniers (François Garrault, Jean de Malus, etc.) d'aller plutôt « servir les officiers des mines de Hongrie, à Scheminis, et là à faire leur apprentissage dans la mine du Bibertollen, à huit cents toises de profondeur »⁸⁰. Ainsi, cet espace était peut-être culturellement plus ouvert à l'innovation, étant alors sans conservatisme ni inerties dans les pratiques minières⁸¹. Facilités, ces apports extérieurs pouvaient même être indispensables pour qui avait l'ambition de mener une exploitation rentable, si les compétences faisaient à ce point défaut.

Quant à ses modalités, nous ne pouvons réfléchir pour le moment qu'à partir du cas de Villefort. Les développements précédents tendent à montrer que l'abattage à la poudre n'a pas été mis au point sur place, mais a été importé. Le rôle de Mazelet et de ses associés a donc été fondamental. Ils sont allés chercher des compétences⁸², ils ont accepté que ces spécialistes

75. Pour une synthèse récente des problématiques relatives à la circulation des techniques aux époques médiévale et moderne, se reporter à : PÉREZ et VERNA 2009, p. 31-35 : « L'acquisition du savoir technique repose sur une circulation plurielle et multipolaire, sur des stratégies spatiales composées en fonction des chaînes opératoires et des divers procédés qui sous-tendent telle fabrication, tel objet ou même tel procédé. »

76. VERGANI 2003 : « *La prima dice che è ormai venuto il momento di sostituire l'ipotesi unilineare, basata sullo schema innovazione-trasmissione-diffusione – ipotesi che si imperniava finora sul primato di Schemnitz – con quella di una nuova tecnica che si presenta in modo indipendente e (relativamente) simultaneo in varie zone minerarie d'Europa.* »

77. BAILLY-MAÎTRE et BENOÎT 1997.

78. PLOQUIN, ALLÉE, BAILLY-MAÎTRE *et al.* 2010.

79. COLBERT 1861, t. IV, p. 584.

80. GOBET 1779, t. 1, p. 300.

81. Nous rejoignons l'hypothèse de Raffaello Vergani, qui observait que la plupart des espaces miniers au sein desquels la poudre s'est rapidement implantée n'avaient pas une activité minière récente : VERGANI 2003.

82. Peut-être que Samuel Ginestet, protestant de Montpellier, avait eu des liens avec le monde germanique, ou du moins des facilités pour se tourner de ce côté. On peut d'ailleurs se poser la même question pour l'entreprise rouergate de Raymond Gauthier (XVI^e siècle). Ce dernier était le chef local du parti protestant. Il est allé se former en Saxe et y a recruté certains de ses mineurs.

71. LIEBELIN 1987, p. 281.

72. Les dates des premières utilisations de la poudre en contexte minier dans les Vosges sont établies en 1617 pour le Thillot, 1625 pour Giromagny, 1623 pour Château-Lambert, 1630 pour Sainte-Marie-aux-Mines : PIERRE 2015.

73. BUCHANAN (dir.) 1996 ; BENOÎT 1998, p. 296-297 ; VERGANI 2003.

74. HOLLISTER-SHORT 1985 ; PIERRE 1993a ; VERGANI 2003.



Fig. 13 Apparition de l'usage de la poudre noire en mine en Europe occidentale, des premières mentions à 1640 (N. Minvielle Larousse, Fond de carte : ArcheOnline, DAO : N. Minvielle).

utilisent leurs techniques, et se sont occupés de financer l'ensemble. L'accès à la poudre n'était de surcroît pas aisé⁸³. En somme, l'utilisation de la poudre à Villefort en 1640 serait principalement le fait d'entrepreneurs⁸⁴.

Il s'agissait cependant plus d'un « essai aventureux » que de l'origine d'une pratique courante⁸⁵. En l'état de nos connaissances, l'utilisation de la poudre dans les mines languedociennes a mis longtemps à s'imposer, et encore, seulement pour les travaux les plus importants. Dans la première moitié du XVIII^e siècle, le médecin montpelliérain Jean Astruc constatait d'ailleurs la permanence, sinon le retour complet de l'abattage par le feu : « on avoit accoutumé autrefois de faire sauter ce rocher par la mine, mais la cherté de la poudre, et surtout la difficulté d'en avoir dans les Cévennes, où les fréquents soulèvements ne permettent pas d'en confier aux paisans, sont cause

qu'on emploie aujourd'hui un moien un peu plus long, mais aussi beaucoup moins cher »⁸⁶. Le procédé existait et était connu, mais sa mise en œuvre encore peu compétitive. Ainsi, en Languedoc au moins, l'introduction de la poudre en mine s'apparente davantage à un processus qu'à une rupture.

CONCLUSION

Villefort a été une étape dans la diffusion de la poudre en Europe. Qu'elle ait été précurseur [en Languedoc], ou qu'elle ait suivi d'autres initiatives régionales, l'entreprise de Firmin Mazelet s'insère dans ce long processus d'innovation caractérisé par l'utilisation d'un nouveau procédé technique. L'utilisation de la poudre permet en effet de reprendre des exploitations abandonnées ou de découvrir de nouveaux filons en purgeant plus facilement les morts-terrains. Elle permet enfin d'atteindre des gisements qui jusque-là étaient inaccessibles.

Malgré ces apports, son emploi a été progressif, différencié, et n'a pas bouleversé en une décennie l'art de la mine. En raison des difficultés de mise en œuvre, la permanence de l'abattage

Sur le rôle des minorités religieuses dans la circulation des techniques : PÉREZ et VERNA 2009, p. 49-50.

83. La paix d'Alès de 1629 clôt les révoltes protestantes en Languedoc qui se succédaient depuis 1620. La poudre, arme de guerre, pouvait être depuis contrôlée et difficilement accessible pour des usages civils. Sur les révoltes protestantes en Languedoc, se référer à DUBLED 1987.

84. Sur la définition de l'entrepreneur médiéval et moderne, se reporter par exemple à AYMARD 1991. Sur les notions d'innovations au Moyen Âge, se reporter notamment aux réflexions de Paul Benoît et Philippe Lardin : *Ibid.* ; BENOÎT 1998 ; BENOÎT et LARDIN 2000.

85. Nous reprenons ici les propositions de Philippe Braunstein pour qualifier l'innovation : BRAUNSTEIN 1998, p. 303.

86. ASTRUC 1737, p. 366.

par l'outil et le feu semble être une réalité au cours des XVII^e et XVIII^e siècles⁸⁷.

Dès lors se pose un problème. De la fin du XVI^e siècle au plus tôt à la fin du XVIII^e siècle, voire jusqu'au XIX^e siècle selon les régions, s'ouvre une période de transition durant laquelle les travaux dits « anciens » côtoyaient des travaux dits « modernes »⁸⁸. Autrement dit, l'absence de traces de fleurets dans les ouvrages miniers ne suffit pas pour indiquer un *terminus ante quem* seulement fixé à la fin du XVI^e siècle ou au début du XVII^e siècle. En fait, on constate qu'au-delà de la question de son apparition en mine, ce sont surtout les rythmes, les lieux et les modalités de l'utilisation de la poudre qui sont problématiques. L'image actuelle de la diffusion de cette technique est, à n'en pas douter tronquée par une connaissance archéologique imparfaite. Le cas de Villefort n'est très certainement pas isolé et seule l'observation des mines de la période moderne (XVI^e-XVIII^e siècles) dans leur ensemble permettra d'engager l'enquête.

Bien que récentes, les exploitations modernes, même modestes, participent donc à l'histoire des activités minières. Lorsqu'il doit être envisagé de condamner ou de sécuriser certains ouvrages, les vestiges méritent d'être observés attentivement et ne doivent plus être détruits simplement parce qu'ils semblent être postérieurs à l'apparition de la poudre.

87. Les exigences liées à l'emploi de la poudre sont nombreuses, de la préparation du trou à la mise à feu. Des accidents sont signalés dès la première moitié du XVII^e siècle. Aussi, la nécessité d'employer des spécialistes, les risques encourus, les difficultés d'approvisionnement, voire par endroits le conservatisme, seraient autant de facteurs explicatifs à ce long développement : PIERRE 2015, p. 153-159.

Selon le contexte géologique et les disponibilités en bois, en roches très dures plus particulièrement, l'usage du feu est, en outre, resté en compétition avec la poudre jusqu'à la fin du XIX^e siècle : PY, ANCEL et al. 2011.

88. On classe traditionnellement les travaux miniers en deux catégories : avant l'utilisation de la poudre, ce sont les travaux anciens, et après la poudre, ce sont les travaux modernes. La rupture communément admise est le début du XVII^e siècle, précisément 1617 avec l'occurrence du Thillot.

n°	diamètre à x cm du fond (mm)						longueur (cm)			angle (°)	rectitude					aménagement porte-fleuret ?	préparation pointerolle (cm)				type fond trou	commentaire
	3 cm	13 cm	23 cm	33 cm	43 cm	53 cm	total	cons.	non sauté		parfait	très bon	bon	assez mauvais	mauvais		Ind., non, oui	long.	Larg.	Prof.		
28	23	24						14		-85			X			non	ind.				2	paroi droite
24	24	24	24					26		-85				X		non	non				2	incliné vers l'éponte. N'appartient pas à la phase de percement mais correspond à une prospection lors d'une reprise.
45	24	27						16		-50		X				non	non				2	
46	24							8		-45		X				non	non				2	
26	25	25	26					28		-50				X		non	ind.				2	
40	25	26	29	29			34			-60				X		non	non				2	
43	25	26						21		-50			X			non	non				2	
44	25	26						18		-45		X				non	non				2	
49	25							7		0		X				non	non				2	
50	25	26	28					24		25			X			non	non				2	
4	26	26						17		20			X			non	non				ind.	forage arrêté sur une géode
12	26	26	26					24		-60			X			non	non				2	
39	26							5		-30			X			non	non				ind.	
41	26	27						22		-60			X			non	non				2	
42	26	26						16		-35			X			non	non				2	
53	26							6		-75		X				non	non				2	
1	27							16		-5			X			non	non				2	
3	27							4		25			X			non	non				2	
5	27							19		-5		X				non	non				ind.	
7		27						20	16	10		X				non	non				ind.	
9	27	27						13		15		X				non	non				2	
13	27	27	29					25		-60		X				non	non				2	
29	27	27	29					26		-70		X				non	non				2	tir de prospection dans l'éponte
51	27	28						21		-5			X			non	non				2	
2	28	29						20		15		X				non	non				ind.	1/3 de la circonférence conservé
6	28	29						22		-15		X				non	non				2	
8	28							2		0						non	non				2	
10	28							11		-10		X				non	non				2	
11	28	28						21	7	5			X			non	non				2	

Annexe 1 Tableau de mesure des traces de tir.

n°	diamètre à x cm du fond (mm)						longueur (cm)			angle (°)	rectitude					aménagement porte-fleuret ?	préparation pointerolle (cm)				type fond trou	commentaire
	3 cm	13 cm	23 cm	33 cm	43 cm	53 cm	total	cons.	non sauté		parfait	très bon	bon	assez mauvais	mauvais		Ind., non, oui	long.	Larg.	Prof.		
38	28	29					12		-40			X			non	non				2		
47		28	29				31		-5			X			non	non				2		
48		28					15		0		X				non	non				ind.		
54	28						6		0		X				non	non				2		
55	28	28					21		15				X		non	non				2		
52		29	29				40		-25		X				non	non				2		
27	33	33	34				26		-85					X	non	ind.				ind.	paroi droite	
15	35	38	40	40	40		44		-70					X	non	oui	20	12	ind.	1	direction très régulière mais changement de direction importante à 30 cm du fond. 2 saignées en hyperbole pour l'eau	
36	36	36	38	40	41	43	57		-50					X	non	ind.	16	10	2	1		
20	37	37	38	38	39	40	56		-70		X				non	ind.				1		
23	37	38					25		-70			X			non	ind.				1		
33	37	38	40	40			39		-85			X			non	ind.				ind.		
14	38	40	40				29	2	-75					X	non	oui	33	19	2	ind.	présence de métal au fond du trou	
17	38	38	38	40	40		55	7	-75			X			non	oui	30	22	6	ind.	deux saignées hyperboliques	
18	38						38	12	-85			X			non	oui	25	13	1	1	fond du trou bien pointu	
19	38	40	40	40			35		-75				X		non	oui	12	13	5	ind.	2 saignées en flèche. Préparation bien creuse	
21	38	38	38	38	38		57	5	-85		X				non	oui	25	22	5	ind.		
25	38	38						16	-70			X			non	ind.				1		
31	38	42					40	13	-60		X				non	oui	>17	20	1	1		
32		38	40	40	40		35		-80				X		non	oui	17	12	1	ind.		
34	38	38	40	40			40		-35			X			non	ind.				ind.		
37		39	40				55	19	-60			X			non	oui	25	25	2	ind.		
16	40	40	40	42	50		50		-50				X		non	oui				ind.	fond du trou dans une faille	
22	40	42					38		-65				X		non	oui				ind.	2 saignées	
35	40	40	40	41	44		51		-35			X			non	ind.				ind.		
56	40	40					47		-35			X			non	oui	15	20	4	1		
30		44	45				19		-80		X				non	oui	26	12 à 20	3	ind.		
57															non	oui	25	15	4	ind.	trou non conservé	

Annexe 1 (suite) Tableau de mesure des traces de tir.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTRUC J.
1737, Mémoires pour l'histoire naturelle de la province de Languedoc, Paris, Guillaume Cavelier.
- AUBERT DE LA CHESNAYE DES BOIS F.-A. et BADIER J.
1863, Dictionnaire de la noblesse, Paris, Schlesinger frères.
- AYMARD M.
1991, « L'entrepreneur dans la société de son temps », dans CAVACIOCCHI S. (dir.), *L'impresa industria, commercio, banca, secc. XIII-XVIII*, Firenze, Le Monnier (Pubblicazioni. Serie 2, 22), p. 791-817.
- BAILLY-MAÎTRE M.-C.
2002, *L'argent : du minerai au pouvoir dans la France médiévale*, Paris, Picard (Espaces médiévaux).
- BAILLY-MAÎTRE M.-C. et BENOÎT P.
1997, « Les mines d'argent de la France médiévale », dans *L'argent au Moyen Âge*, actes des congrès de la Société des historiens médiévistes de l'enseignement supérieur public, 28, 1, Paris, Publications de la Sorbonne, p. 17-45.
- BAILLY-MAÎTRE M.-C., MINVIELLE LAROUSSE N., KAMMENTHALER E., et al.
2013, « L'exploitation minière dans la vallée du Chassezac (Ardèche) : le plomb, l'argent et le cuivre au Moyen Âge (XI-XIII^e siècles) », *Archéologie médiévale*, 43, p. 47-76.
- BENOÎT P.
1988, « Les techniques minières en France et dans l'empire aux XV^e et XVI^e siècles », *Journal des savants*, 1, 1, p. 75-118.
1997, *La mine de Pampailly XV^e-XVIII^e siècles (Brussieux Rhône)*, Lyon, Service régional de l'archéologie de Rhône-Alpes (Dara, 14).
1998, « Au four et au moulin : innovation et conjoncture », dans *L'innovation technique au Moyen Âge*, Actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale, 6, 1, Paris, Errance, p. 293-301.
- BENOÎT P. et LARDIN P.
2000, « Les paris de l'innovation », *Médiévales*, 19, 39, p. 5-13.
- BERG B.I.
1996, « The production and consumption of gunpowder at the Konsberg silver mines 1745-1865 », dans BUCHANAN B. J. (dir.), *Gunpowder : The History of an International Technology*, Bath, Bath University Press, p. 219-236.
- BERTERAU M. (de) (BARONNE DE BEAUSOLEIL)
1632, *Véritable déclaration de la découverte des mines et minières de France*, s.l., s.n.
1640, *La Restitution de Pluton*, Paris, Hervé du Mesnil.
- BOISSONNADE P.
1909, « L'état, l'organisation et la crise de l'industrie languedocienne pendant les soixante premières années du XVII^e siècle », *Annales du Midi*, 21, n° 82, p. 169-197.
- BOUCHARD I.
1985, *Les mineurs de Vialas. Histoire d'une mine de plomb argentifère cévenole (1827-1894)*, mémoire de maîtrise d'histoire contemporaine, université de Paris X-Nanterre.
- BOUQUET L., FIGUEROA-LARRE V., et al.
2006, « Les Neuf-Bouches (district minier de Cabrières-Péret), la plus ancienne exploitation minière de cuivre de France : travaux récents, conséquences », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 1, p. 143-159.
- BRAUNSTEIN P.
1998, « Savoir et savoir-faire : les transferts techniques », dans *L'innovation au Moyen Âge*, actes des congrès de la Société d'archéologie médiévale, 6, 1, p. 303-311.
- BUCHANAN B.J. (dir.)
1996, *Gunpowder : The History of an International Technology*, Bath, Bath University Press.
- COLBERT J.-B. (éd.)
1861, *Lettres, instructions et mémoires de Colbert*, Paris, Imprimerie nationale.
- COMITI P.
2002, *De la mine à l'objet : le fer, l'acier et la fonte en Corse (XV^e siècle-XVIII^e siècle)*, thèse de doctorat sous la direction de FIXOT M., Université de Provence.
- DÉBAX H.
2012, *La Seigneurie collective : pairs, pariers, paratge les coseigneurs du XI^e au XIII^e siècle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes (Histoire).
- DOLOMIEU
1854, « Extrait du rapport fait au Conseil des mines, sur les mines du département de la Lozère dépendant de la concession de Villefort, et sur les établissements qui y sont affectés », *Journal des mines*, p. 577-604.
- DUBLED H.
1987, « Le duc Henri de Rohan et la révolte des protestants du Midi jusqu'à la paix d'Alès (1617-1629) », *Annales du Midi*, 177, p. 53-78.
- DUMAS É.
1877, *Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard. Troisième partie*, Paris, A. Bertrand, 3 vol.
- DUMAS M.-L.
2011, « Les mines de plomb argentifère de Villefort (Lozère), 1733-1827 », *Le lien des chercheurs Cévenols*, 164, p. 18-25.
- DUPRAZ J., FRAISSE C. et LECLANT J.
2001, *L'Ardèche*, Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres (Carte archéologique de la Gaule, 7).
- ELMI S., BROUDER P., BERGER G., et al.
1989, *Notice explicative, Carte Géologique France 1/50 000, feuille Bessèges (888)*, Orléans, Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
- FABRIÉ D.
1989, *La Lozère*, Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres (Carte archéologique de la Gaule, 48).
- GENSANNE A. DE
1779, *Histoire naturelle de la province de Languedoc*, Montpellier, Rigaud, Pons, & Compagnie.
- GIRARD J.
2002, *Histoire et archéologie des mines polymétalliques dans le département de l'Ardèche*, mémoire de DEA d'archéologie, université de Provence, Aix-en-Provence.
2003, « Les mines médiévales de Largentière, première approche des sources », *Revue du Vivarais*, 107, 2, p. 65-100.

- GOBET N. (dir.)
1779, *Les Anciens minéralogistes du Royaume de France : avec des notes*, Paris, Ruault.
- HALLEUX R.
1982, « La littérature géologique française de 1500 à 1650 dans son contexte européen. », *Revue d'histoire des sciences*, 35, 2, p. 111-130.
- HÉLAS J.-C.
1974, *Une commanderie des hospitaliers en Gévaudan, Gap-Frances, au milieu du xv^e siècle*, thèse de doctorat d'histoire sous la direction de C. CARRÈRE, université de Montpellier.
- HOLLISTER-SHORT G.-J.
1985, « Gunpowder and Mining in Sixteenth- and Seventeenth- Century Europe », *History of technology*, 10, p. 31-66.
1994, « The introduction of powder », *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society*, 12, 3, p. 148-149.
- KAMMENTHALER É.
2011, *Expertise préalable à la mise en sécurité de la concession minière de Villefort (Gard -30 - Lozère - 48)*, Document final de synthèse, Iker Archéologie.
- KARL-HEINZ L.
1986, « Die Innovation des bergmännischen Pulversprengens », *Der Anschnitt*, 38, p. 117-122.
- LAN M.
1854, « Description des gîtes métallifères de Lozère et des Cévennes occidentales », *Annales des Mines*, VI, p. 401-511.
- LE BLÉVEC D.
1987, « La seigneurie des templiers de Jalès », *Revue du Vivarais*, 689, p. 37-51.
- LE GUILLOU Y.
2001, « L'enrichissement des surintendants Bullion et Bouthillier ou le détournement des fonds publics sous Louis XIII », *Dix-septième siècle*, 211, 2, p. 195-213.
- LIEBELIN F.
1987, *Mines et mineurs du Rosemont, Giromagny*, Centre culturel.
- MAROT L.
1824, « Le gisement et l'exploitation des mines de plomb de Villefort (Lozère) », *Annales des Mines*, IX, p. 305-317.
- MAZON A.
1884, *Voyage dans le midi de l'Ardèche*, Privas, impr. du Patriote.
- PARADIS-GRENOUILLET S.
2012, *Étudier les « forêts métallurgiques » : analyses dendro-anthracologiques et approches géohistoriques. Exemple des forêts du mont Lozère et du Périgord-Limousin*, thèse de doctorat en géographie sous la direction de P. ALLÉE et M.-C. BAL-SERIN, Université de Limoges.
- PÉREZ L. et VERNA C.
2009, « La circulation des savoirs techniques du Moyen Âge à l'époque moderne. Nouvelles approches et enjeux méthodologiques », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, 16, p. 25-61.
- PIERRE F.
1992, « Datation des travaux miniers à la poudre. Essais de typologie », dans *Les techniques minières de l'Antiquité au xviii^e siècle*, Actes du colloque international sur les ressources minières et l'histoire de leur exploitation de l'Antiquité à la fin du xviii^e siècle réuni dans le cadre du 113^e Congrès national des sociétés savantes, Strasbourg, 5-9 avril 1988, Paris, Éditions du CTHS (Actes du Congrès national des sociétés savantes, Comité des travaux historiques et scientifiques. Section d'histoire des sciences et des techniques, 113), p. 519-527.
1993a, « Études de l'apparition de la poudre noire dans l'évolution des techniques minières de percement », dans FRANCOVICH R. (dir.), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, Florence, Ed. all-Insegna del Giglio, p. 413-427.
1993b, « 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*, 5, p. 91-159.
2014, « Importance of regional mining archeology in the research of the history of techniques, example of Le Thillot mines in the Vosges », *Research and preservation of ancient mining areas. Yearbook of the Institute Europea Subterrenea*, Valkenburg aan de Geul, Silvertant Erfgoedprojecten, p. 104-121.
2015, « La poudre noire : de l'engin pyrotechnique incendiaire au tir de mine », dans JALABERT L. et MULLER V. (dir.), *Conflits et progrès scientifiques et techniques en Lorraine à travers les siècles*, Actes de colloque, Metz, 17-18 octobre 2014, Moyenmoutier, Edhisto.
- PIERRE F. et WÉBER A.
2013, « L'innovation dans les mines du Thillot avant la guerre de trente ans », dans JALABERT L. et SIMIZ S. (dir.), *Annales de l'Est : Charles III, 1545-1608 : prince et souverain de la Renaissance*, Nancy, Association d'historiens de l'Est et le CRULH, p. 135-168.
- PLOQUIN A., ALLÉE P., BAILLY-MAÎTRE M.-C., et al.
2010, « Mines et métallurgies anciennes du plomb dans leurs environnements. Apports des méthodes contribuant à leur étude. », *ArchéoSciences*, 34, p. 97-308.
- PRASSL J.-A.
1997, « Exploitation antique dans le secteur minier du Bleymard (Lozère) », dans AMBERT P. (dir.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques*, Lattes, Fédération archéologique de l'Hérault, p. 217-223.
- PROVOST M.
1999, *Le Gard*, Paris, Académie des inscriptions et belles-lettres (Carte archéologique de la Gaule, 30/2).
- PY V., ANCEL B., MARCONET C.
2011, « De l'usage minier du feu : à l'interface homme et environnement. Sources et expérimentations », dans DURAND A., JOCKEY P. (dir.), *Mélanges offerts à Georges Comet*, Presses universitaires de Provence (Cahiers d'histoires des techniques, 8), p. 133-153.
- RAMON
1798, « Tableau des mines et usines de la France par ordre de départements. Département de l'Ardèche », *Journal des mines*, 45, p. 615-670.
- ROUTHIER P.
1987, « Deux "mineurs" spoliés et emprisonnés ou "la Restitution de Pluton" (1640) par Madame la Baronne de Beausoleil », *Travaux du Comité français d'histoire de la géologie*, COFRHIGEO, 1, p. 1-8.
- SERAINCOURT
1847, *Recueil de documents relatifs à l'exploitation des mines métallifères du département de l'Aveyron et à l'établissement, dans le bassin houiller d'Aubin (Aveyron), d'une usine centrale pour le traitement des minerais de cuivre et de plomb argentifère, français et étrangers, et pour le laminage de ces métaux*, Paris, Langlois et Leclercq.
- THIRION C.
1934, *Les Cévennes minières : les mines et les minerais de plomb, zinc, cuivre, argent des environs de Villefort (Lozère, Gard*,

Ardèche) : étude de géologie industrielle, Paris, Revue industrielle.

VERGANI R.

2003, « Gli usi civili della polvere da sparo (secoli XV-XVIII) », dans CAVACIOCCHI S. (dir.), *Economia e energia, secc. XIII-XVIII*, Florence, Le Monnier, p. 865-878.

VIC C. DE, VAISSÈTE J., et al.

1874, *Histoire générale du Languedoc : avec des notes et des pièces justificatives*, vol. 13, Toulouse, Privat.

VOZAR J.

1977, « Die erste Verwendung von Schiesspulver im Bergbau (die Legende von Freiberg- die Verwirklichung in Banska Stiavnica) », *Z dejin vied a techniky na slovensku*, 8, p. 73-88.

1978, « Die erste Verwendung von Schiesspulver im Bergbau (die Legende von Freiberg- die Verwirklichung in Banska Stiavnica) », *Studia Historica Slovaca*, 10, p. 257-280.

WILD H.W.

1996, « Black powder in mining-its introduction, early use, and diffusion over Europe », dans BUCHANAN B.-J. (dir.), *Gunpowder : The History of an International Technology*, Bath, Bath University Press, p. 203-217.