

Vestiges d'exploitations minières à Durfort

(André Charrière)

L'exploitation minière dans la région de Durfort est mentionnée dès le XII^e – XIII^e siècle, puis décrite par Astruc (1737). Il s'agissait alors de produire « l'alquifoux » (sulfure de plomb associé à des sables quartzeux et un peu d'argile) qui était utilisé pour le vernissage des poteries et notamment les vases d'Anduze. Les premières concessions sont établies entre 1810 et 1839, puis, à partir de 1850, se produit la « ruée vers le zinc » qui durera jusque vers 1910. Une légère reprise de l'activité minière se manifeste après la Seconde Guerre mondiale et particulièrement de 1954 à 1970. Après 1971, les mines de Durfort sont fermées.

Afin de retrouver des vestiges de cette exploitation, 25 agariens se retrouvent au point de ralliement sur une aire de stationnement au NW de la commune de Durfort à 14h15 pour la sortie de l'après-midi. Après regroupement dans les voitures, nous empruntons l'étroit chemin des mines jusqu'à l'arrêt 1 (fig.1).

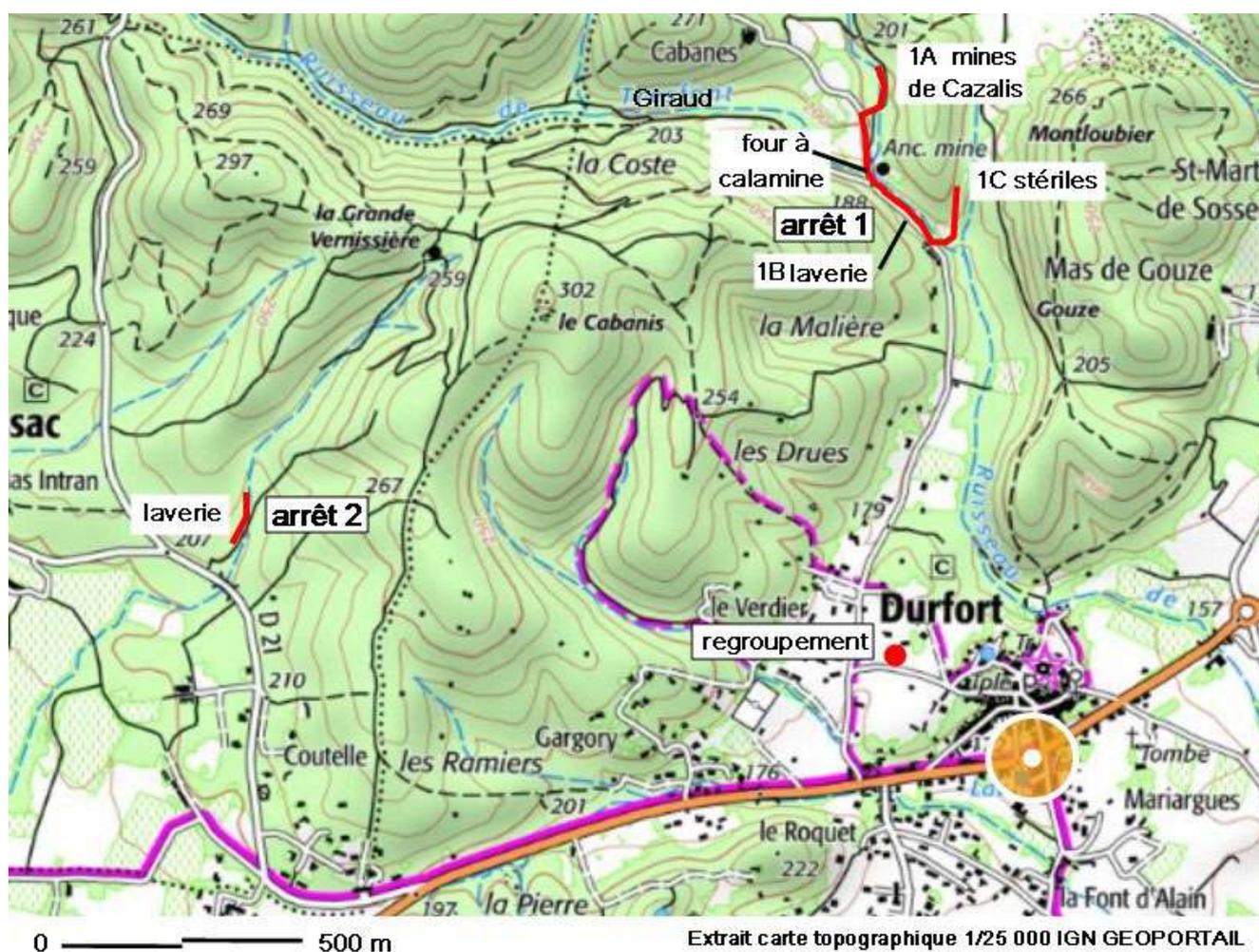


Fig. 1. Carte topographique du secteur et localisation des sites visités.

Nous avons alors un exposé rapide autour d'un schéma structural visant à préciser :

1°) L'originalité de la situation des exploitations de Durfort par rapport à celles antérieurement visitées de St-Félix-de-Pallières et de Carnoulès qui sont associées à un horst au NW de la Faille des Cévennes (carte géologique figure 2 et coupe N-S du horst figure 3) :

A- Situation géographique des gisements de Durfort au SE de la faille des Cévennes ;

B- Encaissant constitué de calcaires et calcaires dolomitiques (fig.4) du Lotharingien ; cet étage différencié régionalement n'a plus d'existence officielle, il représente la partie supérieure du Sinémurien reconnu internationalement (-196,5 Ma à - 189,6 Ma)

C- Minéralisations plus particulièrement liées à un hydrothermalisme de failles.

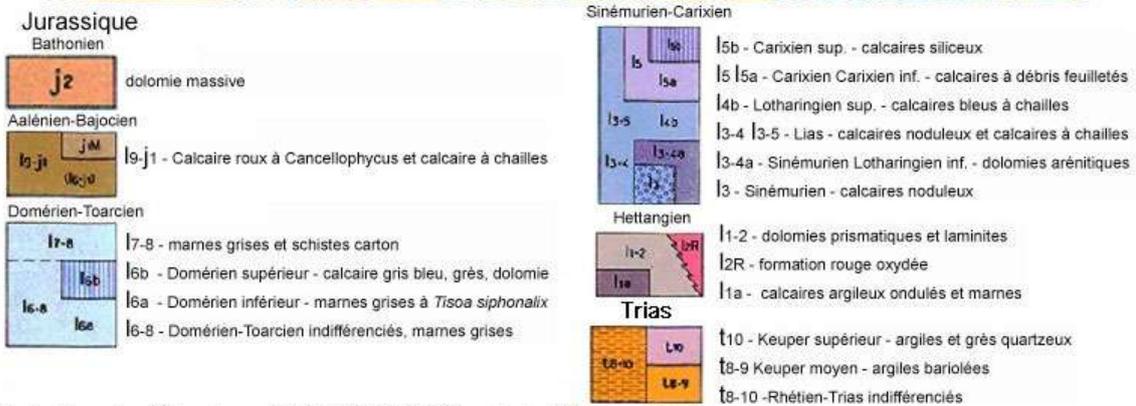
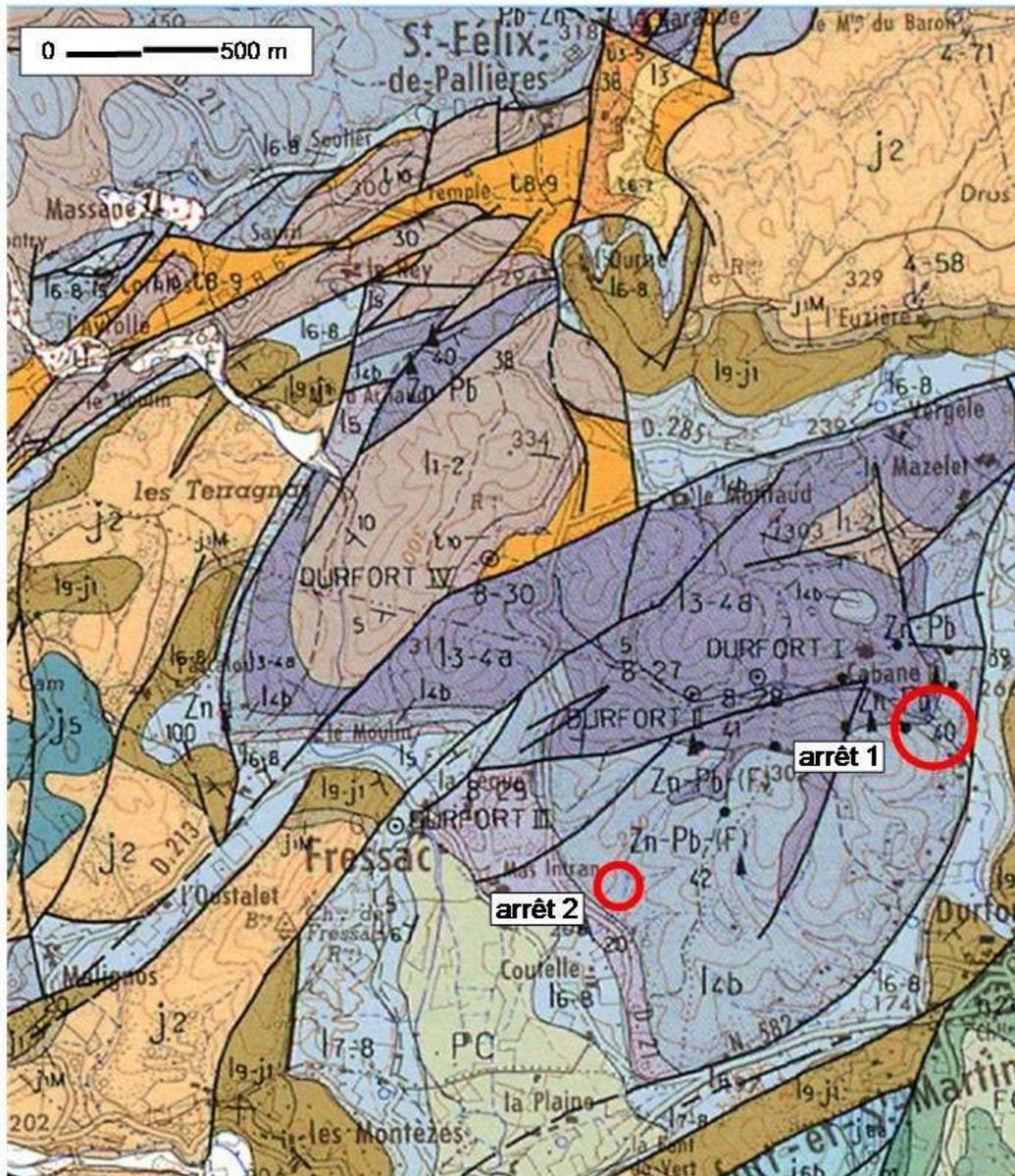


Fig. 2. Carte géologique du secteur.

Coupe Horst de Pallières – Dôme de Durfort

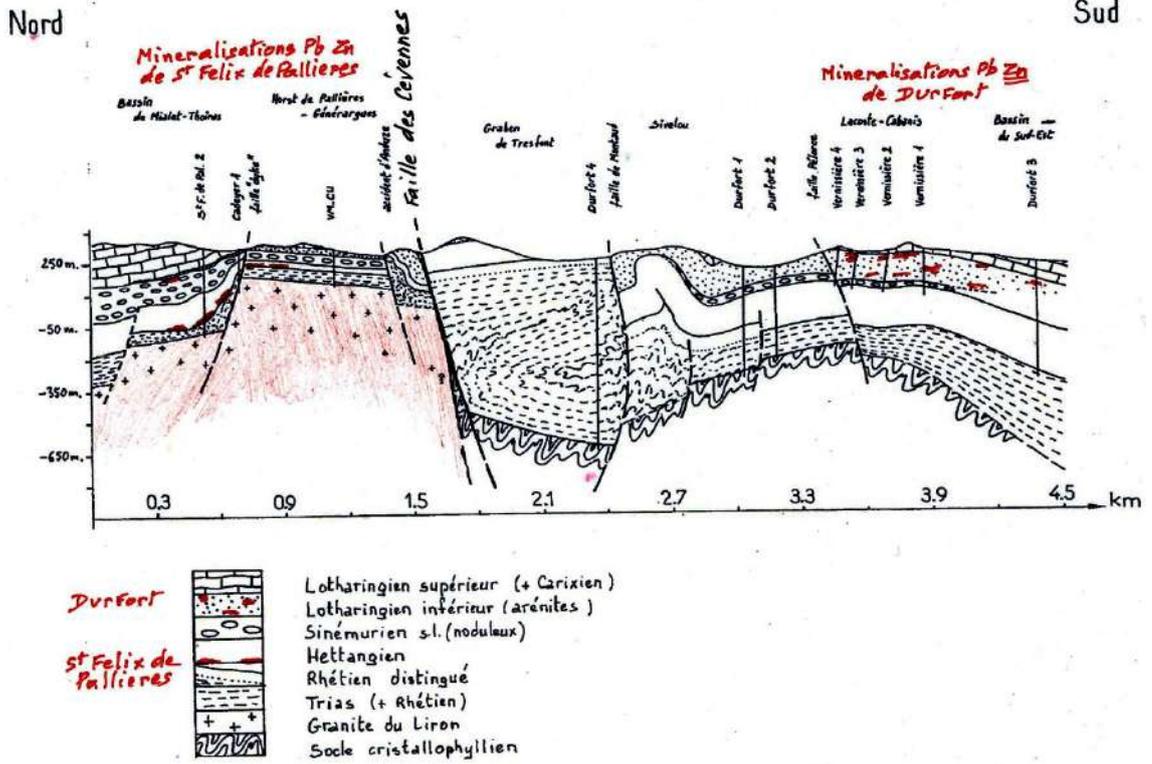


Fig. 3. Coupe géologique des gisements miniers de St-Félix-de-Pallières et Durfort (d'après Coumoul, complété)

DURFORT : SCHEMA GITOLOGIQUE

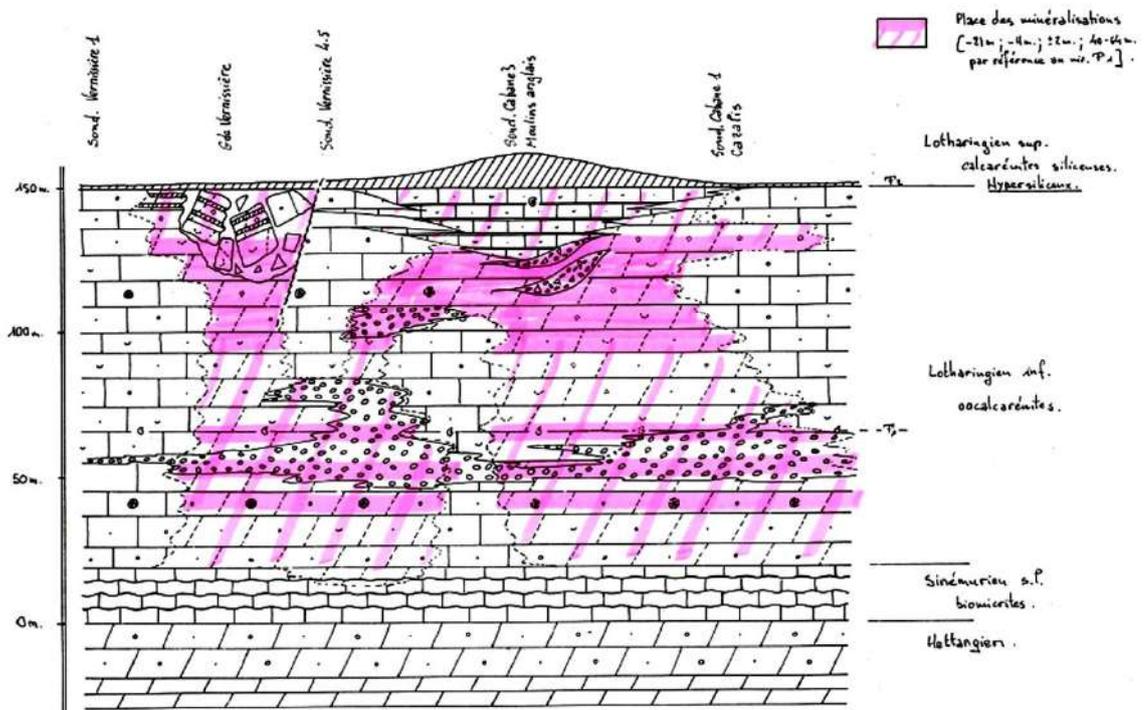


Fig. 4. Schéma gîtologique du gisement de Durfort (d'après A. Coumoul BRGM)

2°) La localisation des exploitations dans 3 quartiers.

A- La Grande Vernissière, dont le patronyme est associé aux premières activités orientées vers la poterie, fut également exploitée pour le zinc en fin de XIX^{ème} siècle, puis officiellement abandonnée en 1912.

B- Les quartiers Lacoste et Cazalis (fig. 5) connurent un regain d'exploitation entre 1953 et 1970 sous l'impulsion de la Société des mines de la Vieille Montagne opérant déjà à St-Félix-de-Pallières. L'exploitation conduite en galeries, chambres, puits (fig.6) a permis de dégager 20 000 t de Zn. Le site est abandonné en 1971.

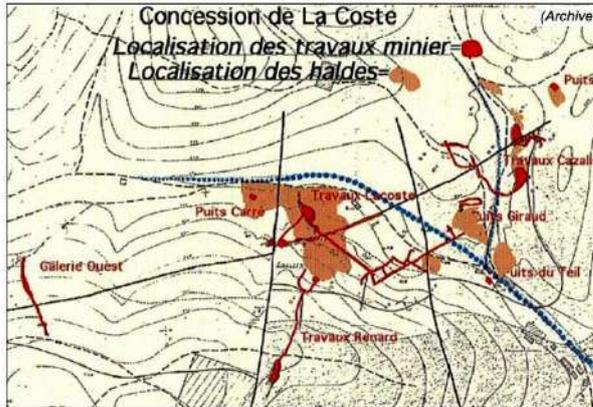


Fig. 5. Plan de surface des travaux de la Coste.

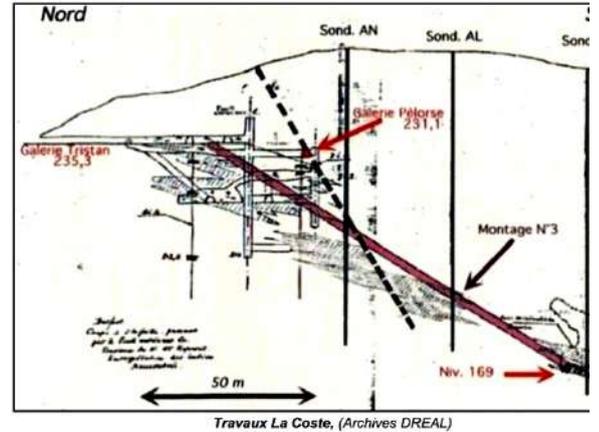


Fig. 6. Coupe du gisement de La Coste



Les participants au rassemblement initial.

Circuit pédestre vers le quartier Cazalis (1A)



Fig.7. Ancien four à calamine

En remontant le ruisseau on passe devant les ruines d'un four (fig.7). M. Wienin précise qu'il s'agit d'un four à calamine (terme ancien, désuet, désignant des silicates hydratés de Zn) ayant fonctionné sur le même mode que les classiques fours à chaux de l'époque (cf. Bulletin Agar 101-102, p 40-41).

Une falaise surplombe l'ancien site d'exploitation Cazalis.

On y observe (fig.8) les calcaires en bancs massifs du Lotharingien supérieur légèrement inclinés vers le sud. Ces terrains sont localement affectés de failles et de diaclases parfois karstifiées (fig.8, à gauche). Les minéralisations sont souvent associées à ces structures et les galeries étaient calquées sur la géométrie des filons les plus minéralisés. En l'état actuel l'entrée des anciennes galeries (fig.9) est presque totalement obstruée par des apports de terre réalisés lors de la fermeture de l'exploitation en 1971.



Fig. 8. Quartier Cazalis. Calcaires lotharingiens.

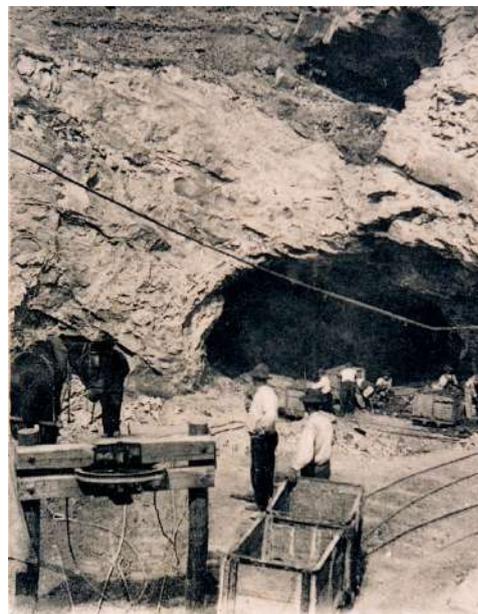


Fig. 9. La mine Cazalis dans les années 1900.

Une vue rapprochée des bancs calcaires permet d'observer quelques minéralisations (fig.10) : dans une gangue de barytine sont associés des cristaux cubiques transparents de fluorine (Ca F_2), un minéral sombre, de couleur bronze, probablement de la blende (= sphalérite) (ZnS) ; latéralement on trouve de la galène (Pb S) à éclat métallique vif (fig. 11).

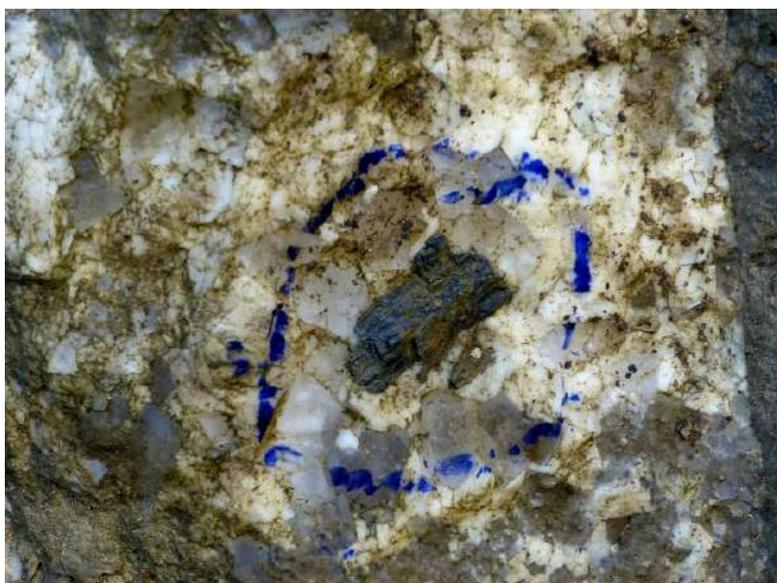


Fig. 10 Mineralisations observées *in situ*



Photo 02. Galène, fluorite et sphalérite – La Coste, Durfort. Coll. J.P. Cavard – Photo : L.-D. Bayle.

Fig. 11. Minéraux de collection (extrait de : de roches et d'hommes, mines et minéraux en Cévennes, Musée Cévenol Le Vigan)

De retour vers les voitures, on peut remarquer sur la rive gauche du ruisseau un mur bien construit avec des gros blocs parallélépipédiques métriques dont le but est le soutènement du talus sus-jacent constitué de fins stériles miniers (cf 1C).

La laverie de Lacoste-Cazalis (1B)

On la découvre en pénétrant à travers les arbustes jouxtant la zone de stationnement.

On se trouve en contrebas d'un imposant mur au-dessus duquel existe tout un réseau de bassins.

L'attention est attirée d'emblée par la présence de deux tables circulaires coniques et convexes de 7 à 8 m de diamètre (fig.12,13) à concavité dirigée vers le haut. Il s'agit du substrat maçonné résiduel de tables de Linkenbach installées dans la région au début du XXème siècle. Ces dernières dont le fonctionnement est sommairement esquissé (fig.14) permettaient un important enrichissement des minerais traités par une sorte de « chromatographie hydraulique » consistant à séparer les résidus de la gangue stérile des résidus les plus minéralisés qui étaient évacués dans la couronne externe (fig.15).



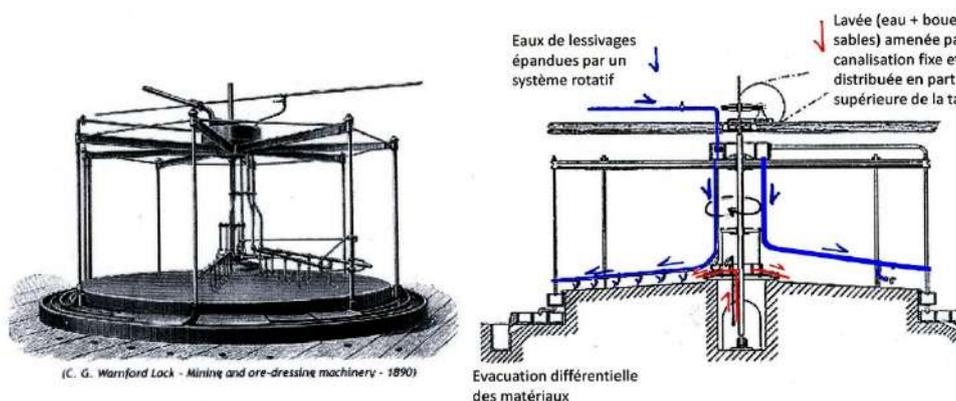
Fig. 12. Vestiges de la Laverie de La Coste.



Fig. 13. Les 2 tables de Linkenbach. Au premier plan l'alvéole logement de l'arbre de rotation.



Fig. 14. La couronne de récupération des produits en périphérie de la table.



La table de Linkenbach permet une séparation des boues. Les organes de distribution, de lavage et d'expulsion tournent au-dessus d'une table fixe. La surface de la table, circulaire et convexe, consiste en une couche de ciment lissée et polie avant sa prise, reposant sur un massif de maçonnerie.

Fig. 15. Photographie et schéma de fonctionnement d'une table de Linkenbach.

La digue à fines de laverie (1C)

Sur la rive opposée du ruisseau se trouve la zone de stockage des « fines de laverie ». Celles-ci sont bordées par un ancien mur de soutènement au-dessus duquel on rencontre des fines de laverie dégagées par l'érosion (fig.16). Ces « schlamms » sont caractérisés par la granulométrie très fine du dépôt (généralement inférieure à 200 μ) et leur couleur sombre associée à la présence de sulfures résiduels. Un point d'analyse (PT 6, Geoderis 2008) révèle une teneur exceptionnelle en Zn de 104064 mg/kg et en Cadmium de 154 mg/kg. On peut

observer une pellicule blanchâtre correspondant à des dépôts sulfatés provenant de l'hydratation des sulfures en surface du sédiment stocké.

A l'approche du sommet, une coupe (fig.17) permet de constater que les schlamms constitutifs de la digue ont été recouverts d'une fine couche « protectrice » de sables grossiers.



Fig. 16. Vue rapprochée sur des dépôts de fines de laverie « schlamms ». Noter la couleur sombre et la granulométrie très fine du dépôt (généralement inférieure à 200 μ). La pellicule blanchâtre correspond à des dépôts sulfatés provenant de l'hydratation des sulfures en surface.



Fig. 17. Profil de la dune. Les schlamms constitutifs de la dune sont recouverts d'une « couche de protection » sableuse.



Fig. 18. Vue de la partie supérieure de la dune en direction du nord.

Sur le sommet on a une vue sur l'étendue du dépôt en direction du Nord (fig.18) qui constitue la rive droite du ruisseau situé en contrebas. Les travaux de Geoderis 2008 estiment la superficie des dépôts à environ 8000 m² et des analyses indiquent de fortes, à très fortes, teneurs en métaux lourds. Au point d'analyse PT9 situé au nord de la dune est enregistré un record avec des teneurs en Zn de 60268 mg/kg, en Pb de 97351 mg/kg, en antimoine de 606 mg/kg et en manganèse de 690 mg/kg. (Les seuils fréquemment utilisés pour évaluer la toxicité des sols sont variables selon les métaux/métalloïdes : Pb : 200-300mg/kg, Zn : 400-500mg/kg, Cd : 1mg/kg, Sb : 1mg/kg).

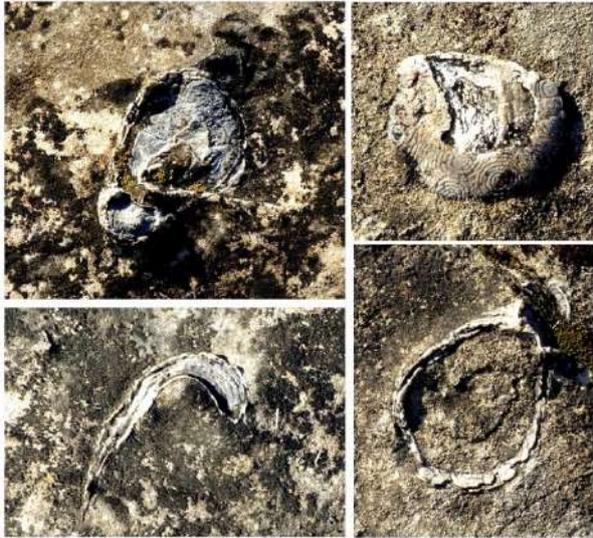


Fig. 19. Gryphées dans les calcaires du Lotharingien au sud de la digue.

En redescendant de la digue on observe au sud le substrat géologique constitué de calcaires en bancs massifs pluri décimétriques dont le toit contient des Gryphées (fig.19) ; l'espèce *Gryphea arcuata* est le fossile marqueur du Sinémurien.

De retour aux voitures nous reprenons le chemin en direction de la route de St-Hippolyte-du-Fort puis la D 21 en direction de St-Félix-de-Pallières (fig.1). Juste avant la bifurcation vers Fressac (point côté 207) nous empruntons sur une centaine de mètres une piste qui se termine en cul de sac.

La laverie de la Grande Vernissière

A ce niveau-là, nous découvrons, à travers la végétation, divers pans de murs correspondant à un découpage en plusieurs bassins (fig. 20) et, au-dessus, un nouveau vestige de table de Linkenbach. Il s'agit de la laverie (fig. 21) de l'exploitation de la Grande Vernissière fermée avant la première guerre mondiale.



Fig. 20. Vue partielle des bassins dans l'état actuel.

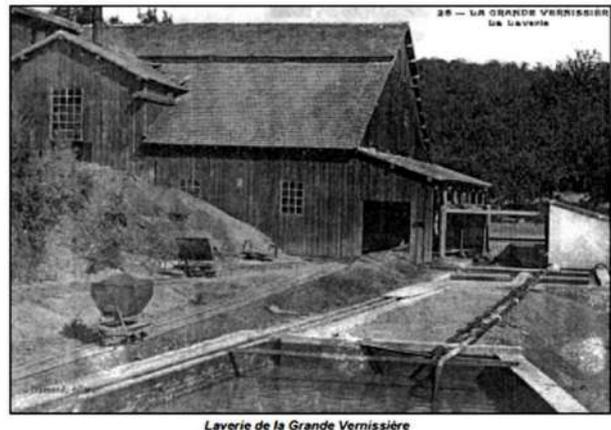
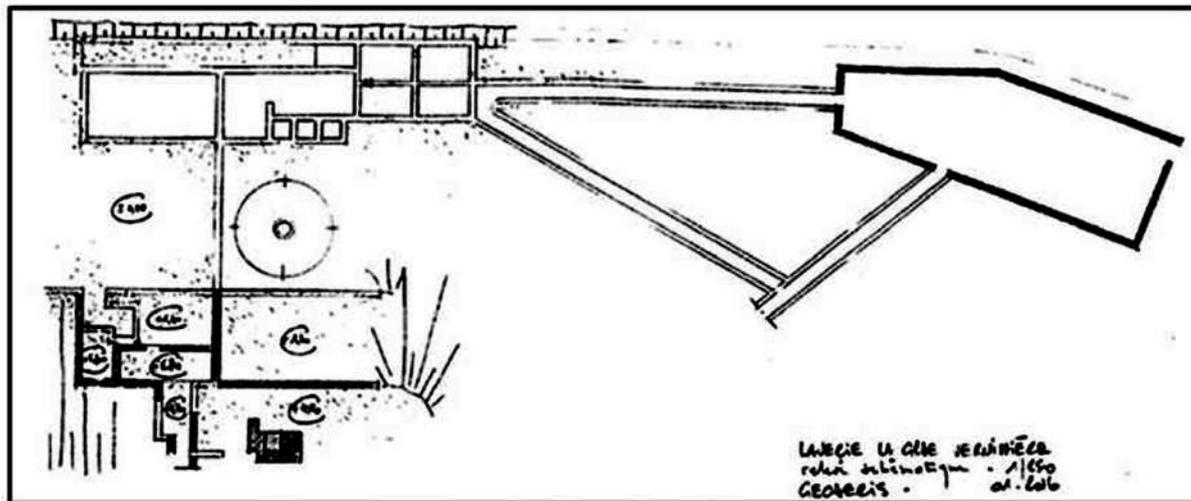


Fig. 21. Photographie de la laverie de la Grande Vernissière avant sa fermeture en 1912.

En poursuivant entre végétation et pans de murs, on découvre un curieux canal maçonné en forme d'épingle à cheveux ; l'une des branches débouche au final dans un grand bassin bordé de parois surélevées. Les enduits muraux signent une recherche d'étanchéité. La géométrie de la construction est mentionnée sur le plan ci-dessous (fig.22). S'il est clair que le système de bassins et le canal constituaient la zone de transit des eaux traitées après le passage par les différentes machines d'enrichissement à la table de Linkenbach, (voir le détail de fonctionnement ci-dessous). Ce système permettait probablement un recyclage important des eaux afin de pallier la rareté de ces dernières dans ce secteur.



Levé de la laverie de la Grande Vernissière

Fig. 22. Esquisse du plan de la laverie. Une table de Linkenbach subsiste entre les bassins.

S'il est clair que le système de bassins et le canal constituaient la zone de transit des eaux traitées après le passage par les différentes machines d'enrichissement à la table de Linkenbach, le détail du fonctionnement reste à élucider. Ce système permettait probablement un recyclage important des eaux afin de pallier la rareté de ces dernières dans ce secteur.

De retour aux véhicules, M. Wienin utilise les dernières heures de clarté pour montrer des phénomènes de fantômisations de dolomies roussâtres contenant des bivalves.

André Charrière

Quelques Références

- Bellon Maurice, Annales des Mines, 1891 - Mémoires tome XX - Table de Linkenbach pp ; 60-70
 Astruc Jean, 1737 - Mine de plomb près de Durfort - dans M. Gobert Les anciens minéralogistes du Royaume de France, 1774, pp. 505-509.
 A. Coumoul, Minéralisations Zn, Pb, F dans le Lotharingien de Durfort, document BRGM, vers 1980
 Dumas Émilien, 1877 – Statistique géologique, minéralogique et paléontologique du département du Gard – tome 3, pp. 204.
 Geoderis 2008 La Coste, 12 p
 Geoderis 2018 Exploitations minières de substances métalliques sur les communes d'Anduze, Corbès, Durfort-et-Saint-Martin-de-Sossenac, Fressac, Générargues, Mialet, Saint-Félix-dePallières, Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille, Thoiras et Tornac (Gard) Evaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain. 301p.

Table de Linkenbach

Après extraction le minerai brut est un mélange de matériaux stériles (roche encaissante, gangue et autres minéraux sans intérêt) et de minéraux recherchés. Tous ces éléments sont de tailles très diverses, du gros bloc au grain de poussière et doivent être soumis à divers traitements avant d'être envoyés aux ateliers de métallurgie.

Ces traitements consistent en concassage, tri, broyage, tamisage à une maille optimale pour la métallurgie. Les boues de lavage, les *fines* , résidus de ces opérations, sont encore très riches en matières minérales ; il est donc essentiel de pouvoir les valoriser, notamment dans le cas de minerai riche comme la galène argentifère.

De nombreux appareils ont été inventés, sans cesse améliorés, adaptés aux conditions particulières des gisements, pour séparer les différentes classes de fines de lavage, utilisant généralement les différences de densité.

La table de Linkenbach (brevet de 1878), due à l'ingénieur allemand C. Linkenbach, n'est qu'une variante de ces machines.

Cette nouvelle machine a eu, en particulier en Europe, un grand succès pendant de nombreuses années avant d'être détrônée par de nouvelles inventions plus performantes.

Tous ces procédés de séparation gravimétriques furent rapidement abandonnés au début du XXe siècle avec le développement du procédé de séparation par flottation.

Principe.

Si on fait s'écouler un mélange d'eau et de particules minérales solides sur une surface plane et inclinée, les particules solides sont soumises à deux forces verticales antagonistes, la gravité et la poussée d'Archimède, la première étant ici la plus importante. Les particules vont alors se déposer en fonction de leur poids spécifique ; les plus lourdes sédimentent très rapidement, les plus légères sont évacuées hors de la table tandis que celles de poids spécifiques intermédiaires vont se déposer dans l'intervalle. Évidemment la qualité du résultat dépend de l'inclinaison, de la planéité, de la qualité du poli de la surface, des débits de pulpe et d'eau additionnelle ainsi que de la teneur en solides de la pulpe.

Construction.

La construction d'une table de Linkenbach nécessite un vaste espace, surtout s'il est prévu d'installer plusieurs tables côte à côte.

Cette table est constituée de deux sous-ensembles, l'un fixe, le second mobile.

1) Éléments fixes. La table A, en forme de cône convexe avec une pente de 10 à 12 % (5,5 à 7°), est construite en béton sur un terrain solide, stable, horizontal ; son diamètre varie de 6 à 12 mètres. Au centre un puits vertical B d'environ 0,60 m de diamètre, 1 m de profondeur. Un tunnel (non figuré), permet l'accès au fond de ce puits. La surface conique est recouverte d'une couche de 6 à 10 mm de ciment dur, soigneusement lissé.

Plusieurs canaux Q circulaires et concentriques, bétonnés, ceinturent la base de la table. Certaines portions de ces canaux peuvent être obturées par des plaques amovibles F de différentes largeurs.

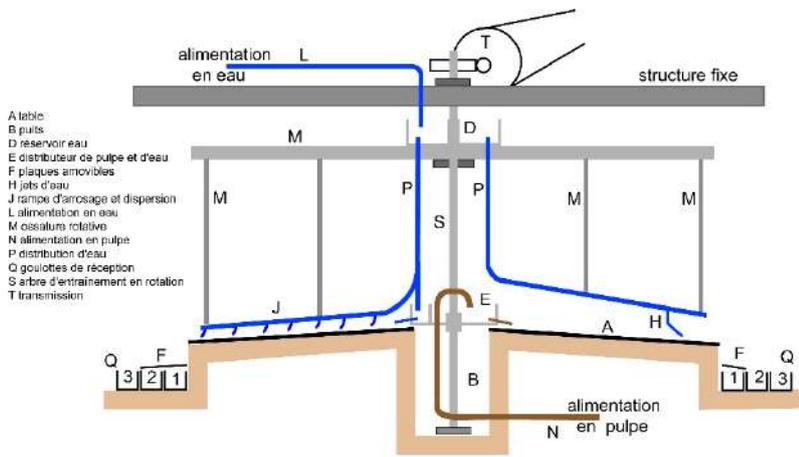
2) Éléments rotatifs. Un arbre S est placé verticalement dans le puits central B, guidé en haut par une structure de maintien, monté avec paliers et roulements. Il est mis en rotation par un système pignon-vis sans fin T relié à un moteur.

À cet arbre sont fixés :

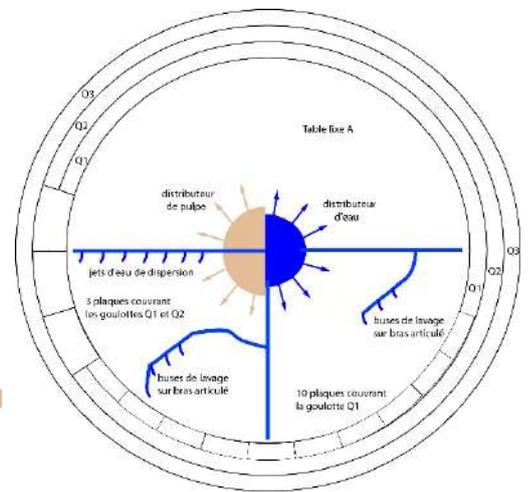
- dans la partie supérieure, un réservoir d'eau D.

- Un second réservoir distributeur E est disposé juste au-dessus de la table ; il reçoit et distribue les fines à traiter ainsi que de l'eau de lavage.

Une armature légère M (traverses horizontales et bras verticaux en bois et métal), fixée elle aussi à l'arbre, supporte plusieurs tuyaux rigides P amenant l'eau du réservoir D aux tuyaux d'aspersion et lavage J et H ajustables.



vue en coupe



vue de dessus

La pulpe à traiter arrive dans le réservoir distributeur E par une conduite N passant par le puits central B, tandis que l'eau de lavage est amenée dans les deux réservoirs (supérieur et inférieur) par les conduites L et P.

Fonctionnement.

Supposons un minerai de plomb (galène PbS de densité 7,5) et zinc (sphalérite ZnS , densité 4,1) dans un encaissant de grès quartzeux (silice SiO_2 , densité 2,65) très durs. La galène est argentifère.

La pulpe (mélange d'eau et de particules de minerai et de gangue) issue du traitement mécanique est ainsi constituée de grains de galène, de sphalérite et de quartz de taille inférieure à 0,25 mm.

Le distributeur E est divisé en deux compartiments ; le premier reçoit la pulpe qui se répand sur la table sur un angle de 180°, le second de l'eau claire, eau qui s'ajoute à la pulpe, la dilue et améliore l'écoulement et la dispersion des particules.

Ce système distributeur étant en rotation c'est toute la surface de la table qui est ainsi recouverte d'un mélange d'eau et de pulpe. Les particules sont entraînées vers le bord inférieur de la table, et se déposent en fonction de leurs poids spécifiques. Simultanément les asperseurs radiaux rotatifs J arrosent la table, dispersent les particules, contribuant à leur classement ; les particules les plus denses (galène) se concentrent vers le sommet de la table, les moins denses (gangue et quartz) vers sa circonférence. Une ou plusieurs autres bandes de densités intermédiaires (blende) se forment dans l'intervalle.

Les différentes zones de matériaux sont ensuite lavées, chassées hors de la table par les buses de lavage H dont la position, l'orientation, la force du jet ont été soigneusement ajustées pour les distribuer vers les canaux de réception Q.

Les stériles et refus sont directement évacués dans le 1^{er} canal Q1, puis s'écoulent vers un bassin de décantation à l'écart. Le contenu enrichi des autres canaux récepteurs Q est transféré vers des bassins de décantation avant d'être envoyé aux ateliers de métallurgie.

Le fonctionnement de ce type de table est ainsi continu. La vitesse de rotation est lente, 15 à 25 tours/heure, la puissance nécessaire reste faible de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ CV.

Le traitement de 50 l/min d'une boue, contenant 10 % de solides, nécessite 100 à 200 litres d'eau.

Le besoin en main-d'œuvre est réduit, un ouvrier par poste suffit à la surveillance de plusieurs tables.

Jean-Pierre Bouvier